

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**Vándorló vízimadarak mint növények és gerinctelen állatok
kulcsfontosságú terjesztő vektorai – esettanulmányok Európából**

**Migratory waterbirds as key vectors of dispersal for plants and
invertebrates – case studies from Europe**

by

Ádám LOVAS-KISS

Supervisors:

Dr. Attila MOLNÁR V.

Dr. Andy J. GREEN



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2018

BEVEZETÉS

Az élőlények életciklusának egyik legfontosabb része a terjedés szakasza. Terjedés alatt az élőlények önkéntes és önkéntelen mozgását értjük, amely alatt elhagyják a születési/szaporodási területüket, hogy egy élőhelyet hódítsanak meg, ahol szexuálisan vagy aszexuálisan tudnak szaporodni (TESSON et al., 2005). Ez a mozgás segít elkerülni a helyi kompetíciót és az új territórium szerzését vagy annak bővítését, amely barriereken, mint például hegyeken, folyókon esetlegesen kontinenseken keresztül történik. A terjedés vagy mozgás az állatok esetében egyértelmű, és aktív terjedésként hivatkoznak rá (TESSON et al., 2005). Azonban azon organizmusok esetében, amelyek aktív mozgással nem képesek áthelyezni magukat csak akkor terjednek mikor a mobil életfázisukban vannak (pl. pete, lárva, diaspora), amely a passzív terjedés formája (TESSON et al., 2005). A passzív terjedés mechanizmusa feltételezi, hogy a diasporák, peték és a többi propagulumok vektor által vannak mozgatva, amelyek lehetnek abiotikusak (szél, víz stb.) vagy biotikusak (állatok, emberek). Az utóbbi években az emberi földhasználat és a klímaváltozás eredményeképpen világszerte folyamatosan csökkennek és darabolódnak természetes élőhelyek. Emiatt a terjedés képessége az egyetlen lehetőség, hogy az élőlények elhagyhassák a nem kedvező körülményeket vagy, hogy új élőhelyeket kolonizáljanak, illetve, hogy a gén áramlás fennmaradjon populációk között. Az állatok általi magterjesztés (zoochória) a terjedés egyik legfontosabb formája és sok állat viselkedhet vektorként. Magterjesztés az egyik legfontosabb ökoszisztéma szolgáltatás, amelyet madarak vagy más gerincesek biztosíthatnak (ŞEKERCIOĞLU, 2006; GREEN & ELMBERG 2014)]. Zoochória többféleképpen is előfordulhat a természetben, mint például az epizoochória, amely során a propagulumok az állatok kültakarójára tapadva szállítódnak. Az emlősök bundájára/ba vagy madarak esetében a tollazatba/ra és/vagy a csőrre tapadhatnak a diasporák tapadós sár vagy a morfológiai adaptációjuknak köszönhetően. A második típus az endozoochória. E mechanizmus során a vektorok a propagulumokat elfogyasztják és később kiürítik a tápcsatornájukból azokat, közben a propagulumok megőrzik az éleképességüket. A harmadik formája a gyűjtögetés, amikor az állatok begyűjtik és elrejtik a nagy diasporákat (azaz táplálék forrás) a territóriumokon belül, amely során terjesztik azokat. Az endozoochóriának további két altípusa létezik. Az elsődleges endozoochória során csak egy vektor terjeszti a propagulumokat, míg a másodlagos endozoochória legalább két vektor organizmussal rendelkezik. Az utóbbi a ragadozók esetében volt megfigyelve, amikor az első vektor elfogyasztotta a propagulumokat és később ezt az élőlényt levadászta és megemésztette egy második állat és a diasporákat a második vektor kiürítette (például gyíkokat ragadozó vércsék; NOGALES et al., 2007).

CÉLKITŰZÉSEK

- Az első tanulmány során célunk volt, hogy Magyarország különböző vizes élőhelyeiről származó, endozoochór úton terjedő vízi és teresztris növényeket számszerűsítsük. Az ürülmintákban nagy taxonómiai lefedettséggel azonosítottunk szaporítóképleteket, és ezek életképességét vizsgáltuk. Munkák terepi vizsgálatok révén elsőként igazolta vízipáfrányok vízimadarak általi

endozoochór terjedését. Megvizsgáltuk, hogy a talált növényfajok körül melyek nem voltak korábban kimutatva récék tápcsatornájából, illetve az eredményeink vonatkozásait a hosszútávú terjedésre.

- A második tanulmány során megvizsgáltuk a hlevő madarak növények és gerictelen állatok terjedésében betöltött szerepének fontosságát. Felmértük (1) a hlevő madarak által elfogyasztott propagulumok taxonómiai és ökológiai diverzitását, (2) az elfogyasztott halak és a megtalált propagulumok kapcsolatát, (3) illetve ennek a terjedési mechanizmusnak a frekvenciáját és általánosságát az élőhelyek között.
- Célunk volt a harmadik esettanulmány során, hogy számszerűsítsük és azonosítsuk a *Procambarus clarkii* és *Larus fuscus* által terjesztett magokat és gerincteleneket, illetve meghatározzuk, hogy a sirály által terjesztett organizmusok a rákkal együtt lett elfogyasztva (azaz, hogy ezek az élőlények a rákon vagy annak emésztőrendszerében szállítódtak). Összehasonlítottuk a sirály köpetében és ürülékében talált propagulumokat, mert az utóbbiban nagy valószínűséggel több időt töltenek az emésztőrendszerben, ezáltal nagyobb eséllyel terjedhetnek hosszú távon (NOGALES et al., 2001). Továbbá megvizsgáltuk az egyes terjesztett fajok idegenhonosságát, illetve gyom listán való szereplését, hiszen ezáltal a vándorló madarak károkat is okozhatnak.

MÓDSZEREK

Mind három esettanulmány esetében a mintákat mérlegesen lemértük, ezután 100 µm-es szitán keresztül mostuk azokat desztillált vízzel a sztereó mikroszkópos vizsgálat előtt. Az ép maghéjjal rendelkező propagulumokat (repedés és hiányzó rész nélküli magok, peték) begyűjtöttük és számszerűsítettük. A propagulumokat lefotóztuk és az alakjuk, színük, méretük és maghéj mintázatuk alapján beazonosítottuk (CAPPERS et al., 2012; BOJNANSKÝ & FARGAŠOVÁ, 2007; TALAVERA & CASTROVIEJO, 1999; BENEDÍ & ORELL, 1992). A magmorfológiára épülő terjedési szindrómákat kigyűjtöttük a növényi tulajdonságokat tartalmazó Baseflore adatbázisból (JULVE, 1998). R programot használtunk az összes statisztikai elemzésünkhöz (R CORE TEAM 2016).

1. A mintázást Magyarország két különböző régiójában a Balatoni-riviéra és a Hevesi-ártér (Tisza-tó) területén végeztük. 2016 őszén összesen 215 tőkés récétől származó ürülmintát gyűjtöttünk. A Balatoni-riviéra területről 90 mintát gyűjtöttünk október 20-án (n = 52) és 23-án (n = 38) északiparton található két szomszédos lelőhelyről (46.9141° N, 17.89270° E; 46.91736° N, 17.8929° E), illetve 21-én 25 ürülmintát a tihanyi Belső-tó élőhelyről (46.90783° N, 17.88707° E). A Hevesi-ártér régióban összesen 100 mintát szedtünk, 50-et szeptember 20-án a Tisza-tó (47.643938 N, 20.660793 E) mellől, míg további 50-et a Tisza partjáról (47.60477° N, 20.71102° E). Az életképesség vizsgálatát 54 napig folytatott csíráztatási kísérlettel végeztük. A csíráztatást a szárazföldi fajok esetében Petri-csészékbe helyezett tápanyagmentes agar gélen végeztük, míg a vízi fajoknál (Araceae, Haloragaceae, Potamogetonaceae, Salviniaceae) desztillált vízzel töltött sejtenyészti lemezt alkalmaztunk. A csíráztatást napi 12 órás megvilágítás mellett, nappal 24 °C-on, éjszaka 18 °C-on folytattuk.

2. Nagy kárókatona köpet mintáit gyűjtöttünk hét különböző európai lelőhelyről. Ezt követően megvizsgáltuk a mintákat, hogy mely növény és gerinctelen állat propagulma található meg bennük. Dániában, Finnországban és Hollandiában található hét különböző lelőhelyen található éjszakázó fák alól vagy a partok mentéről lettek beszedve a köpetek. A köpetek egyesével zárható műanyag zacskóban -20°C -on ($n=61$), vagy 7°C -on ($n=31$) voltak tárolva, illetve egy részük ($n=20$) hetekre eltűnt a postán ($n=20$). 51 mintából származó propagulumokat megpróbáltuk kicsíráztatni vagy kikeltetni. A magokat egyenként 1%-os agarra helyeztük, majd 14 órás megvilágítást ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) és 10 órás sötét periódust alkalmazva ($18\pm 2^{\circ}\text{C}$) csíráztattuk azokat és két hónapon keresztül naponta monitoroztuk a diaspórákat. Gerinctelen propagulumokat 1ml desztillált vízzel feltöltött szövet-plate-eket használtunk, amelyeket árnyékban és 25°C -ban tartottunk (szivacs gemmulák esetében teljes sötétséget alkalmaztunk).
3. Heringsirály ürülék és köpetmintákat gyűjtöttünk délnyugat spanyolországi rizsföldek területén az őszi betakarítás idején. Heringsirály friss mintáit (amit a kiszáradás előtti csillogás jelzett) a madarak felriasztott monospecifikus csoportjaitól szedtük, amelyek éppen a földeket elválasztó gátakon pihentek. Továbbá tizenhárom kaliforniai vörösrák példányait is gyűjtöttünk. Két napon belül $100\ \mu\text{m}$ -es szitán átmostuk azon műanyag edények tartalmát, amelyben a rákok áztak. Ezután a mosás eredményét sztereó mikroszkóp alatt megvizsgáltuk, hogy növényi diaspórákat (zárvatermők magjai és charophyták oogóniái) és gerincteleneket és azok petéit keressük. Az ép diaspórákat később vizes szűrőpapírral ellátott Petri csészébe raktuk, amelyeket később csíráztató kamrába helyeztük, amely 12 órás (24°C) világos periódusra és 12 órás (18°C) sötét periódusra volt állítva. Az életképességi vizsgálatok 3 hónapig futottak, eközben naponta voltak monitorozva. A sirály bélsarából és köpetéből előkerült gerinctelen petéket 50 ml-es polipropilén akváriumban keltettük, amely 40 ml ásványvízzel (Cortes™) volt feltöltve. Az akvárium állandó 20°C -on 12 órás megvilágításon volt tartva csíráztató kamrában. Az élő gerinctelen állatokat és petéket (amelyeket a rák kültakaróján találtunk) közvetlenül 90%-os etanolba helyeztük a későbbi azonosítás érdekében.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Jelen értekezés a vándorló vízimadarak növények és gerinctelen állatok terjesztésében játszott szerepére hívja fel a figyelmet. A dolgozat három esettanulmányt tartalmaz Európából, amelyek az elsődleges és másodlagos terjesztést is bemutatják. A munka bemutatja, hogy eddig milyen kis számú terepi vizsgálatot végeztek a témában, illetve, hogy ezek a rendszerek minden tekintetben alulkutatottak; így demonstrálva a további vizsgálatok szükségességét.

- Az első tanulmány (*Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in central Europe*) során elsőként szolgáltatunk bizonyítékot arra a régi, de mindeddig nem igazolt feltételezésre, hogy a madarak képesek endozoochór módon harasztokat terjeszteni.
- Munkánk emellett bemutatta, hogy a vízimadarak által közvetített terjedési események térben eltérő mintázatot mutatnak.
- Összesen 22 növényfaj propagulumait mutattunk ki. Közülük tizenhárom volt szárazföldi faj és kettő behurcolt (idegenhonos). A mintákban megtalált propagulumok 9 faj esetében bizonyultak életképesnek. Továbbá nyolc olyan növényfajt találtunk, amelyek korábban nem volt kimutatva tőkés récék étrendjéből.
- A második tanulmány (*Great Cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds*) egyike a korábban már Darwin által is feltételezett másodlagos propagulum-terjesztés első terepi vizsgálatainak.
- A minták egyharmada tartalmazott legalább egy diaspórát, amelyek tengeri és édesvízi fajokhoz tartoztak. Összesen huszonegy növényfajt tartalmaztak a minták, de ezek közül csak kettő rendelkezett „endozoochor terjedési szindrómával”.
- A minták ötöde tartalmazott gerinctelen petét, amelyek hét fajhoz tartoztak.
- A harmadik tanulmány (*Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls*) a kiemelkedően inváziós kaliforniai vörösrákot (*Procambarus clarkii*) fogyasztó vándorló vízimadarak által terjesztett növényeket és gerinctelen állatokat vizsgáltuk Európai rizsföldeken.
- A kaliforniai vörösrák példányainak kültakaróján tizenegy növény és nyolc gerinctelen állatfajt azonosítottunk. A sirály köpetei túlnyomórészt a rák vázát tartalmazták.
- Tizenkét növény és tizenkét vízigerinctelen fajt mutattunk ki a sirály köpet és ürülék mintáiból. Hat növény taxon diaspóráit találtuk életképesnek. Jelentős hasonlóságot találtunk a sirály ürülékmintáiban és a rákokról gyűjtött fajok összetételében.
- Ezenfelül több új idegenhonos faj jelenlétét bizonyítottuk, mint a *Plumatella vaihiriae* (Bryozoa) és *Hemicypris reticulata* (Ostracoda).

DISZKUSSZIÓ

Kimutattuk a vízi páfrányok és más növényfajok vízimadarak által elősegített endozoochór terjedését és a mintákban gyakori fajok életképességét. A terjedési távolságot pontosan nem ismerjük, de ennek ellenére a propagulumok kétségkívül mozogtak a madarak révén, a táplálkozási helyek és a mintázott pihenőhelyek között (nem vándorló tőkés récék naponta megtett távolságát lásd: KLEYHEEG et al. 2017). A feldolgozott minták számát és az azonosított növényfajok sokféleségét tekintve napjainkban ez az eddigi legmélyrehatóbb terepi kutatás a tőkésrécék endozoochór terjesztését illetően (lásd GREEN et al. 2016), ezen túl elsőként sikerült részletesen összehasonlítani az így terjedő növények térbeli eltéréseit is. Eredményeink rámutatnak a tőkés récék diszperziós vektorként betöltött fontos szerepére, a gyakori növények (e.g. *Polygonum aviculare*, *Cyperus fuscus*, BARTHA et al., 2015) és ritkább (*Myriophyllum verticillatum*, BARTHA et al., 2015), illetve a nem őshonos taxonok (*Celtis occidentalis*, UOTILA 2011a) esetében is. Egy meghonosított kultúrnövény, a *Ficus carica* (UOTILA 2011b) esetében volt a legtöbb megtalált propagulum, ám egy sem bizonyult életképesnek a csíráztatás során. Erre a magyarázat az, hogy nálunk a füge (a megporzó specifikus darázs faj hiányában) parthenokarpia révén képez termést, amely nem tartalmaz életképes magokat. A *Bolbochoenus maritimus* és a *Potamogeton pectinatus* volt a mintákból előkerült két leggyakoribb zárwatermő faj. Mindkét növény magjai gyakran mondhatók récék étrendjében (SOONS et al. 2016), illetve számos esetben modell szervezetként is alkalmazták ezeket (SANTAMARÍA et al. 2003, ESPINAR et al. 2004, BROCHET et al. 2010). Gyűrzési adatokból alkotott modellek és etetéses kísérletek alapján elmondható, hogy e két faj, és a *Schoenoplectus lacustris* esetében (melyet mi is kimutattunk a mintánkból) rendkívüli távolságokra képesek elvinni magukkal a tőkés récék, amely akár 400 km is lehet (VIANA et al. 2013).

A második esettanulmány a hlevő madarak általi növények és gerinctelen állatfajok terjedésének első kvantitatív terepi vizsgálata. Nagy kárókatónak visszaöklendezett köpetei a korábban hal préda által elfogyasztott ép propagulumokat tartalmazhat. A köpetekben teresztris és édesvízi és tengeri növényfajokat találtunk, amely mutatja a másodlagos terjesztés lehetőségét többféle élőhely preferenciával rendelkező faj esetében. Szárazföldi fajok magjai gyakran beleesnek és belemosódnak a vízbe, ezáltal a halak számára is elérhető táplálékok (mint a vízi fajok magjai), amelyet madarak általi másodlagos terjesztés követhet. Bemutattuk három növényfaj diasporáinak és egy mohaállat statoblasztjának életképességét, illetve kimutattunk több olyan taxont, amelyet korábban nem találtak récék tápcsatornájában (VAN LEEUWEN et al., 2012). Elsőként vizsgáltuk a vízimadarak általi másodlagos terjesztés esetében a fajok közötti interakciókat. Ezek alapján feltételezhető, hogy ez a mechanizmus összeköti a szárazföldi és vízi élőhelyeket, hiszen szignifikáns összefüggést találtunk az Atlanti tőkehal (*Gadus morhua*) és a *Brassicaceae*, valamint a *Taurulus bubalis* a *Caryophyllaceae* között. Eredményeink fontos kérdéseket állapít meg a jövőbeli tanulmányok fókuszát illetően, többek között (1) a lehetséges átfedést a másodlagos terjesztés és az elsődleges terjesztés (például récék általi) között. Hat korábban már európai úszó récék tápcsatornájában már megtalált növényfajt mutattunk ki a kormorán köpetekből, illetve elsőként figyeltük meg az édesvízi szivacsok madarak

általi terjedését. Részletes összehasonlítása az elsődleges és másodlagos terjesztésnek különösen fontos lehet. (2) A másodlagos terjesztésnek a fontosságának viszonyítása a vektorokhoz és ennek a jelentősége hogyan változik a kolónia méretével, évszakok váltakozásával és az egyedek között. A tanulmányunkban figyelemre méltó térbeli és időbeli különbségeket találtunk az eltérő lelőhelyeken gyűjtött köpetek tartalmát illetően, amely megérdemel még részletesebb vizsgálatokat. (3) A nem fagyasztott magok életképessége alacsony volt a mindenevő vízimadarakkal foglalkozó tanulmányokhoz viszonyítva, valószínűleg a két emésztőrendszeren való átjutás nagyban befolyásolja a csírázóképeséget. Jövőbeli tanulmányok során a haleyő köpetből és ürüleből gyorsabb propagulum eltávolítás szükséges, hogy a két tápcsatornán való átjutásnak az életképességre tett hatását vizsgálni lehessen. (4) Idegenhonos fajok másodlagos terjesztését találtuk, de további kutatás szükséges. (5) Az egyes halfajok és propagulumok közötti kapcsolatoknak a további vizsgálata szükséges ahhoz, hogy a speciális másodlagos terjesztési útvonalakat feltárjuk.

Kimutattuk, hogy a *L. fuscus* elősegítheti növények és gerinctelen állatok másodlagos terjesztését, beleértve a mezőgazdasági gyomok és idegenhonos gerinctelenek terjedését. A jóval nagyobb táplálékként elfogyasztott rizsszemektől eltekintve, a megtalált propagulumok többsége kis mérettel rendelkezik és nem feltűnő, emiatt a hagyományos madár étrend vizsgálatokban nem biztos, hogy észreveszik azokat. Az adult és juvenilis gerinctelen állatok kivételével, a talált propagulumok fajukat és arányukat tekintve hasonlóak voltak a sirály ürülék és köpet, valamint a rák kültakaróját egybevetve. A terjesztett fajkompozícióban különbséget találtunk, ami a minta számbeli különbségből adódhatott, hiszen a több sirály mintákban nagyobb számú gerinctelen propagulumot találtunk. Az eredményeink alapján feltételezzük, hogy a sirály mintákban talált propagulumok többsége a rákok elfogyasztását követően juthat a madár emésztőrendszerébe. Ebből következik, hogy ez az esemény egy másodlagos terjesztés, hiszen maguk a rákok is terjesztenek propagulumokat a kültakarójukra tapadt sárral, miközben a rizsföldeken mozognak. A heringsirályok napi mozgásukat tekintve (BOUTEN *et al.*, 2013) nagy valószínűséggel hozzájárulnak a propagulumok terjesztéséhez a Doñana körüli 37,000 hektáros rizsföldeken. A sirály mintákban talált propagulumok többsége képes túlélni a száraz és nedves körülmények között egyaránt, amíg a feltételek megfelelőek lesznek a csírázásra, növekedésre. A vízi fajok esetében ez a rizsföldek elöntését és vetését követően történik meg májusban. A növényfajok többsége szárazföldi (például *Amaranthus retroflexus* vagy *Senecio vulgaris*) és képes a teljes életciklusát befejezni még május előtt. Több adult és juvenilis kagylósrák, ágascsápú rák és evezőlábú rák egyedét találtuk a *P. clarkii* kültakaróján, amely emiatt fontos helyi terjesztési vektor lehet (RAMALHO & ANASTÁCIO, 2015), és segítheti ezen taxonok túlélését és mozgását olyan vizekbe, amelyek nem száradnak ki a rizsföldek leeresztését követően (például vízelvezető csatornák). Kagylósrákok között kimutattuk a Entocytheridae családba tartozó *Ankylocythere sinuosa* fajt, amely amerikai eredetű és kísérő taxonja a *P. clarkii*-nak Európában (AGUILAR-ALBEROLA *et al.*, 2012), illetve a Cyprididae család egyik tagját *Hemicypris reticulata*-t (KLIE, 1930), amely korábban még nem volt kimutatva Európa területéről. Utóbbi taxon több biogeográfiai régióból (többek között Neotrópusi, Orientális és Paleotrópusi) előkerült már, általában rizsföldekről (SAVATENALINTON &

MARTENS, 2008; MARTENS *et al.*, 2013). Észak Afrikában már megtalálták, amely a vizsgálati területünkkel több közös vándorló vízimadarral rendelkezik (RENDÓN *et al.*, 2008). Az is lehetséges, hogy a *H. reticulata* honos dél spanyolországban, de eddig a kutatók figyelmét elkerülte, azonban a nagy elterjedési területe és a rizsföldeken előforduló más idegenhonos fajokkal való együttléte (VALLS *et al.*, 2014) azt feltételezi, hogy ez egy új idegenhonos taxon, amely potenciálisan invazívként viselkedhet Európa területén. A kagylósrákok tojásainak abundanciája a sirály mintáinkban és a korábbi bizonyítékok alapján, miszerint ezek képesek túlélni a vízimadarak bélcsatornáján való átjutást (BROCHET *et al.*, 2010a; ROGERS, 2014; VALLS *et al.*, 2017) feltételezhető, hogy az ostracodák képesek a másodlagos terjedésre a *L. fuscus* által. Ennek ellenére az *A. sinuosa* esetében már nem ilyen egyszerű, hiszen nem ismert, hogy téli kitartó petét hozna létre (MESTRE *et al.*, 2013). Azonban, adult kagylósrákok esetében kimutatták, hogy képesek túlélni vízimadarak tápcsatornáján való átjutást (GREEN *et al.*, 2013; ROGERS, 2014). Tanulmányunk illusztrálja a biológiai inváziók terjedési interakciók előre nem látható módon történő újjáalakító hatását, új útvonalak kialakításával és a terjesztési távolság meghosszabbításával, amellyel nem csak őshonos, de idegenhonos és herbicid ellenálló gyomok is terjedhetnek. További empirikus kutatások szükségesek ahhoz, hogy kimutassuk, mely fajok képesek vándorló vízimadarak által terjedni a természetes és mesterséges vizes élőhelyeken, hiszen ezeket nem lehet egyszerűen prediktálni a morfológiai adaptációjuk alapján. Ha ezek a terjedési interakciók meghatározásra kerülnek, akkor a mozgás ökológia segítségével felmérhetjük, hogyan tudjuk ezeket felhasználni a metaközösségek esetében, a mesterséges és természetesen ökoszisztémák kapcsolatában, illetve a vektorok elterjedésében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Nagyon hálás vagyok témavezetőimnek Molnár V. Attilának és Andy J. Green-nek, amiért az évek alatt folyamatosan motiváltak és segítséget nyújtottak a publikációk megírása során. Továbbá hálás vagyok még az összes társszerzőimnek és tanítványaimnak Casper H.A. van Leeuwennek, Francisc Mesquita-Joanesnek, Luis Vallsnak, Maria Ovegårdnak, Marta I. Sáncheznek, Vincze Orsolyának, Vizi Baláznak, Urgyán Renátának, Fekete Rékának, Xavier Armengolnak. Köszönöm Löki Viktornak a terepen és Takács Attilának az irodalmi adatok felkeresésében nyújtott segítségüket. Köszönöm továbbá Claire Pernoletnek a sirály minták gyűjtését, Malmos Edinának az érzelmi támogatást, Timothy Woodnak a mohaállatok azonosításában nyújtott segítségét. Ezúton szeretném megköszönni Niels Jepsennek, Erik Kleyheegnek, Karl Lundströmnak és Anders Nilssonnak a kormorán minták begyűjtésében játszott nagy szerepüket. A sirály tanulmány mintáinak feldolgozása és az azt követő csíráztatási kísérletek az Aquatic Ecology Laboratory-ban (LEA-EBD) történtek. Ezek a tanulmányok a következő pályázatok által voltak támogatva: Spanish Ministerio de Economía, Industria y Competitividad project CGL2016-76067-P (AEI/FEDER, EU), OTKA K108992 és az emberi erőforrások minisztériumának ÚNKP-17-3-I-DE-385 Új Nemzeti Kiválóság Programja. Köpet gyűjtést részben a LONA (Local Nature Conservation, Swedish Environmental Protection Agency) támogatta.

INTRODUCTION

One of the most important part of an organism life cycle is the dispersal phase. Dispersal means that the organism moves in a voluntary or involuntary manner from its natal/reproduction site to a new location where it reproduces itself sexually or asexually (TESSON et al., 2005). This movement helps to avoid local competition and to occupy a new territory or home range after passing across barriers like mountains, rivers and even continents. Dispersal or movement for animals are often obvious, and are referred to as active dispersal (TESSON et al., 2005). Those organisms which can't relocate themselves by active movement only disperse when they are in a mobile life history stage (e.g. egg, larva, diaspore) in the form of passive dispersal (TESSON et al., 2005). The mechanism of passive dispersal implies that the diaspores, eggs and other propagules are moved by a vector, which can be abiotic (wind, water etc.) or biotic (animals, humans). In recent years, with natural habitats continuously shrinking and being fragmented worldwide due to human land usage and climate change, the ability to disperse is the only possibility to leave unfavourable conditions or to keep the gene flow between populations to avoid inbreeding or even to colonize new areas.

Animal mediated seed dispersal (zoochory), is one of the most important forms of dispersal, and can appear in wide range of animals. Seed dispersal is one of the most important ecosystem services provided by birds and other vertebrates (ŞEKERCIOĞLU, 2006; GREEN & ELMBERG 2014)]. Zoochory can occur in different forms, including epizoochory, where the propagules are transported on the outside of the animals. Diaspores can be attached to the fur of mammals and to the feathers or beaks of the birds, either with sticky mud or owing to their adapted morphology. The second type is endozoochory. During this mechanism, the propagules are consumed by the vector and later egested, while retaining their viability. The third form is scatter hoarding, when animals collect and hide large diaspores (i.e. food resources) in their home ranges or territories, meanwhile dispersing the diaspores. Endozoochory can be considered to have two forms, these being primary endozoochory when only one vector is transporting the propagules, and secondary endozoochory when there are two vectors. The latter has been recorded in the case of predators, when the first vector consumed the propagules and later this organism was hunted down and ingested by a second animal, and the diaspores are later defecated by the second vector (e.g. kestrels predating on lizards; NOGALES et al., 2007).

AIMS OF THE DISSERTATION

- In this study, our aim is to quantify and compare endozoochory of aquatic and terrestrial plants by mallards on autumn migration at different wetlands of Hungary, central Europe. We identify diaspores deposited in faeces with a high taxonomic resolution, assess the germinability of diaspores and analyze the extent of spatial variation in the dispersal of different plant taxa. We also provide the first demonstration of endozoochory of aquatic ferns. We consider how many of the taxa recorded were not previously known to be dispersed by ducks, and the implications of our results for long-distance dispersal processes.

- The aim of this study was to quantify the importance of secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous birds. Specifically, we considered (1) the taxonomic and ecological diversity of propagules egested by piscivores, (2) the relationship between ingested fish species and propagules retrieved, (3) the frequency and generality of this dispersal mechanism across localities
- Our aims were to investigate what kinds of seeds and invertebrates are transported by *Procambarus clarkii* and *Larus fuscus*, and determine whether organisms dispersed by gulls are ingested together with crayfish prey (i.e. carried within or upon crayfish). We compared propagules dispersed by gulls in pellets and faeces, because the latter are likely to be retained in the gut for longer, with more chance of undergoing LDD (NOGALES et al., 2001). We also investigated whether taxa dispersed included alien species or agricultural weeds, whose dispersal by migratory birds may constitute an ecosystem disservice (GREEN et al., 2016, FARMER et al., 2017).

METHODS

Generally, the samples were weighed on a balance, then washed on a 100 µm sieve using deionized water before inspection under a binocular microscope. Intact propagules, for which no cracks or missing parts were detectable, were collected and quantified. Propagules were photographed and identified based on their shape, size, colour and seed coat pattern following recent literature (CAPPERS *et al.*, 2012; BOJNANSKÝ & FARGAŠOVÁ, 2007; TALAVERA & CASTROVIEJO, 1999; BENEDÍ & ORELL, 1992). Dispersal syndromes for each taxon were taken from the plant trait database Baseflora (JULVE, 1998). The R program were used to all statistical analysis (R CORE TEAM 2016).

1. Sampling was carried out in two different regions of Hungary, the Hevesi-holm and the riviera of Lake Balaton. Five sets of faecal samples were collected in the autumn of 2016 with a combined total of 215 samples. In the Balaton region, we collected 90 samples on the 20th (n = 52) and 23th of October (n = 38) from two adjacent sites on the northern shore of Lake Balaton (46.9141° N, 17.89270° E; 46.91736° N, 17.8929° E), and 25 samples on 21th October at the Tihany Inner-Lake (46.90783° N, 17.88707° E). In the Hevesi-holm region, we collected 50 samples on 20th September from Lake Tisza (47.643938 N, 20.660793 E), and 50 samples from the Tisza River (47.60477° N, 20.71102° E). Germinability tests were conducted on Petri-dishes filled with nutrient-free Agar gel for terrestrial plants, and in tissue plates filled with deionized water for aquatic plants (*Araceae*, *Haloragaceae*, *Potamogetonaceae*, *Salviniaceae*). These were then placed in germination chambers set at 12 h of light at 24 °C, and 12 h of darkness at 18 °C. Germination tests were run for 54 days.
2. We collected pellets of the great cormorant from seven European locations and examined them for plant and invertebrate propagules. Pellets were collected below roosting trees or on shores at seven locations in Denmark, Sweden and The Netherlands. Pellets were individually stored in zip bags at -20°C (n=61), at 7°C (n=31) or were lost in the post for several weeks (n=20). We attempted to hatch or

germinate propagules from 51 unfrozen pellets. Individual seeds were placed on 1% agar with a 14h light (22±2°C) to dark (18±2°C) schedule, and monitored daily during two months. Invertebrate propagules were placed at 25°C in Tissue-Culture-plates with 1 ml deionized water in the shade (total darkness for sponge gemmules).

3. Faecal and pellet samples were collected from the lesser black-backed gull in the ricefields of south-west Spain during the rice-harvest. Fresh samples of *L. fuscus* excreta (with a characteristic shiny appearance before air drying begins) were collected from large, monospecific flocks that were flushed while resting on the dykes separating individual fields. Furthermore, thirteen individuals of the red swamp crayfish were collected. Within 2 days, the contents of the plastic jars where crayfish had been washed were sieved through a 100 µm sieve and inspected in petri dishes under a stereomicroscope, to search for plant diaspores (angiosperm seeds and charophyte oogonia) and invertebrates or their eggs. Intact diaspores were later placed in petri dishes with moistened filter paper in germination chambers set at 12 h of light at 24 °C and 12h of darkness at 18 °C. Germination tests were run for 3 months, checking every day for new germinants, which we counted and removed from the petri-dishes. Invertebrate eggs extracted from the excreta of gulls were then introduced in a 50 ml polypropylene aquarium with 40 ml of commercial mineral water (Cortes™) with the aim of stimulating hatching. Aquaria were placed in a culture chamber for one month at a constant temperature of 20°C and a 12 h light: 12 h dark photoperiod. Live invertebrates and eggs found in the samples obtained from washed crayfish were placed directly into 90% ethanol for later identification.

NEW SCIENTIFIC RESULTS

This dissertation focuses on the importance of migratory waterbirds as vectors of plant and invertebrate dispersal. This work contains three case studies from Europe that include primary and secondary dispersal. Each case demonstrates the lack of previous empirical field studies and how these systems are under-studied in various ways, demonstrating the importance of the further investigations.

- The first study (*Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in central Europe*) provides the first evidence of avian endozoochorous dispersal of ferns, which was previously assumed to occur, but never proven.
- Our work showed that dispersal events caused by migratory waterbirds vary spatially.
- Thirteen of them were terrestrial species and two were aliens to Hungary. We recorded eight plant taxa which were never previously reported as ingested by mallards.
- The second case study (*Great Cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds*) presents one of the first

field studies on propagule dispersal by a piscivorous waterbird, which was suggested to occur by Darwin.

- One-third of the samples contained at least one diaspore, covering terrestrial, marine and freshwater species. Twenty-one plant species were found overall in the samples, but only two of them had an "endozoochory dispersal syndrome".
- Seven invertebrate taxa were found, with invertebrate propagules in one-fifth of the pellets.
- In the third study (*Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls*) we investigated the dispersal of plants and invertebrates by a migratory waterbird feeding on the highly invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in European ricefields.
- We recorded more than eleven plant species and eight invertebrate taxa on the exoskeleton of the crayfish. Regurgitated pellets of the gull were mainly constituted by pieces of crayfish exoskeleton.
- Twelve plant species and twelve aquatic invertebrate taxa were recorded in the gull excreta. Diaspores of six plant species were shown to be viable. We found strong similarity between the taxa whose propagules were recovered from the gull samples and from crayfish.
- Additionally, we recorded the presence of new alien species, like the *Plumatella vaihiriaie* (Bryozoa) and *Hemicypris reticulata* (Ostracoda).

DISCUSSION

We have demonstrated endozoochory for aquatic ferns and a range of angiosperm taxa by migratory waterfowl in central Europe, and the germinability of all abundant taxa apart from cultivated figs. Although we do not know the distance involved, the diaspores were undoubtedly moved by the mallards between ingestion at feeding sites and egestion at the roost sites sampled (see KLEYHEEG *et al.*, 2017 for typical examples of daily movements for mallards not on migration). In terms of the number of faecal samples processed and the diversity and level of identification of intact diaspores recorded, this study represents the most detailed field study of endozoochory by mallards to date (see GREEN *et al.*, 2016 for review). It is also the first to make a detailed comparison of the spatial variation in plants dispersed. Our results illustrate the importance of mallards as a vector of dispersal for widely distributed (e.g. *Polygonum aviculare*, *Cyperus fuscus*, BARTHA *et al.*, 2015) and rare (*Myriophyllum verticillatum*, BARTHA *et al.*, 2015) plant species, as well as naturalized aliens (*Celtis occidentalis*, UOTILA, 2011a). Another naturalized alien *Ficus carica* (UOTILA, 2011b) had the highest number of seeds in our study, but none germinated because this cultivar produces their fruits parthenocarpically and these have non-viable seeds in Hungary. *B. maritimus* and *P. pectinatus* were the angiosperms recorded in the highest number of samples. Seeds of both these subcosmopolitan species have often been recorded in the diet of ducks (SOONS *et al.*, 2016) and have been used as models for experimental studies of endozoochory (SANTAMARÍA *et al.*, 2003; ESPINAR *et al.*, 2004;

BROCHET *et al.*, 2010b). Modelling based on banding recoveries and feeding experiments suggests that, during migrations, mallards can disperse seeds of these taxa and of *Schoenoplectus lacustris* (which we also recorded) over extraordinary distances with maxima exceeding 400 km (VIANA *et al.*, 2013).

The second case study is the first quantitative field study of dispersal of plants and invertebrates by piscivorous birds. Great cormorants regurgitate pellets containing intact propagules previously ingested by fish prey. Pellets contained seeds of terrestrial, freshwater and marine plant species, indicating potential secondary dispersal for species with a range of habitat requirements. Terrestrial seeds are often blown or washed into the water and ingested (like aquatic seeds) by fish, followed by avian secondary dispersal. We confirmed the viability of seeds of three plant species and one bryozoan statoblast, and many of the other taxa we recorded are already known to survive passage through the guts of waterfowl (VAN LEEUWEN *et al.*, 2012). Our first exploration of species interactions suggests secondary dispersal may connect aquatic and terrestrial environments, e.g. associations of Atlantic cod *Gadus morhua* with *Brassicaceae* and longspined bullhead *Taurulus bubalis* with *Caryophyllaceae*. Our results raise key questions for future research, including (1) possible overlap of secondary dispersal with primary dispersal by other vectors, e.g. ducks. We found six plants in cormorant pellets not recorded from the diet of European dabbling ducks and reported bird-mediated dispersal of freshwater sponges for the first time. Detailed comparisons between primary and secondary dispersal by different avian vectors are needed. (2) The importance of secondary dispersal relative to other vectors, and how its importance varies with colony size, over seasons and between individual birds. This study found considerable spatial and temporal variability in pellet content, which deserves more detailed investigations. (3) Germinability of unfrozen seeds was low compared with studies on omnivorous waterbirds; possibly because passing two digestive systems severely impacts viability. Future research should extract propagules quickly from piscivore excreta, and study effects of double gut passage on viability. (4) We found secondary dispersal of alien species, but further exploration is needed. (5) Associations among particular fish species, among propagule species and between fish and propagule species require more detailed inspections to unravel specific secondary dispersal pathways.

We have shown *L. fuscus* may facilitate secondary-dispersal of plants and invertebrates, including agricultural weeds and exotic invertebrates. Apart from the much larger rice grains ingested as food items, the propagules we detected are small and inconspicuous and likely to be overlooked in conventional studies of avian diet. With the exception of adult and juvenile invertebrates, the propagules recorded in gull excreta and on crayfish are from similar taxa and often in similar proportions. Where differences were observed in community composition, this is likely to be explained by the greater sampling effort for gull excreta, which detected propagules from a greater number of invertebrate taxa. Our results suggest most of the propagules dispersed by gulls are ingested inadvertently when feeding on crayfish. This constitutes secondary dispersal, since the crayfish themselves were dispersing these propagules within mud adhering to their exoskeleton while moving within the ricefields. The daily movements

of the gulls between fields (BOUTEN *et al.*, 2013) are likely to greatly facilitate the spread of propagules across the 37,000 ha of ricefields in the Doñana area. Most of the propagules recorded in gull excreta will readily survive in the moist or dry fields until conditions become suitable for growth. For aquatic species, this will be after the reflooding and sowing of fields with rice in May. Many of the plants are more terrestrial, e.g. *Amaranthus retroflexus* or *Senecio vulgaris*, and can complete their life cycle before May. We recorded a variety of ostracods, cladocerans and copepods as adults or juveniles on the external surface of *P. clarkii*, which is likely to be an important dispersal vector at a local scale (RAMALHO & ANASTÁCIO, 2015), and to enable the survival of microcrustaceans moved to water (e.g. to drainage canals) on crayfish when they would otherwise die when the ricefields are dried out. Ostracods recorded included the entocytherid *Ankylocythere sinuosa*, an alien of American origin which is commensal on *P. clarkii* in Europe (AGUILAR-ALBEROLA *et al.*, 2012), and the cypridid *Hemicypris reticulata* (KLIE, 1930), which has not previously been recorded in Europe. This latter species has been found in various biogeographical regions (including the Neotropical, Oriental and Palearctic), usually in ricefields (SAVATENALINTON & MARTENS, 2008; MARTENS *et al.*, 2013). It has been recorded in North Africa, which shares migratory waterbirds with our study area (RENDÓN *et al.*, 2008). It is possible that *H. reticulata* is native to southern Spain but has been overlooked until now; however its wide distribution and the common occurrence of exotic ostracods in ricefields (VALLS *et al.*, 2014) suggest this is most probably a new alien which is potentially invasive in Europe. The abundance of ostracod eggs in gull excreta, plus previous evidence that ostracod eggs can survive gut passage by waterbirds (BROCHET *et al.*, 2010a; ROGERS, 2014; VALLS *et al.*, 2017), suggest that these ostracods are secondarily dispersed by *L. fuscus*. This is less clear in the case of the *A. sinuosa*, which is not known to produce diapausing eggs (MESTRE *et al.*, 2013). However, adult ostracods can also survive gut passage through waterbirds (GREEN *et al.*, 2013; ROGERS, 2014). This work illustrates how biological invasions can reshape dispersal interactions in an unforeseen way, creating new pathways with the potential to increase rates of SDD and LDD and the spread of both alien and native organisms, including herbicide resistant weeds. Further empirical research is vital to identify the taxa dispersed by migratory waterbirds such as gulls in both natural and artificial wetlands, since they cannot simply be predicted, e.g. from seed morphology. Once such dispersal interactions are identified, movement ecology approaches will allow us to quantify their implications for metacommunities, the connectivity between artificial and natural ecosystems, and the geographical range of vectored organisms.

ACKNOWLEDGEMENTS

I'm the most grateful for my supervisors Attila Molnár V. and Andy J Green inspiring and motivate me throughout all the years writing my publications and helping to write them. Beyond them I'm much obliged to all my co-authors and students Casper H.A. van Leeuwen, Francesc Mesquita-Joanes, Luis Valls, Maria Ovegård, Marta I. Sánchez, Vincze Orsolya, Vizi Balázs, Urgyán Renáta, Fekete Réka, Xavier Armengol. I'm very grateful to Viktor Löki for assistance in the field, Attila Takács for help with the literature during the Hungarian study. I greatly appreciate the help of Claire Pernollet for the gull sample collection, Edina Malmos for giving emotional support and Timothy Wood for the help in bryozoan identification. I thank Niels Jepsen, Erik Kleyheeg, Karl Lundström and Anders Nilsson for help collecting cormorant pellets. Sample processing and germination tests of the gull study was initiated in the Aquatic Ecology Laboratory (LEA-EBD). These researches were supported by Spanish Ministerio de Economía, Industria y Competitividad project CGL2016-76067-P (AEI/FEDER, EU), OTKA K108992 Grant and by the ÚNKP-17-3-I-DE-385 New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities. Pellet collection was partly financed by LONA (Local Nature Conservation, Swedish Environmental Protection Agency).

IRODALOMJEGYZÉK/REFERENCES




- AGUILAR-ALBEROLA, J. A., MESQUITA-JOANES, F., LÓPEZ, S., MESTRE, A., CASANOVA, J. C., RUEDA, J., & RIBAS, A. (2012). An invaded invader: high prevalence of entocytherid ostracods on the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the Eastern Iberian Peninsula. – *Hydrobiologia*, 688(1), 63-73.
- BARTHA, D., KIRÁLY, G., SCHMIDT, D., TIBORCZ, V., BARINA, Z., CSIKY, ... ZÓLYOMI, SZ. (eds.) (2015). Distribution atlas of vascular plants of Hungary. Sopron: University of West Hungary Press.
- BENEDÍ, C., & ORELL, J. J. (1992). Taxonomy of the genus *Chamaesyce* SF Gray (Euphorbiaceae) in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. – *Collectanea Botanica*, 21, 9-55.
- BOJNANSKÝ, V., & FARGAŠOVÁ, A. (2007). *Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora: the Carpathian Mountains region*. Berlin: Springer.
- BOUTEN, W., BAAIJ, E.W., SHAMOUN-BARANES, J., & CAMPHUYSEN, K. C. J. (2013). A flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales. – *Journal of Ornithology*, 154, 571-580.
- BROCHET, A. L., GAUTHIER-CLERC, M., GUILLEMAIN, M., FRITZ, H., WATERKEYN, A., BALTANÁS, A., & GREEN, A. J. (2010a). Field evidence of dispersal of branchiopods, ostracods and bryozoans by teal (*Anas crecca*) in the Camargue (southern France). – *Hydrobiologia*, 637, 255-261.
- BROCHET, A. L., GUILLEMAIN, M., GAUTHIER-CLERC, M., FRITZ, H., & GREEN, A. J. (2010b). 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.
- CAPPERS, R. T., BEKKER, R. M., & JANS, J. E. (2012). *Digitale Zadenatlas van Nederland/Digital seed atlas of the Netherlands*. Vol. 4. Groningen: Barkhuis.
- ESPINAR, J. L., GARCIA, L. V., FIGUEROLA, J., GREEN, A. J., & CLEMENTE L. (2004). Helophyte germination in a Mediterranean salt marsh: Gut-passage by ducks changes seed response to salinity. – *Journal of Vegetation Science*, 15, 315-322.
- FARMER, J.A., WEBB, E.B., PIERCE, R.A. & BRADLEY, K.W. (2017). Evaluating the potential for weed seed dispersal based on waterfowl consumption and seed viability. – *Pest Management Science*, 73, 2592-2603.
- GREEN, A. J., & ELMBERG, J. (2014). Ecosystem services provided by waterbirds. – *Biological Reviews*, 89(1), 105-122.
- GREEN, A. J., FRISCH, D., MICHOT, T. C., ALLAIN, L. K., & BARROW, W. C. (2013). Endozoochory of seeds and invertebrates by migratory waterbirds in Oklahoma, USA. – *Limnetica*, 32(1), 39-46.
- GREEN, A. J., SOONS, M., BROCHET, A. L., & KLEYHEEG, E. (2016). Dispersal of plants by waterbirds. In ŞEKERCIOĞLU, Ç. H., WENNY, D., WHELAN, C. J., & FLOYD, C. (Eds.), *Why Birds Matter: Avian Ecological Function and Ecosystem Services*, (pp. 147-195). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- JULVE, P. (1998). *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Lille, France, Institut Catholique de Lille. Available online at: <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- KLEYHEEG, E., TREEP, J., DE JAGER, M., NOLET, B. A., & SOONS, M. B. (2017). Seed dispersal distributions resulting from landscape-dependent daily movement behaviour of a key vector species, *Anas platyrhynchos*. – *Journal of Ecology*, 105, 1279-1289.
- MARTENS, K., SAVATENALINTON, S., SCHÖN, I., MEISCH, C., & HORNE, D.J. (2013). World checklist of freshwater Ostracoda species. World Wide Web electronic publication. Available online at <http://fada.biodiversity.be/group/show/18>
- MESTRE, A., AGUILAR-ALBEROLA, J. A., BALDRY, D., BALKIS, H., ELLIS, A., GIL-DELGADO, J. A., GRABOW, K., KLOBUCAR, G., KOUBA, A., MAGUIRE, I., MARTENS, A., MULAYIM, A., RUEDA, J., SCHARF, B., SOES, M., MONROS, J. S., & MESQUITA-JOANES, F. (2013). Invasion biology in non-free-living species: interactions between abiotic (climatic) and biotic (host availability) factors in geographical

- space in crayfish commensals (Ostracoda, Entocytheridae). – *Ecology and Evolution*, 3, 5237-5253.
- NOGALES M., MEDINA F.M., QUILIS V., & GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ M. (2001). Ecological and biogeographical implications of Yellow-Legged Gulls (*Larus cachinnans* Pallas) as seed dispersers of *Rubia fruticosa* Ait. (Rubiaceae) in the Canary Islands. – *Journal of Biogeography*, 28, 1137-1145.
- NOGALES, M., PADILLA, D. P., NIEVES, C., ILLERA, J. C., & TRAVESET, A. (2007). Secondary seed dispersal systems, frugivorous lizards and predatory birds in insular volcanic badlands. – *Journal of Ecology*, 95(6), 1394-1403.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> (Accessed 26.06. 2016)
- RAMALHO, R. O., & ANASTÁCIO, P. M. (2015). Factors inducing overland movement of invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in a ricefield habitat. – *Hydrobiologia*, 746(1), 135-146.
- RENDÓN, M. A., GREEN, A. J., AGUILERA, E., & ALMARAZ, P. (2008). Status, distribution and long-term changes in the waterbird community wintering in Doñana, south-west Spain. – *Biological Conservation*, 141(5), 1371-1388.
- ROGERS, D.C. (2014). Larger Hatching Fractions in Avian Dispersed Anostracan Eggs (Branchiopoda). – *Journal of Crustacean Biology*, 34, 135-143.
- SANTAMARÍA, L., FIGUEROLA, J., PILON, J. J., MJELDE, M., GREEN, A. J., DE BOER, T., KING, R. A., & GORNALL, R. J. (2003). Plant performance across latitude: The role of plasticity and local adaptation in an aquatic plant. – *Ecology*, 84, 2454-2461.
- SAVATENALINTON, S., & MARTENS, K. (2008). Redescription of *Hemicypris mizunoi* Okubo, 1990 (Crustacea, Ostracoda) from Thailand, with a reassessment of the validity of the genera *Hemicypris* and *Heterocypris*. – *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Biologie*, 78, 17-27.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. – *Trends in Ecology & Evolution*, 21(8), 464-471
- SOONS, M. B., BROCHET, A. L., KLEYHEEG, E., & GREEN, A. J. (2016). Seed dispersal by dabbling ducks: an overlooked dispersal pathway for a broad spectrum of plant species. – *Journal of Ecology*, 104(2), 443-455.
- TALAVERA, S., & CASTROVIEJO, S. (Eds.). (1999). *Flora iberica: plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares*. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid.
- TESSON, S. V. M., OKAMURA, B., DUDANIEC, R. Y., VYVERMAN, W., LONDAHL, J., RUSHING, C., VALENTINI, A., & GREEN, A. J. (2015). Integrating microorganism and macroorganism dispersal: modes, techniques and challenges with particular focus on co-dispersal. – *Ecoscience*, 22, 109-124.
- UOTILA, P. (2011a): Ulmaceae. – In: Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Available online at: <http://www.emplantbase.org/home.html> (Accessed 27. 07. 2017)
- UOTILA, P. (2011b): Moraceae. – In: Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Available online at: <http://www.emplantbase.org/home.html> (Accessed 27. 07. 2017)
- VALLS, L., CASTILLO-ESCRIVA, A., BARRERA, L., GOMEZ, E., GIL-DELGADO, J.A., MESQUITA-JOANES, F., & ARMENGOL, X. (2017). Differential endozoochory of aquatic invertebrates by two duck species in shallow lakes. – *Acta Oecologica*, 80, 39-46.
- VALLS, L., RUEDA, J., & MESQUITA-JOANES, F. (2014). Rice fields as facilitators of freshwater invasions in protected wetlands: the case of Ostracoda (Crustacea) in the Albufera Natural Park (E Spain). – *Zoological Studies* 53(1), 68.
- 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.
- VIANA, D. S., SANTAMARÍA, L., MICHOT, T. C., & FIGUEROLA, J. (2013). Migratory strategies of waterbirds shape the continental-scale dispersal of aquatic organisms. – *Ecography*, 36(4), 430-438.






Publikációk listája / List of publications

Az értekezés témájához kapcsolódó publikációk – List of papers related to the diissertation

Az értekezés alapjául szolgáló, referált nemzetközi folyóiratokban megjelent közlemények – List of core publications published in international journals

	IF(2016)	SJR
van Leeuwen, C. H., Lovas-Kiss, Á. , Ovegård, M. & Green, A. J. (2017): Great cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds. – <i>Biology Letters</i> 13 (10): 20170406. doi: 10.1098/rsbl.2017.0406	3.089	
Lovas-Kiss Á. , Vizi B., Vincze O., Molnár V. A., Green, A. J. (2018): Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in central Europe. – <i>Journal of Ecology</i> doi: 10.1111/1365-2745.12913	5.813	
Lovas-Kiss Á. , Sánchez M.I., Molnár V. A., Valls L, Armengol X., Mesquita-Joanes F. & Green A.J. (2018): Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. – <i>Freshwater Biology</i> 63 : 392-404. doi: 10.1111/fwb.13080	3.225	

Az értekezés témájához kapcsolódó, referált nemzetközi folyóiratokban megjelent közlemények – List of international publications related to the dissertation

	IF	SJR
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, <i>Astragalus contortuplicatus</i> (Fabaceae). – <i>Acta Societatis Botanicorum Poloniae</i> 84 (3): 321–326. doi: 10.5586/asbp.2015.030	1.213	
Wilkinson D. M., Lovas-Kiss Á. , Callaghan D. A., & Green A. J. (2017): Endozoochory of large bryophyte fragments by waterbirds. – <i>Cryptogamie, Bryologie</i> 38 (2): 223–228. doi: 10.7872/cryb/v38.iss2.2017.223	1.062*	
Takács A., Molnár V. A., Horváth O., Sramkó G., Popiela A., Mesterházy A., Lovas-Kiss Á. , Green A. J., Löki V., Nagy T., Lukács, B. A. (2017): The rare aquatic angiosperm <i>Elatine gussonei</i> (Elatinaceae) is more widely distributed than previously thought. – <i>Aquatic Botany</i> 141 : 47–50. doi: 10.1016/j.aquabot.2017.05.004	1.714*	
Bartel, R. D., Sheppard, J. L., Lovas-Kiss, Á. , Green, A. J. (2018). Endozoochory by mallards in New Zealand: what seeds are dispersed and how far? – <i>PeerJ</i> 6:e4811, doi:10.7717/peerj.4811	2.177*	
Takács A., Molnár V. A., Lukács B. A, Nagy T., Lovas-Kiss Á. , Green A.J., Popiela A., Somlyay L. (2018). Resurrection and typification of <i>Elatine campylosperma</i> (Elatinaceae), a long-forgotten waterwort species. – <i>PeerJ</i> 6:e4913, doi: 10.7717/peerj.4913	2.177*	

* IF (2016)





Az értekezés témájához kapcsolódó magyar nyelvű ismeretterjesztő cikkek – Popular scientific articles related to the dissertation (in Hungarian)

Lovas-Kiss Á., Fekete R. & Molnár V. A. (2014): A madarak növényi potyautasai. – *Madártávlat* 21(4): 24–25.

Lovas-Kiss Á., Vizi B. & Molnár V. A. (2018): Növényi potyautasok – Amikor a rucaöröm szárnyra kap. – *Élet és Tudomány* 73(5): 134–136.


Az értekezés témájához nem kapcsolódó közlemények – List of other publications

Referált nemzetközi folyóiratokban megjelent közlemények – List of international publications

	IF*	SJR
Löki V., Tökölyi J., Süveges K., Lovas-Kiss Á. , Hürkan K., Sramkó G. & Molnár V. A. (2015): The orchid flora of Turkish graveyards: a comprehensive field survey. – <i>Willdenowia</i> 45 (2): 231–243.	0.5	
Molnár V. A., Sonkoly, J., Lovas-Kiss, Á. , Fekete, R., Takács, A., Somlyay, L. & Török, P. (2015): Seed of the threatened annual legume, <i>Astragalus contortuplicatus</i> , can survive over 130 years of dry storage. – <i>Preslia</i> 87 : 319–328.	2.711	
Molnár V. A., Löki V., Máté A., Molnár A. Takács A., Nagy T., Lovas-Kiss Á. , Sramkó G. & Tökölyi J. (2017c): The occurrence of <i>Spiraea crenata</i> and other rare steppe plants in Pannonian graveyards. – <i>Biologia</i> 72 (5): 500–509.	0.759*	
Molnár V. A., Mészáros A., Csathó A. I., Balogh G., Takács A., Löki V., Lovas-Kiss Á. , Tökölyi J. & Bauer N. (2018): Distribution and seed production of the rare, dry grassland specialist <i>Sternbergia colchiciflora</i> (Amaryllidaceae) in Pannonian cemeteries. – <i>Tuexenia</i> 38 (accepted for publication)	1.325*	

* IF (2016)

Lektorált magyar folyóiratokban megjelent cikkek – List of articles published in Hungarian peer reviewed journals

	SJR
Ljubka T., Lovas-Kiss Á. , Takács A. & Molnár V. (2014): <i>Epipactis albensis</i> (Orchidaceae) in Ukraine : New data on occurrence and ecology – <i>Acta Botanica Hungarica</i> 56 (3-4): 399–408.	
Takács A., Nagy T., Fekete R., Lovas-Kiss Á. , Ljubka T., Löki V., Lisztes-Szabó Zs. & Molnár V. A. (2014): A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) I.: A „Soó Rezső Herbárium”. – <i>Kitaibelia</i> 19 (1): 142–155.	–
Takács A., Nagy T., Sramkó G., Lovas-Kiss Á. , Süveges, K., Lukács B. A., Fekete R., Löki V., Malatinszky Á., E. Vojtkó A., Koscsó J., Pfliegler W. P., Nótári K. & Molnár V. A. (2016): Pótlások a Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához I. <i>Kitaibelia</i> 21 (1): 101–115.	–
Lovas-Kiss Á. , Löki V. & Molnár V. A. (2017): A csipkés gyöngyvessző (<i>Spiraea crenata</i> L.) újabb temetői előfordulása. – <i>Kitaibelia</i> 22 (2): 409–410.	–

Magyar nyelvű ismeretterjesztő cikkek – Popular scientific articles (in Hungarian)

Molnár V. A., **Lovas-Kiss Á.** & Süveges K. (2014): Orchideák – kultúrtájban. Madársisakok, nőszőfüvek és nyárültetvények. – *Élet és Tudomány* **69**(40): 1254–1256.



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/165/2018.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Lovas-Kiss Ádám
Neptun kód: U9EXKX
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10055255

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

1. **Lovas-Kiss, Á.**, Sánchez, M. I., Molnár, V. A., Valls, L., Armengol, X., Mesquita-Joanes, F., Green, A. J.: Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. *Freshw. Biol.* 63 (4), 392-404, 2018. ISSN: 0046-5070.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/fwb.13080>
IF: 3.255 (2016)
2. **Lovas-Kiss, Á.**, Vizi, B., Vincze, O., Molnár, V. A., Green, A. J.: Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in Central Europe. *J. Ecol. [Epub]*, [10], 2018. ISSN: 0022-0477.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12913>
IF: 5.813 (2016)
3. Van Leeuwen, C. H. A., **Lovas-Kiss, Á.**, Ovegård, M., Green, A. J.: Great cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds. *Biol. Lett.* 13 (10), 20170406-[5], 2017. ISSN: 1744-9561.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2017.0406>
IF: 3.089 (2016)





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

4. Takács, A., Nagy, T., Sramkó, G., **Lovas-Kiss, Á.**, Süveges, K., Lukács, B. A., Fekete, R., Löki, V., Malatinszky, Á., E. Vojtkó, A., Koscsó, J., Pfliegler, V. P., Nótári, K., Molnár, V. A.: Pótlások a Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához I. = Contributions to the Atlas Florae Hungariae I.
Kitaibelia. 21 (1), 101-115, 2016. ISSN: 2064-4507.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.21.101>
5. Takács, A., Nagy, T., Fekete, R., **Lovas-Kiss, Á.**, Ljubka, T., Löki, V., Lisztes-Szabó, Z., Molnár, V. A.: A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) I.: A "Soó Rezső Herbárium".
Kitaibelia. 19 (1), 142-155, 2014. ISSN: 1219-9672.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

6. Ljubka, T., **Lovas-Kiss, Á.**, Takács, A., Molnár, V. A.: *Epipactis albensis* (Orchidaceae) in Ukraine: New data on occurrence and ecology.
Acta Bot. Hung. 56 (3-4), 399-408, 2014. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ABot.56.2014.3-4.14>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (6)

7. Bartel, R. D., Sheppard, J. L., **Lovas-Kiss, Á.**, Green, A. J.: Endozoochory by mallard in New Zealand: what seeds are dispersed and how far?
PeerJ. [Epub], [19], 2018. EISSN: 2167-8359.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4811>
IF: 2.177 (2016)
8. Wilkinson, D. M., **Lovas-Kiss, Á.**, Callaghan, D. A., Green, A. J.: Endozoochory of large bryophyte fragments by waterbirds.
Cryptogam. Bryol. 38 (2), 223-228, 2017. ISSN: 1290-0796.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7872/cryb/v38.iss2.2017.223>
IF: 1.062 (2016)
9. Takács, A., Molnár, A. V., Horváth, O., Sramkó, G., Popiela, A., Mesterházy, A., **Lovas-Kiss, Á.**, Green, A. J., Löki, V., Nagy, T., Lukács, B. A.: The rare aquatic angiosperm *Elatine gussonei* (Elatinaceae) is more widely distributed than previously thought.
Aquat. Bot. 141, 47-50, 2017. ISSN: 0304-3770.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.05.004>
IF: 1.714 (2016)





**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400

Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

10. Molnár, V. A., Sonkoly, J., **Lovas-Kiss, Á.**, Fekete, R., Takács, A., Somlyay, L., Török, P.: Seed of the threatened annual legume, *Astragalus contortuplicatus*, can survive over 130 years of dry storage.
Preslia. 87 (3), 319-328, 2015. ISSN: 0032-7786.
IF: 2.711
11. **Lovas-Kiss, Á.**, Sonkoly, J., Vincze, O., Green, A. J., Takács, A., Molnár, V. A.: Strong potential for endozoochory by waterfowl in a rare, ephemeral wetland plant species, *Astragalus contortuplicatus* (Fabaceae).
Acta Soc. Bot. Pol. 84 (3), 321-326, 2015. ISSN: 0001-6977.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5586/asbp.2015.030>
IF: 1.213
12. Löki, V., Tökölyi, J., Süveges, K., **Lovas-Kiss, Á.**, Hürkan, K., Sramkó, G., Molnár, V. A.: The orchid flora of Turkish graveyards: a comprehensive field survey.
Willdenowia. 45 (2), 231-243, 2015. ISSN: 0511-9618.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3372/wi.45.45209>
IF: 0.5

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (3)

13. **Lovas-Kiss, Á.**, Vizi, B., Molnár, V. A.: Amikor a rucaöröm szárnyra kap.
Élet Tud. 5, 134-136, 2018. ISSN: 0013-6077.
14. **Lovas-Kiss, Á.**, Fekete, R., Molnár, V. A.: A madarak növényi potyautasai.
Madártávlát. 21 (4), 24-25, 2014. ISSN: 1217-7156.
15. Molnár, V. A., **Lovas-Kiss, Á.**, Süveges, K.: Orchideák - kultúrtájban. Madársisakok, nőszőfüvek és nyárültetvények.
Élet Tud. 69 (40), 1254-1256, 2014. ISSN: 0013-6077.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 21,534

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
12,157**

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.



Debrecen, 2018.05.16.



UNIVERSITY of
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

Registry number: DEENK/165/2018.PL
Subject: PhD Publikációs Lista

Candidate: Ádám Lovas-Kiss

Neptun ID: U9EXKX

Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

MTMT ID: 10055255

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in international journals (3)

1. **Lovas-Kiss, Á.**, Sánchez, M. I., Molnár, V. A., Valls, L., Armengol, X., Mesquita-Joanes, F., Green, A. J.: Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. *Freshw. Biol.* 63 (4), 392-404, 2018. ISSN: 0046-5070.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/fwb.13080>
IF: 3.255 (2016)
2. **Lovas-Kiss, Á.**, Vizi, B., Vincze, O., Molnár, V. A., Green, A. J.: Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in Central Europe. *J. Ecol. [Epub]*, [10], 2018. ISSN: 0022-0477.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12913>
IF: 5.813 (2016)
3. Van Leeuwen, C. H. A., **Lovas-Kiss, Á.**, Ovegård, M., Green, A. J.: Great cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds. *Biol. Lett.* 13 (10), 20170406-[5], 2017. ISSN: 1744-9561.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2017.0406>
IF: 3.089 (2016)





List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

4. Takács, A., Nagy, T., Sramkó, G., **Lovas-Kiss, Á.**, Süveges, K., Lukács, B. A., Fekete, R., Löki, V., Malatinszky, Á., E. Vojtkó, A., Koscsó, J., Pfliegler, V. P., Nótári, K., Molnár, V. A.: Pótlások a Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához I. = Contributions to the Atlas Florae Hungariae I.
Kitaibelia. 21 (1), 101-115, 2016. ISSN: 2064-4507.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.21.101>
5. Takács, A., Nagy, T., Fekete, R., **Lovas-Kiss, Á.**, Ljubka, T., Löki, V., Lisztes-Szabó, Z., Molnár, V. A.: A Debreceni Egyetem Herbáriuma (DE) I.: A "Soó Rezső Herbárium".
Kitaibelia. 19 (1), 142-155, 2014. ISSN: 1219-9672.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

6. Ljubka, T., **Lovas-Kiss, Á.**, Takács, A., Molnár, V. A.: *Epipactis albensis* (Orchidaceae) in Ukraine: New data on occurrence and ecology.
Acta Bot. Hung. 56 (3-4), 399-408, 2014. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ABot.56.2014.3-4.14>

Foreign language scientific articles in international journals (6)

7. Bartel, R. D., Sheppard, J. L., **Lovas-Kiss, Á.**, Green, A. J.: Endozoochory by mallard in New Zealand: what seeds are dispersed and how far?
PeerJ. [Epub], [19], 2018. EISSN: 2167-8359.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4811>
IF: 2.177 (2016)
8. Wilkinson, D. M., **Lovas-Kiss, Á.**, Callaghan, D. A., Green, A. J.: Endozoochory of large bryophyte fragments by waterbirds.
Cryptogam. Bryol. 38 (2), 223-228, 2017. ISSN: 1290-0796.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7872/cryb/v38.iss2.2017.223>
IF: 1.062 (2016)
9. Takács, A., Molnár, A. V., Horváth, O., Sramkó, G., Popiela, A., Mesterházy, A., **Lovas-Kiss, Á.**, Green, A. J., Löki, V., Nagy, T., Lukács, B. A.: The rare aquatic angiosperm *Elatine gussonei* (Elatinaceae) is more widely distributed than previously thought.
Aquat. Bot. 141, 47-50, 2017. ISSN: 0304-3770.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.05.004>
IF: 1.714 (2016)





**UNIVERSITY of
DEBRECEN**

**UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
UNIVERSITY OF DEBRECEN**

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

10. Molnár, V. A., Sonkoly, J., **Lovas-Kiss, Á.**, Fekete, R., Takács, A., Somlyay, L., Török, P.: Seed of the threatened annual legume, *Astragalus contortuplicatus*, can survive over 130 years of dry storage.

Preslia. 87 (3), 319-328, 2015. ISSN: 0032-7786.

IF: 2.711

11. **Lovas-Kiss, Á.**, Sonkoly, J., Vincze, O., Green, A. J., Takács, A., Molnár, V. A.: Strong potential for endozoochory by waterfowl in a rare, ephemeral wetland plant species, *Astragalus contortuplicatus* (Fabaceae).

Acta Soc. Bot. Pol. 84 (3), 321-326, 2015. ISSN: 0001-6977.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5586/asbp.2015.030>

IF: 1.213

12. Löki, V., Tökölyi, J., Süveges, K., **Lovas-Kiss, Á.**, Hürkan, K., Sramkó, G., Molnár, V. A.: The orchid flora of Turkish graveyards: a comprehensive field survey.

Willdenowia. 45 (2), 231-243, 2015. ISSN: 0511-9618.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3372/wi.45.45209>

IF: 0.5

Informational/educational articles (3)

13. **Lovas-Kiss, Á.**, Vizi, B., Molnár, V. A.: Amikor a rucaöröm szárnyra kap.

Élet Tud. 5, 134-136, 2018. ISSN: 0013-6077.

14. **Lovas-Kiss, Á.**, Fekete, R., Molnár, V. A.: A madarak növényi potyautasai.

Madártávlat. 21 (4), 24-25, 2014. ISSN: 1217-7156.

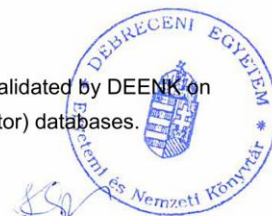
15. Molnár, V. A., **Lovas-Kiss, Á.**, Süveges, K.: Orchideák - kultúrtájban. Madársisakok, nőszőfüvek és nyárültetvények.

Élet Tud. 69 (40), 1254-1256, 2014. ISSN: 0013-6077.

Total IF of journals (all publications): 21,534

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 12,157

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.



16 May, 2018