

Ganéjtúró bogarak trágyalebontásban betöltött szerepének vizsgálata Bugacon

Somay László^{1,2}, Ádám Réka^{1,3} és Boros Gergely¹

¹MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet,
2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4.

²Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola,
2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológia Doktori Iskola,
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
e-mail: somay.laszlo@okologia.mta.hu

Összefoglaló: Egy nemzetközi vizsgálathoz csatlakozva kísérletesen arra kerestük a választ, hogy a hazai ganéjtúró-közösségek (Geotrupidae, Scarabaeidae) milyen mértékben végzik el a három legjelentősebb legeltetett patás állatfajunk (ló, marha, juh) trágyájának lebontását. A kiskunsági Bugacpusztán a ganéjtúrók 5 funkcionális csoportjának (nagy és kis alagútásók, nagy és kis galacsinhajtok, társbélrők) egyenkénti és kombinált kizárásával vizsgáltuk azok trágyafogyasztásban és -elhordásban való részvételét. A különböző trágyákhoz kötődő ganéjtúró-közösséget kétféle talajcsapda-típussal mintáztuk meg. A vizsgálat során talajcsapdákkal 23 faj 744 egyedét gyűjtöttük, kiegészítő egyelő gyűjtésekkel pedig további 11 fajt mutattunk ki. Az előkerült fajok 3 funkcionális csoportot képviseltek: kis alagútásók (12 faj), nagy alagútásók (3 faj) és trágyalakók (19 faj). Galacsinhajtokat nem, ugyanakkor a nálunk nagyon ritka sokfoltos trágyatúró (*Euoniticellus pallipes*) sikerült kimutatnunk a területen. A különböző ganéjtúró fajok eltérő mértékben preferálták az egyes trágyafajtákat. A kizárások esetében a trágyafogyás mértéke 10-40 % között változott, a legjelentősebb trágyafogyasztónak a kis alagútásók bizonyultak.

Kulcsszavak: Geotrupidae, Scarabaeidae, Kiskun LTER, Kiskunság, ökoszisztéma-szolgáltatás

Bevezetés

A ganéjtúrók világszerte elterjedt bogarak. Mind lárva, mind imágókorukban a trágyát hasznosítják, és ehhez messzemenően alkalmazkodtak morfológiai, élettani és viselkedésökológiai szempontból egyaránt. A lemezescsapú bogarak (Scarabaeoidea családsorozat) két családjába, az álganéjtúrófélék (Geotrupidae) és a ganéjtúrófélék (Scarabaeidae) családjába, ezeken belül a Geotrupinae, Scarabaeinae és Aphodiinae alcsaládokba tartoznak. Együttes fajsámuk 7000 körül van. Magyarországon e két családból körülbelül 105 trágyához kötődő fajt mutattak ki (5 álganéjtúrot és kb. 100 ganéjtúrot) (Ádám 1994, Endródi 1956). Ezek közül néhány a hazai faunából kipszultnak tekinthető, mivel már több év-

tized óta nem került elő egyetlen példányuk sem (pl. *Scarabaeus pius*, *Cheironitis ungaricus*).

A ganéjtúróknak három fő funkcionális csoportja van, ezek a trágyafelhasználás módja alapján a galacsinhajtók (rollers, telecoprids), az alagútások (tunnelers, paracoprids) és a társbérlek (dwellers, endocoprids). A galacsinhajtók golyót készítenek a trágyából, a kiindulási helyről a felszínen, hosszabb-rövidebb távon elgörgetik, majd megfelelő helyen elássák. Az alagútások a trágyakupac alá többé-kevésbé függőleges járatokat ásva költőkamráikba lehordják azt; a későbbiekben ez szolgál táplálékul mind a kifejlett állatok, mind a lárvák számára. A társbérlek fészket vagy fészkekamrákat nem készítenek, a trágya belsejében maradnak, itt történik gyors egyedfejlődésük még mielőtt a trágya teljesen kiszárad. A funkcionális csoportokat gyakran tovább bontják az állatok mérete szerint is, öt csoportot megkülönböztetve: nagy és kicsi galacsinhajtók, nagy és kicsi alagútások, társbérlek (mind kisméretű fajok). A kis fajok jellemzően r-stratégisták, ezzel szemben a nagyok jellemzően K-stratégisták. A fenti csoportokon kívül léteznek még fészkeparazita (kleptoparasites, kleptocoprids) fajok is, amelyek más – alagútásó és galacsinhajtó – fajok fészkebe hordott trágyát használják utódaik felnevelésére (Hanski & Cambefort 1991, Merkl 1997). A hazai fajokat Hanski & Cambefort (1991) nyomán funkcionális csoportokba sorolva megállapíthatjuk, hogy 5 galacsinhajtó (2 nagy és 3 kicsi), 32 alagútásó (8 nagy és 24 kicsi) és kb. 70 társbérlek tartozik közéjük. Fészkeparazita viselkedést két hazai fajnál (*Caccobius histeroides* és *Aphodius (Sigorus) porcus*) ismerünk.

A ganéjtúrók kutatása mára igencsak szerteágazó tudományterületté vált: világszerte számos populációbiológiai, biogeográfiai, viselkedésokológiai és konverzációbiológiai vizsgálat alanyát képezik, amelyek eredményeit már több monográfia is összefoglalta (Hanski & Cambefort 1991, Scholtz *et al.* 2009, Simmons & Ridsdill-Smith 2011). Mivel a trópusi, szubtrópusi területeken legnagyobb a diverzitásuk, a tanulmányok zöme is e térségekből származik. Kevesebb kutatás folyik a mérsékelt és a boreális régiókban, pedig közösségeik itt is hasonlóan fontos ökológiai szerepet töltenek be. Az általuk végzett ökoszisztéma-szolgáltatások közül a legfontosabb a trágyalebontás, ezen keresztül viszont hatással vannak a tápanyagok körforgására, a talajok bioturbációjára, a trágyázás révén a növényi növekedés fokozására, valamint a trágyában levő magvak másodlagos terjesztésére is. A trágyafogyasztás és -elhordás révén fontos szerepük van a trágyában tenyésző paraziták és kártevők (pl. legelő haszonállatok bélférgei, legyei) számának korlátozásában is (Kryger 2009, Nichols *et al.* 2008, Ridsdill-Smith & Edwards 2011).

Általuk olyan fontos, természetvédelmi szempontból releváns információkat nyerhetünk egyes területek biodiverzitásáról és ökológiai állapotáról, természete-

tességéről, amely alkalmassá teszi őket indikátor csoportnak (Davis *et al.* 2004, Scholtz *et al.* 2009, Simmons & Ridsdill-Smith 2011, Spector 2006). Az élőhelyek megszűnése és fragmentációja, a legeltetés visszaszorulása, a fokozódó peszticidhasználat, az állatállomány féreghajtó szerekkel való kezelése, valamint a klímaváltozás lehetséges negatív hatásai szempontjából kevésbé ismert a hazai ganéjtúró-közösségek és az általuk biztosított szolgáltatások veszélyeztetettsége. Európában már több helyen kimutatták, hogy egyes ganéjtúró bogarak, főként a kiemelten fontos galacsinhajtók, fogyatkozó trendet mutatnak (Carpaneto *et al.* 2007, Lobo 2001). Ennek fényében természetvédelmi célú hazai vizsgálatuk is indokolt és aktuális.

Jelen kutatásunk a magyarországi ganéjtúró közösségek által végzett ökoszisztéma-szolgáltatásokra koncentrál, amiben jelentős előrelépés a „*The role of dung beetle assemblage in dung removal and decomposition, secondary seed dispersal, and seed germination along a bioclimatic gradient*” című ALTER-Net-es nemzetközi vizsgálathoz való csatlakozás (Hoffmann *et al.* 2013). Ennek fő célja, hogy feltárja, milyen ganéjtúró közösségek élnek Európa különböző klimatikus, illetve biogeográfiai régióiban, és ezek különböző funkcionális csoportjai (galacsinhajtók, alagútásók, trágyalakók) milyen arányban és hatékonysággal vesznek részt a különböző legelő patások trágyájának lebontásában, a növényi magterjesztésben és csírázásban. A vizsgálat 2014-ben 12 helyszínen indult, 5 régiót (boreális, atlanti, kontinentális, pannóniai és sztyepei) képviselő 8 ország csatlakozásával (Finnország, Észtország, Németország, Románia, Magyarország, Belgium, Egyesült Királyság, Franciaország), ahol azonos módszertannal és eszközökkel történik a ganéjtúró-közösségek összetételének és szerepének vizsgálata. A projekt magterjesztéssel és csírázással kapcsolatos hazai vizsgálatai a következő évek feladatai lesznek.

Módszerek

2014-ben, a projekt első évében Magyarországon is megkezdtük a módszertan tesztelését. A vizsgálat helyszínéül a Kiskunsági Nemzeti Park egyik tájegységét, a bugaci pusztát választottuk (Kiskun LTER), ahol már hosszú idő óta három állatfajjal (ló, szürke marha, juh) legeltetnek. A kb. 500 m² méretű kísérleti területet a legelő állatok elől elzárva, már meglévő karámok között alakítottuk ki. A vizsgálat megkezdése előtt lekaszáltuk a növényzetet. A kutatási protokoll szerint a ganéjtúrók öt funkcionális csoportjának egyenkénti és kombinált kizárásával vizsgáltuk azok trágyalebontásban való szerepét. A hazai kísérleti területen a teljes rendszert felépítettük, amely valamennyi funkcionális csoport jelenlétét feltételezi. Azokon

a területeken, ahol nem élnek galacsinhajtók (lokális kistérségek vagy nagyobb régiók, pl. Észak-Európa), az ő kizárásukra irányuló kezelések elhagyhatók. Az alagútásók trágyaelhordását 40×40 cm-es műanyag rács alátéttel, a galacsinhajtókat ugyanekkora alapterületen, 15 cm magas kerítéssel akadályoztuk meg, míg a társbérőket 40×40×15 cm-es zárt ketreccel rekesztettük ki (1. ábra). A kizárások kombinációja összesen 11 féle kezelést eredményezett a teljesen szabadon levő trágyakupactól a teljesen zárt ketrecben levőig. Az alkalmazott rács lyukátmérője 1 cm, illetve 1 mm volt, előbbi csak a nagy, utóbbi a nagy és kis fajokat egyaránt kizárta. (1. táblázat). A területen jelen levő három legeltetett patásfaj (ló, marha, juh) trágyáját külön-külön vizsgáltuk, a kezeléseket trágyatípusonként 6 ismétlésben végeztük ($3 \times 6 \times 11 = 198$). Egy vizsgálati ciklus ideje egy hónap, esetünkben ez június elejétől július elejéig tartott.



1. ábra. A bugaci mintaterület. A kép alján láthatók az egyes fő kizárási típusok, zárójelben a kezelések sorszámával: (a) nincs kizárás (1), (b) alagútásók kizárása (2, 3), (c) galacsinhajtók kizárása (4, 5), (d) mindkettő kizárása (6, 7, 8, 9), (e) az összes csoport kizárása (10, 11), valamint az alkalmazott talajcsapdázási módszerek (f) T5, (g) T1.

A trágyafogyás mértékét ismert tömegű (300 g), friss, homogenizált, előzetesen $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on legalább 5 napig tartó fagyasztással sterilizált trágyakupacokon figyeltük. A vizsgálat eleji és végi száraztömeg különbségből következtettünk a fogyás mértékére. Az adott trágya friss és száraz állapota közti tömegkülönbséget laborban határoztuk meg. Az egyes funkcionális csoportok elméleti fogyasztásának kiszámolását az Online Függelék táblázata teszi lehetővé (1. függelék az online függelékben [OF]).

A ganéjtűró-közösséget kétféle módszerrel mintáztuk: trágyakupac köré kihegyezett 5 kis pohárral (T5), illetve egy trágyával felcsalizott nagy pohárral (T1), trágyatípusonként 6-6 ismétléssel ($3\times 6\times 5$ kis és 3×6 nagy pohárral, összesen 108 talajcsapdával). A csapdákat hetente, összesen 3 alkalommal ürítettük, konzerváló folyadékként telített sós vizet alkalmaztunk. A talajcsapdás gyűjtések mellett néhány alkalommal kiegészítő egyelő gyűjtéseket is alkalmaztunk.

1. táblázat. A kísérletben szereplő 11 kezeléstípus. Az első sorban látható, hogy mely funkcionális csoportok férnek hozzá a trágyához (+) és melyek nem (-). A rövidítések az angol név kezdőbetűjét tükrözik (dweller, tunneler, roller): D – társbélő, T – nagy alagútásó, t – kis alagútásó, R – nagy galacsinhajtó, r – kis galacsinhajtó. A második sorban látható a kezelések kivitelezése a kizáró elemek (alátét, kerítés, tető) kombinációival. Ahol van kizáró elem (+), ott alatta feltüntettük, hogy milyen a lyukátmérője (1 mm vagy 1 cm). A protokoll által meghatározott 11-es típus a ganéjtűrók mellett a talaj makrofauáját is kizárja. A 4-6 kezelések elhagyhatók ott, ahol nincsenek galacsinhajtók (R, r).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ganéjtűrók funkcionális csoportja	D+ T+ t+ R+ r+	D+ T- t- R+ r+	D+ T- t+ R+ r+	D+ T+ t+ R- r-	D+ T+ t+ R- r+	D+ T- t- R- r-	D+ T- t+ R- r+	D+ T- t- R- r+	D+ T- t+ R- r-	D- T- t- R- r-	D- T- t- R- r-
alátét	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
		1mmø	1cmø			1mmø	1cmø	1mmø	1cmø		1mmø
kerítés	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
				1mmø	1cmø	1mmø	1cmø	1cmø	1mmø	1mmø	1mmø
tető	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
										1mmø	1mmø

Eredmények

A talajcsapdás gyűjtésekkel összesen 23 faj 744 egyedét gyűjtöttük: marhatrágyából 16 faj 336 egyedét, lótrágyából 18 faj 201 egyedét és juhtrágyából 13 faj 207 egyedét. A leggyakoribb fajnak a kis alagútásók közé tartozó szarvas trágyatűró (*Onthophagus taurus*) bizonyult. Az egyelő gyűjtésekkel további 11 fajt mutat-

tunk ki, ezek mennyisége azonban kvantitatív módon nem vethető össze a talaj-csapdás gyűjtésekkel (2. táblázat).

A kétféle talajcsapda-típus eredményességét összehasonlítva a felcsalizott csapdák (T1) 2–3-szor több bogarat fogtak, mint a trágya köré elhelyezettek (T5) (2. táblázat). A legtöbb egyed az első ürítésnél volt, amíg friss volt a trágyacsali, utána lecsökkent a fogásszám.

A vizsgálat ideje alatt három funkcionális csoport került elő: kis alagútások (12 faj), nagy alagútások (3 faj) és társbérleők (19 faj) (2. táblázat). Galacsinhaj-tókat – jelen esetben a Bugacról korábról ismert és várható óriás-galacsinhaj-tót (*Scarabaeus typhon*) – nem sikerült kimutatni. Faunisztikai szempontból eredmény viszont, hogy a nálunk nagyon ritka kis alagútásó fajt, a sokfoltos trágyatúrót (*Euoniticellus pallipes*) újra megtaláltuk a területen.

A különböző fajok eltérő mértékben vonzódtak a három trágyatípushoz, egyesek láthatólag adott trágyá(ka)t preferáltak (marha: *Aphodius granarius*, ló: *Aphodius lividus*, marha-juh: *Copris lunaris*, *Onthophagus taurus*), míg másoknál nem volt ilyen preferencia kimutatható (*Caccobius schreberi*) (2. táblázat).

Az egyes kezelések esetében mért trágyafogyásokat a 2. ábrán ábrázoltuk. Mivel juhtrágyából nem sikerült kellő mennyiséget összegyűjtenünk (kb. 20 kg-ot), így annak vizsgálatát csak egy ismétlésben tudtuk elvégezni, ezért azt nem használtuk a továbbiakban. Az ábrán látható, hogy kb. 10 és 40 % között voltak a fogyás értékek és marhatrágyából általában több fogyott, mint lótrágyából.

Értékelés

Az általunk kimutatott 34 faj és azok funkcionális csoportok közti megoszlása hasonló a mérsékelt éghajlatú európai lokális ganéjtúró közösségek fajszámához és funkcionális összetételéhez (Hanski & Cambefort 1991). Bugacról korábbi faunisztikai vizsgálatokkal kb. 50 trágyához kötődő fajt mutattak ki, a teljes Kiskunsági Nemzeti Park területéről pedig közel 80-at (Ádám 1987), ezért várható, hogy további gyűjtésekkel, a vizsgálat más évszakban történő megismétlésével újabb fajok is előkerülnek majd.

Azt, hogy egyes ganéjtúró fajok eltérő mértékben vonzódtak a különböző trágyatípusokhoz, így azok közösségei – legalábbis részlegesen – eltérőek egymástól külföldi vizsgálatok már kimutatták (Barbero *et al.* 1999, Dormont *et al.* 2004). Adataink viszonylag kis számára való tekintettel (sok fajt mindössze egy, vagy mindössze néhány példányban gyűjtöttünk), egyelőre még nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket az egyes fajok trágyapreferenciájára, generalista vagy specialista mivoltára.

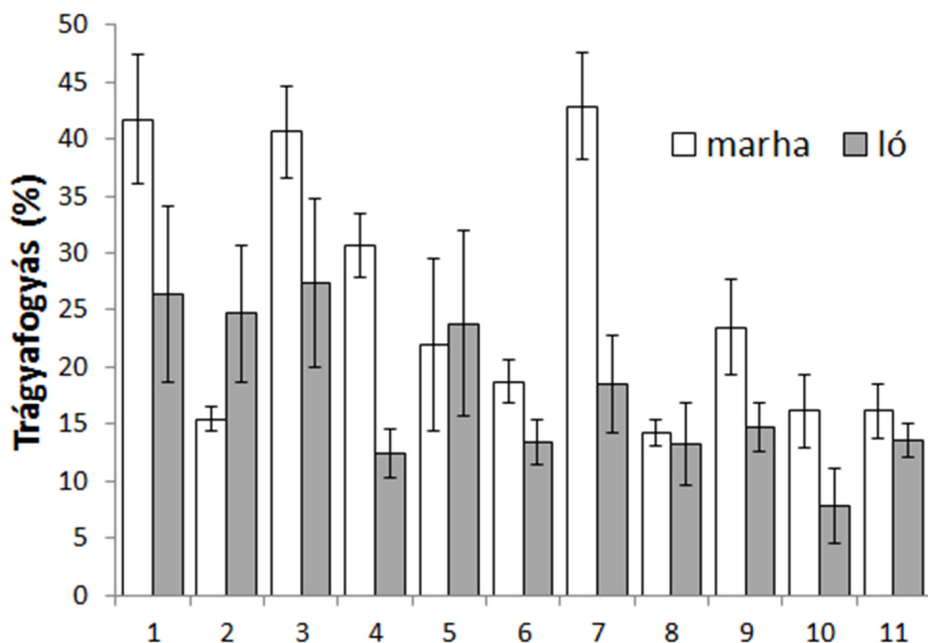
2. táblázat. A gyűjtött fajok és mennyiségük talajcsapda-típusonként. Az egyes oszlopok nevében szereplő betűk a trágyatípust (M – marha, L – ló, J – juh) jelentik, a számok az alkalmazott poharak számát (1 = 1 nagy felcsalizott pohár, 5 = 5 kis pohár a trágyakupac körül), az „összes” pedig a kettőt együtt. Az aláhúzott fajokat csak egyeléssel gyűjtöttük. A funkcionális csoportok rövidítései: T – nagy alagutásó, t – kis alagutásó, D – társbérő.

Ganéjtűró fajok	Funkciós csoport	M1	M5	M összes	L1	L5	L összes	J1	J5	J összes	Összesen
<i>Copris lunaris</i>	T	5	8	13	0	1	1	1	9	10	24
<u><i>Geotrupes mutator</i></u>	T										
<u><i>Geotrupes spiniger</i></u>	T										
<i>Caccobius schreberi</i>	t	9	3	12	7	2	9	7	2	9	30
<i>Euoniticellus fulvus</i>	t	16	4	20	32	6	38	3	2	5	63
<i>Euoniticellus pallipes</i>	t	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i>	t	0	0	0	1	2	3	0	0	0	3
<i>Onthophagus (Onthophagus) illyricus</i>	t	2	1	3	0	0	0	0	0	0	3
<i>Onthophagus (Onthophagus) taurus</i>	t	113	29	142	8	1	9	46	17	63	214
<u><i>Onthophagus (Palaeonthophagus) fracticornis</i></u>	t										
<u><i>Onthophagus (Palaeonthophagus) gibbulus</i></u>	t										
<u><i>Onthophagus (Palaeonthophagus) lemur</i></u>	t										
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) nuchicornis</i>	t	8	8	16	8	1	9	2	2	4	29
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) ruficapillus</i>	t	1	0	1	0	3	3	0	0	0	4
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) vacca</i>	t	0	0	0	3	0	3	0	0	0	3
<u><i>Aphodius (Acanthobodilus) immundus</i></u>	D										
<u><i>Aphodius (Agrilinus) sordidus</i></u>	D										
<i>Aphodius (Aphodius) fimetarius</i>	D	2	0	2	2	2	4	3	1	4	10
<i>Aphodius (Calamosternus) granarius</i>	D	1	22	23	1	4	5	0	1	1	29
<i>Aphodius (Chilothorax) distinctus</i>	D										
<i>Aphodius (Chilothorax) melanostictus</i>	D	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
<u><i>Aphodius (Copriformus) scrutator</i></u>	D										
<i>Aphodius (Esymus) merdarius</i>	D	0	0	0	3	0	3	0	0	0	3

2. táblázat (folytatás)

Ganéjtűrő fajok	Funkciós csoport										
		M1	M5	M összes	L1	L5	L összes	J1	J5	J összes	Összesen
<i>Aphodius (Agrilinus) sordidus</i>	D										
<i>Aphodius (Aphodius) fimetarius</i>	D	2	0	2	2	2	4	3	1	4	10
<i>Aphodius (Calamosternus) granarius</i>	D	1	22	23	1	4	5	0	1	1	29
<i>Aphodius (Chilothorax) distinctus</i>	D										
<i>Aphodius (Chilothorax) melanostictus</i>	D	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
<i>Aphodius (Coprimorphus) scrutator</i>	D										
<i>Aphodius (Esymus) merdarius</i>	D	0	0	0	3	0	3	0	0	0	3
<i>Aphodius (Eudolus) quadriguttatus</i>	D	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Aphodius (Euorodalus) paracoenosus</i>	D	47	12	59	15	1	16	68	5	73	148
<i>Aphodius (Eupleurus) subterraneus</i>	D										
<i>Aphodius (Labarrus) lividus</i>	D	0	3	3	56	22	78	0	0	0	81
<i>Aphodius (Melinopterus) prodromus</i>	D										
<i>Aphodius (Nialus) varians</i>	D	0	1	1	2	1	3	0	0	0	4
<i>Aphodius (Othophorus) haemorrhoidalis</i>	D	1	2	3	0	0	0	1	0	1	4
<i>Aphodius (Subrinus) sturmi</i>	D	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Aphodius (Trichonotulus) scrofa</i>	D	20	15	35	12	0	12	22	5	27	74
<i>Euheptaulacus sus</i>	D	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Oxyomus sylvestris</i>	D	1	0	1	2	1	3	6	2	8	12
Összesen		228	108	336	153	48	201	160	47	207	744

Mivel galacsinhajtó nem volt kimutatható a területen, és a társbélők fogyasztása is csak igen kismértékűnek bizonyult, a legfőbb trágyafogyasztónak az alagútások, azon belül is a kis alagútások bizonyultak. Nagy számuk miatt az általuk elásott trágya mennyisége volt a legjelentősebb az összes funkcionális csoport közül. Ez főként a marhatrágya fogyások esetében látszik, azoknál a kezeléseknél, amelyek átengedték ezen funkcionális csoportot (1, 3, 4, 5, 7, 9). A nagy alagútások bár egyenként jóval több trágyát hordanak el, mint a kicsik, viszonylag alacsony egyedszámuk miatt kevésbé voltak jelentősek. A kontrollok (10, 11) esetében is észleltünk kb. 10-15 %-os fogyást, ez néhány, a kis alagútásokat kizáró kezelés (2, 6, 8) fogyásával hasonló nagyságrendű. A trágyafogyás pontos kimé-



2. ábra. Az egyes kezelések során mért trágyafogyások. A vízszintes tengelyen a kezelések sorszáma, a fehér oszlopokon a marhatrágya, a szürke oszlopokon a lótrágya százalékos fogyásértékei láthatók a standard hibásávokkal. A kezelések által kizárt csoportok: (1) D+ T+ t+ R+ r+, (2) D+ T- t- R+ r+, (3) D+ T- t+ R+ r+, (4) D+ T+ t+ R- r-, (5) D+ T+ t+ R- r+, (6) D+ T- t- R- r-, (7) D+ T- t+ R- r+, (8) D+ T- t- R- r+, (9) D+ T- t+ R- r-, (10) D- T- t- R- r-, (11) D- T- t- R- r-. A rövidítések az 1. táblázat szerint: D – társbélő, T – nagy alagútásó, t – kis alagútásó, R – nagy galacsinhajtó, r – kis galacsinhajtó, + hozzáférés, - kizárás.

rését nehezítette, hogy a vizsgálat ideje alatt néhány özönvízszerű zivatar hatására több kezelési egység is elmosódott.

A módszertan szempontjából az első év több értékes tapasztalattal bírt: (1) érdemes faunisztikai elővizsgálatokkal megbizonyosodni, hogy a területen élnek-e galacsinhajtók, amennyiben nem, csak 5 kezeléstípus szükséges; (2) a trágyakupacok viszonylag gyors kiszáradása miatt rövidebb vizsgálati idő is elégséges; (3) a nagy talajcspadák hatékonyabbnak bizonyultak a kicsiknél; (4) ezekhez nagyobb, lassabban kiszáradó trágyacsali szükséges; (5) a szélsőséges időjárás ellen célszerű védeni (pl. tetővel) a kezelési egységeket; (6) a vizsgálat szempontjából kulcsfontosságú a trágya friss és száraztömege közti különbség pontos kimérése, amit célszerű nem egy átlagérték, hanem az adott minta kettéosztásával (fele terepre, fele laborba) meghatározni.

A vizsgálatot a továbbiakban – a hazai és külföldi tapasztalatok alapján finomítva a módszert – további helyszíneken és évente többször megismételve tervezzük elvégezni. Terveink között szerepel több hazai régió és élőhelytípus ganéjtúró-közösségének kvantitatív vizsgálata, valamint a legjelentősebb hazai vad patások trágyájának vizsgálatba való bevonása is.

Köszönetnyilvánítás – Köszönjük az ALTER-Net ganéjtúros multi-site experiment projekt koordinátorának és vezetőjének, Tanja Milotić-nak és Maurice Hoffmann-nak a kutatásban való részvétel lehetőségét. Köszönjük a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságának, Vajda Zoltánnak, Sipos Ferencnek és Lucza Márknak, továbbá Kanyó Lászlónak, a Bugacpuszta Kft-nek, Fekete Sándornak, Soltész Zoltánnak és Lengyel Atilának a munkánkhoz nyújtott segítségét. A kutatás anyagi feltételeit az ALTER-Net és Báldi András MTA Lendület pályázata biztosította.

Irodalomjegyzék

- Ádám, L. (1987): Scarabaeoidea (Coleoptera) of the Kiskunság National Park. – In: Mahunka, S. (szerk.): *The Fauna of the Kiskunság National Park II*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 208–220.
- Ádám, L. (1994): A check-list of the Hungarian Scarabaeoidea with the description of ten new taxa (Coleoptera). – *Fol. Ent. Hung.* **55**: 5–17.
- Barbero, E., Palestini, C. & Rolando, A. (1999): Dung beetle conservation: effects of habitat and resource selection (Coleoptera: Scarabaeoidea). – *J. Insect Conserv.* **3**(2): 75–84.
- Carpaneto, G. M., Maziotta, A. & Valerio, L. (2007): Inferring species decline from collection records: roller dung beetles in Italy (Coleoptera, Scarabaeidae). – *Divers. Distrib.* **13**: 903–919.
- Davis, A. L. D., Scholtz, C. H., Dooley, P. W., Bham, N. & Kryger, U. (2004): Scarabaeine dung beetles as indicators of biodiversity, habitat transformation and pest control chemicals in agroecosystems: review article. – *S. Afr. J. Sci.* **100**: 415–424.
- Dormont, L., Epinat, G. & Lumaret, J. P. (2004): Trophic preferences mediated by olfactory cues in dung beetles colonizing cattle and horse dung. – *Environ. Entomol.* **33**(2): 370–377.
- Endrődi, S. (1956): Lemezescsapú bogarak – Lamellicornia. – In: *Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae)*, IX, 4. Akadémiai Kiadó, Budapest, 188 p.
- Hanski, I. A. & Cambefort, Y. (szerk.) (1991): *Dung beetle ecology*. – Princeton University Press, Princeton, 481 p.
- Hoffmann, M., Milotić, T. & D'hondt, B. (2013): The role of dung beetle assemblages in dung removal / decomposition, secondary seed dispersal, and seed germination along a biogeographical / climatological gradient. – *ALTER-Net: A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network*. <http://www.alter-net.info/outputs/conf-2013/presentations/wed/mse/maurice-hoffmann-et-al/view> [Hozzáférés: 2015. február 8.]
- Kryger, U. (2009): The importance of dung beetles in ecosystems. – In: Scholtz, C. H., Davis, A. L. V. & Kryger, U. (Eds.): *Evolutionary Biology and Conservation of Dung Beetles*. Pensoft Publishers, Sofia, pp. 389–420.
- Lobo, J. M. (2001): Decline of roller dung beetle (Scarabaeinae) populations in the Iberian peninsula during the 20th century. – *Biol. Conserv.* **97**: 43–50.

- Merkel, O. (1997): Élet a trágyában: a ganéjtűrők harca a táplálékért. – *Természet Világa* **128**(8): 362–365.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcuita, S. & Favila, M. E. (2008): Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. – *Biol. Conserv.* **141**: 1461–1474.
- Ridsdill-Smith, T. J. & Edwards, P. B. (2011): Biological control: ecosystem functions provided by dung beetles. – In: Simmons, L. W. & Ridsdill-Smith, J. (Eds.) (2011): *Ecology and Evolution of Dung Beetles*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, pp. 254–266.
- Scholtz, C. H., Davis, A. L. V. & Kryger, U. (szerk.) (2009): *Evolutionary Biology and Conservation of Dung Beetles*. – Pensoft Publishers, Sofia, 567 p.
- Simmons, L. W. & Ridsdill-Smith, J. (szerk.) (2011): *Ecology and Evolution of Dung Beetles*. – Wiley-Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, 347 p.
- Spector, S. (2006): Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. – *Coleopts. Bull.* **60**(5): 71–83.

Függelék

A cikkhez tartozó Online Függelék a folyóirat honlapján található.

Függelék 1: Az egyes funkcionális csoportok elméleti fogyasztásának kiszámolása.

Study of the role of dung beetles in recycling dung at Bugac, Hungary

László Somay^{1,2}, Réka Ádám^{1,3} and Gergely Boros¹

¹*HAS Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany,
H-2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4, Hungary*

²*Szent István University, Doctoral School of Environmental Sciences,
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1, Hungary*

³*Eötvös Loránd University, Doctorate School in Biology,
H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, Hungary
e-mail: somay.laszlo@okologia.mta.hu*

In collaboration with an international investigation we experimentally examined decomposition scales of Hungarian dung beetle assemblages on dung of the three most significant grazer species of livestock (horse, cattle, sheep). The study site was in Kiskun LTER, Bugacpuszta, Kiskunság. Removal and consumption activity of five functional groups (dwellers, large tunnelers, small tunnelers, large rollers, small rollers) of dung beetles were examined separately and combined with exclusion method. Beetle communities were sampled with two kinds of pitfall traps which were collected 744 individuals of 23 species in total. Further 11 species were detected by additional hand collecting. Found species representing only 3 functional groups: small tunnelers (12 species), large tunnelers (3 species) and dwellers (19 species). Rollers were not found, however, *Euoniticellus pallipes*, a species very rare in Hungary, was present. Dung beetle species were attracted variously to different herbivore's dungs. Most important dung consumers were small tunnelers, consumption rates in enclosures varied between 10-40 %.

Keywords: Scarabaeidae, Geotrupidae, Kiskun LTER, Kiskunság, ecosystem services