

Silva Gabreta	vol. 25	p. 15–24	Vimperk, 2019
---------------	---------	----------	---------------

Koprofágní vrubounovití (Scarabaeidae) a chrobákovití (Geotrupidae) brouci na vybraných lokalitách Šumavy a jejich odpověď na aplikaci antiparazitik u hospodářských zvířat

Dung beetles (Scarabaeidae & Geotrupidae) and their response to antiparasitic treatment of livestock in selected localities of the Bohemian Forest

Lucie Ambrožová^{1,2,*}, František X. J. Sládeček^{1,2} & Lukáš Čížek¹

¹ Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Entomologický ústav, Branišovská 1160/31, CZ-37005 České Budějovice, Česká republika

² Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita, Branišovská 1760, CZ-37005 České Budějovice, Česká republika

* L.Ambrozova@seznam.cz

Abstract

The diversity of dung beetles and the effect of antiparasitic drug administration were studied at 6 sites in southern part of Bohemian Forest during spring, summer and autumn 2018. In total 20 species of Scarabaeidae (n = 9430) and 4 species of Geotrupidae (n = 85) were collected by floating dung in water. The most abundant species were *Melinopterus sphaelatus* (n = 6799), *Melinopterus prodromus* (n = 1384) and *Nimbus contaminatus* (n = 294), most significant species was *Euorodalus coenosus* from Czech Red list. We also observed endangered *Emus hirtus* (Staphylinidae) on two sites. Significantly higher number of species and abundance were recorded on non-treated pastures. Species that spend the longest period in the dung avoid dung of freshly treated animals.

Key words: Dung beetles, conservation, Bohemian Forest, antiparasitics

ÚVOD

Území Národního parku (dále jen NP) Šumava je asi z 9 % tvořeno bezlesím, z čehož se na části uplatňuje i pastevní management. Na pastvu je vázáno široké spektrum bezobratlých, včetně koprofilního a koprofágního hmyzu, který využívá trus velkých savců jako potravu, úkryt či lovecké teritorium. Koprofágní hmyz, zejména pak brouci, mají v ekosystému významnou roli – podílí se na odstraňování trusu, čímž přispívají k sekundárnímu roznosu semen, urychlení živinového koloběhu, snižují množství krev sajících much a výskyt nemocí jimi přenášených (např. habronematóza, PUGH et al. 2014) a redukují množství parazitů na pastvině (NICHOLS et al. 2008, SANDS & WALL 2017). Ačkoli je jejich ekologický význam nepopíratelný, v současnosti koprofágní brouci ubývají v souvislosti se stále intenzivnějším

zemědělstvím (HUTTON & GILLER 2003). Příčinou úbytku je nejen celkový úbytek pastvin, ale i plošné léčení hospodářských zvířat přípravky, které kromě vnitřních parazitů efektivně hubí i koprofágní hmyz (METERA et al. 2010, LUMARET et al. 2012).

Recentní rozšíření koprofágních brouků na Šumavě je částečně známé například z prací ŠLACHTA et al. (2008) a TÝR (2017). Pro potřeby NP Šumava je však třeba detailnější znalost rozšíření brouků, proto zde od roku 2018 monitorujeme vrubounovité (Scarabaeidae) a chrobákovité (Geotrupidae) brouky. V této práci prezentujeme výsledky z prvního roku monitoringu v jižní části NP Šumava. Zaměřili jsme se i na rozdíly v rozmanitosti a početnosti brouků mezi pastvinami s odčervenými a neodčervenými zvířaty.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkum proběhl ve třech termínech v roce 2018 (17.–18. 5., 28.–29. 7. a 4. 10.). Ve spolupráci se Správou NP Šumava a na základě předjednaného odčervovacího schématu bylo vybráno 6 lokalit na Stožecku a Novopečku, které jsou paseny koňmi, skotem a ovce. Od každého druhu herbivora jsme vybrali dvě pastviny – jednu, kde měla být zvířata na jaře odčervena a jednu se zvířaty neodčervenými (nebo alespoň 6 týdnů po odčervení, kdy už by vliv antiparazitik neměl být pozorovatelný). Na doporučení veterináře nebo z jiných důvodů však na některých lokalitách majitelé odčervili zvířata v jinou než smlouvenou dobu, proto uvedená doba odčervení neodpovídá plánovanému designu.

Popis lokalit

Na sledovaných lokalitách jsme zaznamenávali druh hospodářských zvířat a způsob jejich odčervování před a v průběhu sezóny 2018, typ pastviny a její orientaci. Obr. 1 zobrazuje mapu a rozmístění sledovaných lokalit. Čísla uvedená v závorce v popisu odpovídají číslům lokalit v mapě.

Nová Pec – Láz, koně (1) – severovýchodně orientovaný výběh s koňmi a kozami, tráva nakrátko spasena, místy s trsy kopřiv (*Urtica* sp.); koně odčerveni kolem 30. 4. Noromectinem (ivermektin), GPS 48.7795436 N, 13.9305106 E, 785 m n. m.

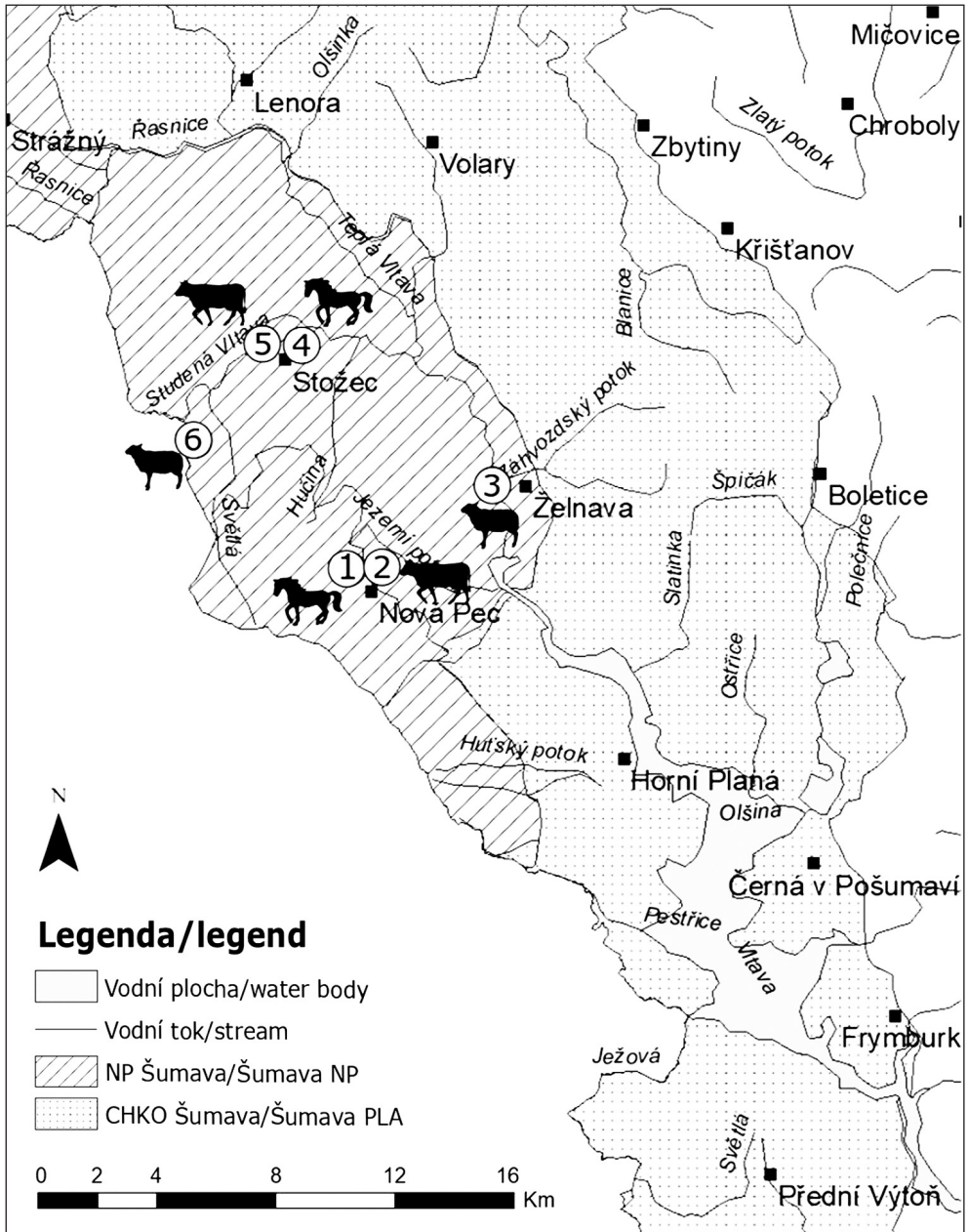
Nová Pec – Láz, skot (2) – severovýchodně orientované mezické louky (mezi sběry se skot přeháněl); odčerveno 31. 7. Closamectinem (ivermektin + closantel), GPS 48.7876683 N, 13.9300800 E (V, X) a 48.7804564 N, 13.9326933 E (VII), 755 m n. m.

Želtnava – Slunečná, ovce (3) – vlhké louky se sítinami (*Juncus* sp.) a skupinami stromů v údolí potoka; odčerveno 2. 1. ivermektinem, GPS 48.8209878 N, 13.9699814 E, 790 m n. m.

Stožec, koně (4) – jihozápadně orientovaná vlhká louka, místy se sítinami (*Juncus* sp.); odčerveno 20. 5. Noromectinem (ivermektin), GPS 48.8529442 N, 13.8269253 E, 795 m n. m.

Stožec, skot (5) – jihozápadně orientovaný svah, sušší louka; neodčervováno nikdy, GPS 48.8557617 N, 13.8224472 E, 800 m n. m.

Nové Údolí, ovce (6) – severně orientované vlhčí louky se skupinami stromů (mezi sběry se ovce přeháněly mezi sousedícími pastvinami); odčerveno 30. 4. ivermektinem, GPS 48.8245225 N, 13.7998114 E (V) a 48.8266189 N, 13.7976528 E (VII, X), 850 m n. m.



Obr. 1. Mapa studovaných lokalit. Vysvětlivky: 1 – Nová Pec – Láz, koně; 2 – Nová Pec – Láz, skot; 3 – Želnavá – Slunečná, ovce; 4 – Stožec, koně; 5 – Stožec, skot; 6 – Nové Údolí, ovce.

Fig. 1. Map of studied sites. Description: 1 – Nová Pec – Láz, horses; 2 – Nová Pec – Láz, cattle; 3 – Želnavá – Slunečná, sheep; 4 – Stožec, horses; 5 – Stožec, cattle; 6 – Nové Údolí, sheep.

Sběr a determinace hmyzu

Při každé návštěvě pastviny byly sebrány 2–4 dny staré exkrementy (10 kusů u koní a skotu; u ovcí 20 ks – ovčí exkrement je menší a je v něm méně hmyzu než v kravském či koňském). Brouky jsme získali rozmytím trusu vodou (koně a skot), v případě ovcí jsme rozlupovali trus pomocí tvrdé pinzety. Kromě trusu jsme zběžně prozkoumali i travní drn a zem pod trusem. Brouci byli determinováni s pomocí odborné literatury (TESAŘ 1957, STEBNICKA 1976, DELLACASA & DELLACASA 2006). Nomenklatura je sjednocena dle monografie LÖBL & LÖBL 2016. Pod jménem *Aphodius pedellus* uvádíme i jedince, kteří mohou náležet k druhu *Aphodius fimetarius*. Tento problematický druhový komplex lze zatím spolehlivě rozlišit pouze karyologicky a na našem území se vyskytují druhy oba (MIRALDO et al. 2014). Všechny dokladové exempláře jsou uloženy na Entomologickém ústavu BC AV ČR v Českých Budějovicích.

Analýza dat

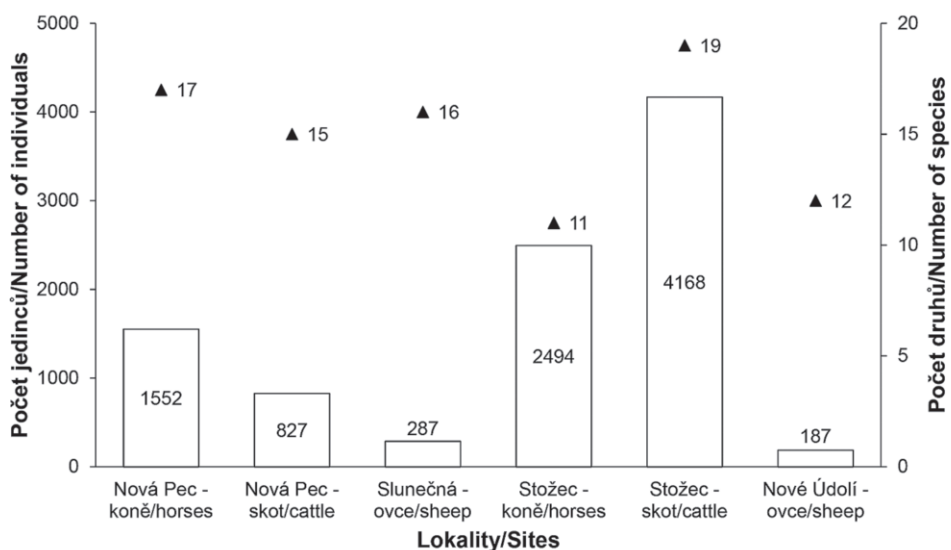
Rozdíly v abundanci a druhové bohatosti mezi pastvinami s odčerveními a neodčerveními zvířaty byly testovány pomocí analýzy variance v programu R (2018). V analýze odpovědi druhů na odčervování byly použity druhy, které byly zastoupeny nejméně v 10 vzorcích. Vliv sezóny, lokality a druhu herbivora byl odstraněn jako kovariáta, vysvětlující proměnnou bylo podání antiparazitik (odčerveno-neodčerveno). Odpověď jsme analyzovali za pomoci parciální kanonické korespondenční analýzy (CCA) s Monte-Carlo permutačním testem (999 permutací v blocích definovaných sezónou) na logaritmicky transformovaných datech. Vliv doby uplynulé od podání odčervovacího přípravku byl testován pomocí parciální CCA na logaritmovaných datech z odčervěných pastvin, s druhy zastoupenými nejméně v 5 vzorcích, jako kovariáta vystupovala sezóna, testovalo se opět Monte-Carlo permutačním testem o 999 permutacích. Obě analýzy mnohorozměrných dat byly provedeny v programu CANOCO 5 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2012).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Během průzkumu bylo na uvedených lokalitách zachyceno 9430 jedinců zastupujících 20 druhů brouků z čeledi Scarabaeidae a 85 jedinců zastupujících 4 druhy z čeledi Geotrupidae. Nejčastějšími druhy byli hnojníci *Melinopterus sphaelatus* ($n = 6799$) a *M. prodromus* ($n = 1384$), dva z nejběžnějších druhů jara a podzimu, jejichž larvy se vyvíjí mimo trus, většinou na zahnívající rostlinné hmotě, a proto se na jejich stavech odčervování vůbec nemusí projevit (GITTINGS & GILLER 1997). Třetím nejčastějším druhem byl hnojník *Nimbus contaminatus* ($n = 294$), poměrně vzácný druh, ze Šumavy je však jeho recentní výskyt uváděn z více lokalit (JUŘENA et al. 2008, TÝR 2017). Pozoruhodný je i nález hnojníka *Euorodalus coenosus* na neodčervěné pastvině, který je v Červeném seznamu (KRÁL & BEZDĚK 2017) veden jako zranitelný (VU). Kompletní seznam druhů a počty jedinců na lokalitách jsou uvedeny v Tabulce 1. Mimo naše cílové skupiny jsme pozorovali i dva jedince vzácného drabčička huňatého (*Emus hirtus*), při jarním sběru v koňském výběhu v Nové Peci a v létě u býků na Stožci. Tento druh je v Červeném seznamu (VÁVRA, JANÁK & ŠÍMA 2017) veden jako zranitelný (VU) a je zvláště chráněn vyhláškou č. 395/1992 Sb. jako ohrožený druh (EN). Recentně je stále častěji nalézán i ve vyšších a chladnějších polohách (BIEL et al. 2014).

Nejbohatší lokalitou byla pastvina s neodčervenými býky ve Stožci s 19 druhy a 4168 jedinci, s pozoruhodným masovým výskytem brouků v podzimmním sběru ($n = 3672$), druhové i početní zastoupení na studovaných lokalitách je zobrazeno na Obr. 2. Jako druhové i početně nejchudší vychází ovčí pastviny v Novém Údolí s celkově 12 druhy a 187 jedinci, což mohlo být způsobeno pozdním začátkem pastvy kvůli dlouhé zimě – v tomto případě byly ovce na lokalitu přivezeny teprve večer 16. 5., sběr proběhl k večeru 17. 5., přesto je jeden den příliš krátká doba na to, aby brouci z okolí pastvinu našli a plně kolonizovali. Jarní sběry mohou být mírně zkreslené nepříznivým počasím (chladno a deštivo dva dny před sběry) a jejich druhové složení mírně zpožděnou fenologií, kdy v květnu dominovaly druhy časného jara (*M. prodromus*, *M. sphacelatus*), zatímco typické druhy pro pozdní jaro (BYK & WEGRZYNOWICZ 2015) byly zaznamenány jen v ojedinělých případech (*Esymus pusillus*, *E. coenosus*).

Pastviny s neodčervenými zvířaty hostily více jedinců (ANOVA: $F_{1,222} = 18,01$; $p < 0,001$) i více druhů brouků než odčervené (28,14 % z vysvětlitelné variability, $F = 8,5$; $P = 0,001$; ANOVA: $F_{1,222} = 53,11$; $p < 0,001$; Obr. 3a). Jako významná proměnná se ukázala i doba po podání odčervovacího přípravku (15,18 % vysvětlené variability, $F = 3,4$; $P = 0,001$; Obr. 3b). Druhy, které jsou v kontaktu s trusem nejdéle (*Agrilinus ater*, *A. pedellus*, *Teuchestes fossor*, *Otophorus haemorrhoidalis*; SLÁDEČEK et al. 2013) jsme v trusu nacházeli až s přibývajícím týdnem po odčervení. To naznačuje, že se tyto druhy trusu zvířat čerstvě po odčervení spíše vyhýbají a vrací se až po několika týdnech, když už pro ně rezidua antiparazitik nejsou toxická. Ve všech případech se jedná o zvířata velmi běžná, která tvoří podstatnou část broučí biomasy, a která se významně podílí na dekompozici trusu. Populační změny právě u těchto běžných a abundantních druhů mohou nejvíce pozměnit dynamiku dekompozice trusu a na ní navázaných dalších ekologických služeb (MILOTIĆ et al. 2018).



Obr. 2. Celkové počty jedinců (sloupce) a druhů (trojúhelníky) zachycených na studovaných lokalitách.
Fig. 2. Total number of individuals (bars) and number of species (triangles) captured on the studied sites.

Tabulka 1. Seznam druhů koprofilních brouků zaznamenaných na studovaných lokalitách v průběhu sezóny 2018 včetně stupně jejich ohrožení (status dle BEZDĚK & KRÁL 2017). VU = zranitelný.

Table 1. List of dung beetle species captured on observed localities during the season 2018, including their conservation status BEZDĚK & KRÁL 2017). VU = vulnerable.

Čeďed*/Family Druh (status) /Species (Status)	Nová Pec skot/cattle		Nová Pec koně/horses		Slunečná ovce/sheep		Stožec koně/horses		Stožec skot/cattle		Nové Údoli ovce/sheep		Celkem Total				
	V	VII	V	VII	V	VII	V	VII	V	VII	V	VII		X			
Geotrupidae																	
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1791)	7		1	2	10					1	3	3	1	5	8		
<i>Geotrupes spiniger</i> (Marsham, 1802)				14		1							2				
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	1			7				2		14							
<i>Trypocopris vernalis</i> <i>vernalis</i> (Linnaeus, 1758)								3									
Scarabaeidae																	
<i>Acrossus depressus</i> (Kugelann, 1792)	4		1	1		6	3		1	7	1	1	6	4	37	11	
<i>Acrossus rufipes</i> (Linnaeus, 1758)		2		12	4		3		1			1	6	1			
<i>Agrilinus ater</i> (De Geer, 1774)	2					12											
<i>Aphodius pedellus</i> (De Geer 1774)	19	15	4	3	5	1	5	2	2	7	12	6	6	42		6	129
<i>Bodilopsis rufa</i> (Moll, 1782)		1			8		1		5			14					29
<i>Calamosternus granarius</i> (Linnaeus, 1767)						21										1	22
<i>Colobopterus erraticus</i> (Linnaeus, 1758)	13			1		7	3			115	54	1					194

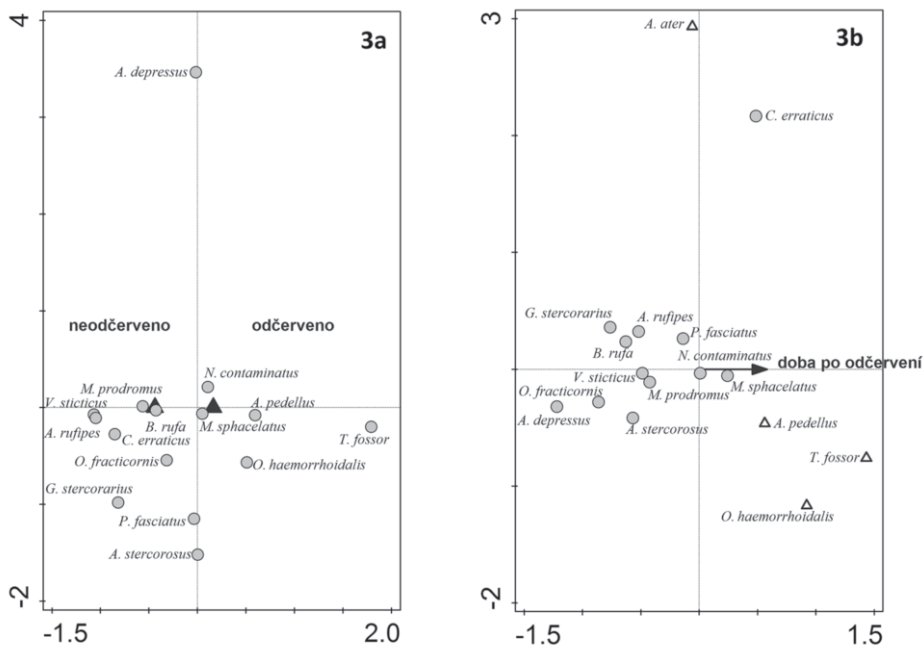
Tabulka 1. Pokračování /Table 1. Continued

Čeleď/Family Druh (status) /Species (Status)	Nová Pec skot/cattle		Nová Pec koně/horses		Slunečná ovce/sheep		Stožec koně/horses		Stožec skot/cattle		Nové Údolí ovce/sheep			Celkem Total			
	V	VII	X	V	VII	X	V	VII	X	V	VII	X					
<i>Eymus pusillus pusillus</i> (Herbst 1789)				1		2			4	1				8			
<i>Euorodalus coenosus</i> (Panzer, 1798) (VU)								1						1			
<i>Chilothorax distinctus</i> <i>distinctus</i> (O.F. Müller 1776)											2	1		3			
<i>Limarus maculatus</i> (Sturm, 1800)														1			
<i>Melinopterus prodromus</i> (Brahm, 1790)	3	43	573	128	52		83	66	366	1			13	1384			
<i>Melinopterus sphaelatus</i> (Panzer, 1798)	5	496	339	347	26		1132	94	3082	1			37	6799			
<i>Nimbus contaminatus</i> (Herbst, 1783)		2		73			78		140				1	294			
<i>Onithophagu (Palaeonithophagus)</i> <i>fracicornis</i> (Preysler, 1790)	3	4	6	1		1	1	1	2	1	1	4		25			
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (Linnaeus, 1758)	46							14	17			3	1	81			
<i>Oxyomus sylvestris</i> (Scopoli, 1763)					1									1			
<i>Planolinus fasciatus</i> (A.G. Olivier, 1789)		7		1					17				55	84			
<i>Teuchestes fossor</i> (Linnaeus, 1758)	88	62	1	1	1			29	15					197			
<i>Volinus sticticus</i> (Panzer, 1798)			2	3	9	1								51			
Celkem/Total	191	78	558	927	137	17	133	1174	25	1295	358	138	3672	45	27	115	9515
Celkem druhů/Total species	11	3	7	9	13	8	10	5	6	5	12	11	13	5	5	8	24

ZÁVĚR

V rámci průzkumu na šesti lokalitách jižní části NP Šumava byl zaznamenán výskyt 20 druhů koprofilních a koprofágních brouků čeledi Scarabaeidae, 4 druhů čeledi Geotrupidae. Mezi nejčastějšími druhy byli hnojníci *Melinopterus prodromus* a *M. sphacelatus*. Pro Šumavu jsou významné nálezy vzácného hnojníka *Nimbus contaminatus*, který zde má silné populace, hnojníka *Euorodalus coenosus* (v Červeném seznamu veden v kategorii VU, zranitelný) a dvě pozorování zákonem chráněného drabčička huňatého (*Emus hirtus*, v zákoně v kategorii EN (ohrožený), v Červeném seznamu v kategorii VU).

Pastviny, kde zvířata nebyla odčervena, hostily větší počet druhů brouků. Druhy, které jsou vzhledem ke své biologii v kontaktu s trusem nejdéle, se trusu čerstvě odčerveneých zvířat spíše vyhýbají. Je tedy třeba vhodně skloubit potřebu odčervení hospodářských zvířat a zároveň ochranu koprofágního hmyzu, jakožto poskytovatele důležitých ekologických funkcí a služeb. Pro podporu diverzity koprofágních brouků doporučujeme omezit použití antiparazitik na co nejmenší míru, volit co nejšetrnější přípravky, nebo odčervovat mimo období aktivity koprofágních brouků.



Obr. 3. Ordinační diagram pro parciální CCA analýzu vlivu odčervování (1. osa vysvětluje 28,1 % z vysvětlitelné variability, $F = 8,5$, $P = 0,001$; **Obr. 3a**) a doby po odčervení (1. osa vysvětluje 15,2 % z vysvětlitelné variability, $F = 3,4$, $P = 0,001$; **Obr. 3b**) na společenstvo koprofilních a koprofágních brouků. Prázdnými trojúhelníky označeny druhy, které jsou v kontaktu s trusem nejdéle.

Fig. 3. Ordination diagram of partial CCA of the effect of antiparasitic treatment (first axis explains 28.1% of explainable variation, $F = 8.5$, $P = 0.001$; **Fig. 3a**) and time after antiparasitic administration on dung beetle community (first axis explains 15.2% of explainable variation, $F = 3.4$, $P = 0.001$; **Fig. 3b**). Species that spend the longest period in the dung pat are labeled with empty triangles. Odčerveno = treated with antiparasitics, neodčerveno = not treated, doba po odčervení = time after antiparasitics administration.

Poděkování. Průzkum vznikl za podpory Správy NP Šumava. Za pomoc s determinací patří poděkování A. Bezděkovi z Entomologického ústavu BC AV ČR. Recenzentovi děkujeme za užitečné komentáře.

LITERATURA

- BIEL P., KRAWCZYNSKI R., LYSAKOWSKI B. & WAGNER H. G., 2014: *Emus hirtus* in Niedersachsen (Germany) and Europe: contribution to the knowledge of the ecology and distribution of a locally endangered rove-beetle. *Entomologische Berichten*, 74(1–2): 75–80.
- BYK A. & WĘGRZYNOVICZ P., 2015: The structure and seasonal dynamics of coprophagous Scarabaeoidea (Coleoptera) communities in later developmental stages of pine stands in NW Poland. *Journal of the Entomological Research Society*, 17(3): 39–57.
- DELLACASA G. & DELLACASA M., 2006: *Coleoptera: Aphodiidae, Aphodiinae. Fauna d'Italia [Coleoptera: Aphodiidae, Aphodiinae. Fauna of Italy]*. Calderini, 484 pp. (in Italian).
- GITTINGS T., & GILLER P. S., 1997: Life history traits and resource utilisation in an assemblage of north temperate Aphodius dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Ecography*, 20(1): 55–66.
- HUTTON S. A., & GILLER P. S., 2003: The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 40(6): 994–1007.
- JURENA D., TÝR V. & BEZDĚK A., 2008: Příspěvek k faunistickému výzkumu listorohých brouků (Coleoptera: Scarabaeoidea) na území České republiky a Slovenska [Contribution to the faunistic research on Scarabaeoidea (Coleoptera) in the Czech Republic and Slovakia]. *Klapalekiana*, 44: 17–176. (in Czech).
- KRÁL D. & BEZDĚK A., 2017: Scarabaeoidea (vrubounovití). In: *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí [Red List of threatened species of the Czech Republic. Invertebrates]*, HEJDA R., FARKAČ J. & CHOBOT K. (eds) *Příroda*, Praha, 36: 409–413. (in Czech).
- LÖBL I. & LÖBL D. (eds.), 2016: *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 3. Revised and Updated Edition. Scarabaeoidea – Scirtoidea – Dascilloidea – Buprestoidea – Byrrhoidea*. Brill, 983 pp.
- LUMARET J.P., ERROUSSI F., FLOATE K., ROMBKE J. & WARDHAUGH K., 2012: A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13(6): 1004–1060.
- METERA E., SAKOWSKI T., SŁONIEWSKI K. & ROMANOWICZ B., 2010: Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland—a review. *Animal Science Papers and Reports*, 28(4): 315–334.
- MILOTIĆ T., BALTZINGER C., EICHBERG C., EYCOTT A. E., HEURICH M., MÜLLER J., NORIEGA J.A., MENENDEZ R., STADLER J., ADAM R., BERGMANN T., BILGER I., BUSE J., CALATAYUD J., CIUBUS C., BOROS G., JAY-ROBERT P., KRUS M., MERIEVEE E., MIESSEN G., MUST A., ARDALI E., PEDA E., RAHIMI I., ROHWEDDER D., ROSE R., SLADE E. M., SOMAY L., TAHMASEBI P., ZIANI S. & HOFFMANN M., 2018: Functionally richer communities improve ecosystem functioning: Dung removal and secondary seed dispersal by dung beetles in the Western Palaearctic. *Journal of Biogeography*, 46(1): 70–82.
- MIRALDO A., KRELL F.T., SMALEN M., ANGUS R.B. & ROSLIN T., 2014: Making the cryptic visible—resolving the species complex of *Aphodius fimetarius* (Linnaeus) and *Aphodius pedellus* (de Geer) (Coleoptera: Scarabaeidae) by three complementary methods. *Systematic Entomology*, 39(3): 531–547.
- NICHOLS E., SPECTOR S., LOUZADA J., LARSEN T., AMEZQUITA S. & FAVILA M.E., 2008: Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological conservation*, 141(6): 1461–1474.
- PUGH D.G., HU X.P. & BLAGBURN B., 2014: Habronemiasis: biology, signs, and diagnosis, and treatment and prevention of the nematodes and vector flies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34(2): 241–248.
- R CORE TEAM, 2018: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- SANDS B. & WALL R., 2017: Dung beetles reduce livestock gastrointestinal parasite availability on pasture. *Journal of Applied Ecology*, 54(4): 1180–1189.
- SLÁDEČEK F.X.J., HRČEK J., KLIMEŠ P. & KONVIČKA M., 2013: Interplay of succession and seasonality reflects resource utilization in an ephemeral habitat. *Acta oecologica*, 46: 17–24.
- STEBNICKA Z.T., 1976: *Klucze do oznaczania owadów Polski, Cz. XIX (28a): Chrzyszczce – Coleoptera: Żukowate – Scarabaeidae. Grupa podrodzin: Scarabaeidae laparosticti [The key for identification of Polish species, Vol. 19 (28a): Beetles – Coleoptera: lamellicorn beetles – Scarabaeidae, subfamily group: Scarabaeidae laprosticti]*. Państwowe wydawnictwo naukowe, 139 pp. (in Polish).

- ŠLACHTA M., FRELICH J. & SVOBODA L., 2008: Seasonal biomass distribution of dung beetles (Scarabaeidae, Geotrupidae, Hydrophilidae) in mountain pastures of South-West Bohemia. *Journal of Agrobiological*, 25 (2): 163–176.
- TER BRAAK C.J. & ŠMILAUER P., 2012: *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. Microcomputer power.
- TESAŘ Z., 1957: *Brouci listoroží – Lamellicornia. Díl II. Scarabaeidae – vrubounovití. Laprosticti. Fauna ČSR II [Lamellicorn beetles – Lamellicornia. Part II. Scarabaeidae. Laprosticti. Fauna of Czechoslovak Republic II]*. Nakladatelství Československé Akademie věd, 326 pp. (in Czech).
- TÝR V., 2017: Zajímavé nálezy listorohých brouků (Coleoptera: Scarabaeoidea) v západních Čechách – II [Interesting faunistic records of Scarabaeoidea (Coleoptera) from western Bohemia – II]. – *Západočeské entomologické listy*, 8: 1–14. (in Czech). Online: <http://www.entolisty.cz>.
- VÁVRA J. CH., JANÁK J. & ŠÍMA A., 2017: Staphylinidae (drabčíkovití). In: *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí [Red List of threatened species of the Czech Republic. Invertebrates]*, HEJDA R., FARKAČ J. & CHOBOT K. (eds), *Příroda*, Praha, 36: 421–442. (in Czech).

Received: 29 May 2019

Accepted: 25 June 2019