

TROFICKÁ PREFERENCIA CHROBÁKOV (COLEOPTERA) NA ALPÍNSKÝCH LÚKACH SLOVENSKA

TROPHIC PREFERENCE OF BEETLES (COLEOPTERA) ON ALPINE MEADOWS OF SLOVAKIA

Oto MAJZLAN

Katedra krajinej ekológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Ilkovičova 6, 845 15 Bratislava, e-mail: oto.majzlan@uniba.sk

Abstract: In 2020 we studied the beetle (Coleoptera) communities and their activity in epigaeon of high altitudes of Západné Tatry and Nízke Tatry Mts. Sampling was performed by the soil trap method and yielded a total of 110 species. The collected species were divided into three trophic groups. Zoophagous beetles represented more than 80 % of all the species. Phytophagous species comprise 20 % of the determined species. The beetle community can be characterized by two species: *Pterostichus morio carpathicus* (zoophagus) and *Otiorhynchus arcticus* (phytophagous).

Key words: Coleoptera, trophic groups, alpin meadows, Slovakia

Úvod

Atmosférická depozícia dusíka a síry v horských ekosystémoch je predmetom výskumu na Slovensku už od roku 1990. Plošné poškodenie alpínskych regiónov diaľkovým prenosom emisií má za následok zvýšenie acidity pôdy a vôd. Úroveň kyslých dažďov sa podarilo znížiť v Západnej Európe odsírovacími filtrami pri spaľovaní fosilných palív. Globálna depozícia dusíka sa však neznižila výraznejšie. Vplyv dusíka má dopad na kvalitu biodiverzity, pitnej vody, kvality pôdy.

Plynný dusík N₂ sa nachádza hlavne v atmosfére. Reaktívne zlúčeniny dusíka sú amónne ionty NH₄⁺ alebo dusičňany NO₃⁻. Fixáciu vzdušného kyslíka spracujú mikroorganizmy v pôde, vode alebo ako symbionty s koreňmi rastlín (*Fabaceae*). Dusík sa uvoľňuje do atmosféry pri spaľovaní fosilných palív, hnojením a spôsobuje zvýšenú eutrofizáciu vôd a okysličovanie pôd. Viaceré rastliny sú schopné využiť nadmerné množstvá dusíka. Je už známe, že zvýšený vstup dusíka preferujú napr. *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa* *Sesleria caerulea* a i. Zvýšená depozícia dusíka vedie ku krátkodobej zvýšenej primárnej produkcii (Chuman et al, 2020). Aká je atraktivita stanovišťa pre fytofágnu hmyz je doposiaľ neznáma. Pre poznanie vplyvu dusíka, fosforu je potrebné stanoviť kritickú hranicu záťaže. Preto sa aplikuje experimentálne hnojenie na vybraných plochách (Jalovec, Kráľová hoľa) v národných podmienkach Slovenska. Tým sa simuluje regulovaná depozícia dusíka a vplyv na biodiverzitu. Najzraniteľnejšie ekosystémy sú alpínske lúky (hole), kde je záťaž 15-20 kg N/ha/rok (Bowman et al., 2008). V podmienkach alpínskych lúk je vysoká depozícia, lebo je tu vyšší úhrn zrážok

(najmä snehových) a vyššia spádovosť emisií. Kritická záťaž nutričným dusíkom je na týchto horských plochách plošne najväčšia. Najnižšia atmosférická depozícia dusíka sa vyskytuje v najnižších a suchých oblastiach Slovenska 6 - 7 kg N/ha/rok.

Výskum entomocenóz vo vysokohorských podmienkach Tatier nemá na Slovensku dlhú históriu. Väčšinou sa entomológovia v tejto oblasti orientujú na lesných škodcov drevín. Entomocenózy alpskeho pásma Vysokých Tatier sú jedinečné čo do druhovej skladby, ale i dynamiky, fenológie a aktivity.

Doplnkovým cieľom projektu je zisťovanie zmien v spoločenstve epigeických článkonožcov na sledovaných plochách. V roku 1992 boli spracovali epigeické chrobáky na troch lokalitách Sivý vrch, Brestová a Salatín (Majzlan, Gajdoš, 2007). V alpskom stupni Západných Tatier spracoval spoločenstvá chrobákov (Majzlan, 2003). Pavúky zo sledovaného územia spracoval Gajdoš (1993, 2009). Kosce (Opiliones) z lokality Jalovec spracoval Litavský (2017). Väčšina výsledkov sa týka poznania zmien na fyto biomase, fyto diverzite. O entomofaune máme doposiaľ málo, alebo žiadne údaje.

Sledované územie

V rámci projektu ILTER v podmienkach Slovenska boli vytypované alpské lúky (okolo 1800-1900 m n. m.).

Študijná plocha Jalovec (Ja) sa nachádza v Západných Tatrách v závere Jaloveckej doliny asi 2 km západne od vrcholu Salatína (2047 m n. m.) na hrebeni v nadmorskej výške 1895 m n. m. (obr. 1). Geologické podložia tvoria kyslé granodiority, kyslosť pôdy kolíše od 3-3,8 pH. Rastlinné spoločenstvo tvorí 4 - 11 druhov rastlín vo zväze *Juncion trifidi* asociácie *Junco trifidi-Festucetum supinae*. Dominantnými trávami sú: *Oreochloa disticha*, *Festuca supina*, *Juncus trifidus*, *Agrostis rupestris*, *Poa chaixii*, *Deschampsia flexuosa*. Iné byliny sú zastúpené druhmi: *Campanula alpina*, *Hieracium alpinum*, *Bistorta major*, *Homogyne alpina*, *Vaccinium vitis-idaea*. Machy reprezentujú: *Polytrichum alpinum*, *Polytrichum sexangulare* (Halada et al., 2009). Zvýšená depozícia dusíka má za následok ústup lišajníkov a širokolistnatých bylín (Halada et al., 2016). Geografická poloha je určená súradnicami: 49° 13' 00'' severnej šírky a 19° 40' 32'' východnej dĺžky.

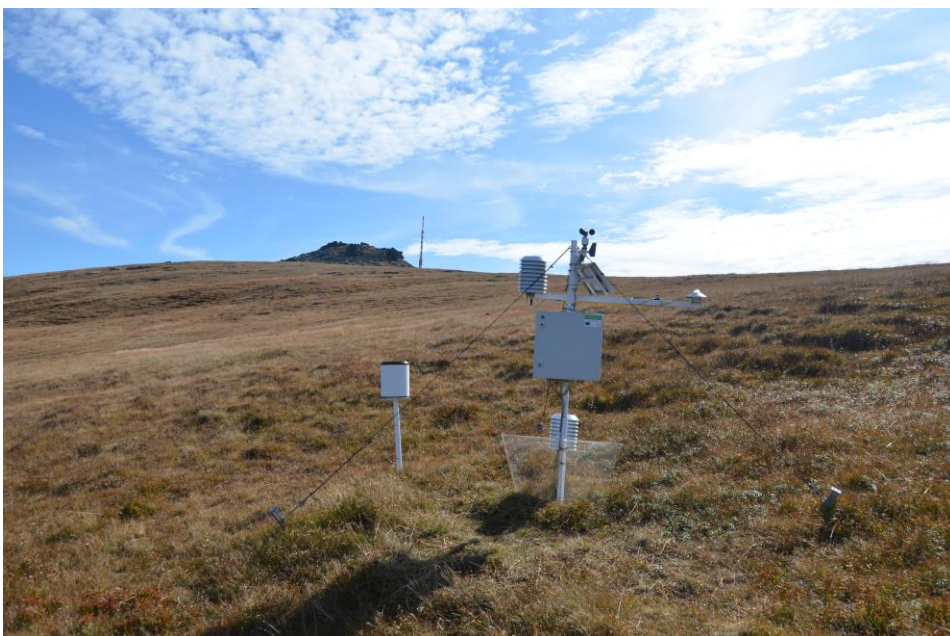
Študijná plocha Kráľová hoľa (Kh) sa nachádza v orografickom celku Nízke Tatry (obr. 2). Vegetačný kryt je príbuzný s plochou Jalovec. Súradnice plochy sú 48° 53' 13.948"N, 20° 7' 31.367"E (1840-1855 m n. m.)

Na oboch plochách je ročný úhrn zrážok cca 1500 mm a priemerná teplota 1,3 °C.

*Obr. 1: Študijná plocha na lokalite Jalovec
(foto: S. David, 14. 7. 2009)*



*Obr. 2: Meteo-stanica na Kráľovej holi. V pozadí vysielateľ
(foto: M. Moyses, 24. 9. 2019)*



Metodika a materiál

Pre sledovanie epigeických cenóz chrobákov bola zvolená metodika zemných pascí. Na Jalovci (Ja) boli exponované zemné pasce (10) v okolí monitorovacích plôch pri umelom hnojení dusíkom a fosforom. Na Kráľovej holi (Kh) sme exponovali 10 zemných pascí v tesnej blízkosti vybraných monitorovacích boxov (obr. 3). Výber študijného materiálu sme robili v mesačných intervaloch od júna do októbra 2020.

Obr. 3: Založenie monitorovacích boxov na ploche Kráľová hoľa
(foto: M. Mojses, 24. 9. 2019)



Výsledky

Celkový počet zistených druhov chrobákov je 110. Druhové spektrum je na ploche Jalovec 58 sp. na ploche Kh 82 sp. Počet spoločných druhov je 39. Druhová podobnosť oboch plôch podľa indexu druhovej identity (Jaccard) je 56 %. Pri hodnotení diverzity (Margaleff) vychádza hodnota väčšia na Kráľovej holi 2,6. Na ploche Jalovec je hodnota DM 1,9. Koleopterocenózu možno charakterizovať pre obe študované plochy s dominantnom *Pterostichus morio carpathicus* (zoofág) a *Otiorhynchus arcticus* (fytofág - saprofytofág ?) (obr. 6-d).

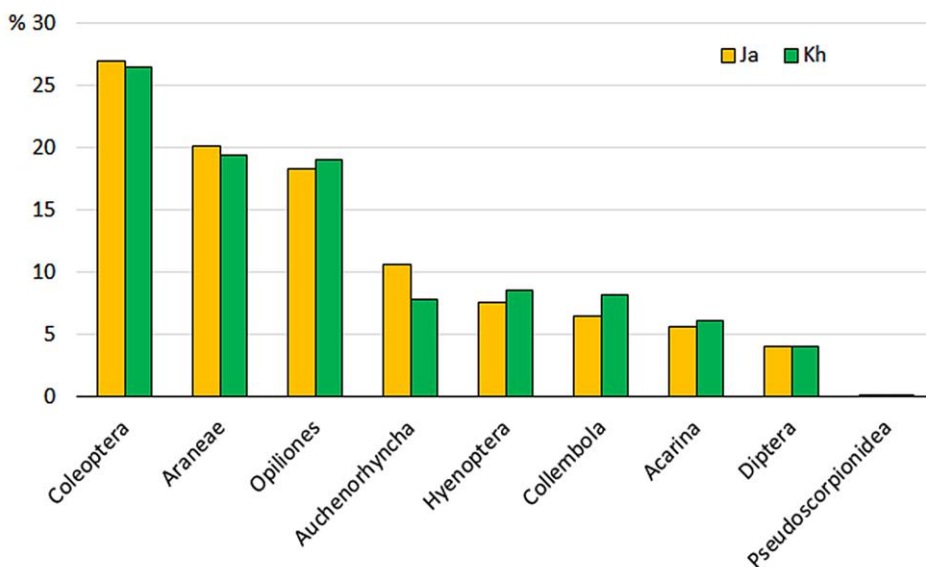
Zhodnotenie trofických skupín chrobákov poukazuje na fakt, že na oboch sledovaných plochách dominujú zoofágne druhy 84 - 79 % (obr. 5). Sú to hlavne bystruškovité (Carabidae) drobkíkovité (Staphylinidae). Zoofágne druhy majú veľkú pohyblivosť (vagilitu) v prostredí, preto je ich ťažko využiť ako indikátori zmien. U bystrušiek (*Carabus*) sú známe údaje, že akčný rádius je viac ako 100 m počas dňa. Dominantným

druhov v sledovaných polohách je *Carabus sylvestris* (obr. 6-a). Tento druh bol monitorovaný na ploche Jalovec v roku 2016 a celkove sme zistili 315 ex. (Majzlan, 2017). Už v roku 2020 bol pokles na 39 ex., čo je viac ako 80 %. V roku 2020 úplne absentovali druhy *Deltomerus tatricus*, *Nebria tatica*, ktoré boli prítomné od roku 1995. Tento jav si doposiaľ neviem vysvetliť.

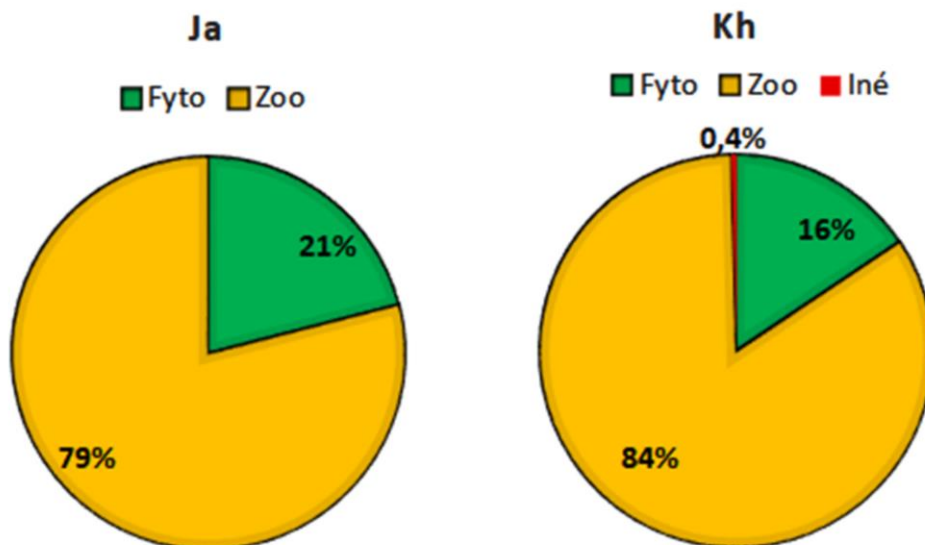
Podobne je pokles populačnej hustoty u druhu *Carabus fabricii*, čo je na ploche Kráľová hoľa o viac ako 60 %. Na ploche Jalovec v roku 2020 druh *Carabus fabricii* absentoval. Dominantným druhom z bystruškovitých je *Pterostichus morio carpathicus* na ploche Ja 33,5 % a na ploche Kh 30 %.

Vo vzorkách epigeonu dominovali jedince Coleoptera, Araneae, Opiliones. Subdominantné hodnoty dosahovali Auchenorrhyncha, Hymenoptera-Formicoidea, Collembola, Acarina, Diptera a Pseudoscorpionidea (obr. 4).

Obr. 4: Dominancia zistených skupín bezstavovcov



Obr. 5: Vyčlenenie trofických skupín (%) na dvoch študijných plochách



Bionomické skupiny

Dominantnú skupinu tvoria epigeické druhy-epig (pohybujúce sa po povrchu pôdy) tab. 1. Sú to hlavne bystruškovité Carabidae, Staphylinidae, Byrrhidae, Chrysomelidae (*Minota*, *Orestia*, *Oreina*, *Mniophila*) a Curculionidae (*Otiorhynchus*). Druhy obývajúce pôdne strátum pod povrchom pôdy sú v kategórii hypogeické (hypg). Sú to spravidla geobionty (larva a imágo trvale v pôde). Sem patrí aj druh *Exomias liptoviensis*, ktorý sa vyskytuje hlavne v Popradskej kotline (Važec, Svit). Výskyt na Kráľovej holi je zaujímavý.

Osobitnú skupinu tvoria druhy čelade Byrrhidae. Ich potravovou sú machy (lišajníky?). Pri zvýšenej depozícii dusíka sa znižuje pokryvnosť machov a lišajníkov. Druhy čelade Byrrhidae môžu byť preto vhodnými indikátormi zmien v sledovaných územiach. Druh *Carpathobyrrhulus tatricus* (obr. 6-b) je známy len zo Slovenska a Poľska (Tatry).

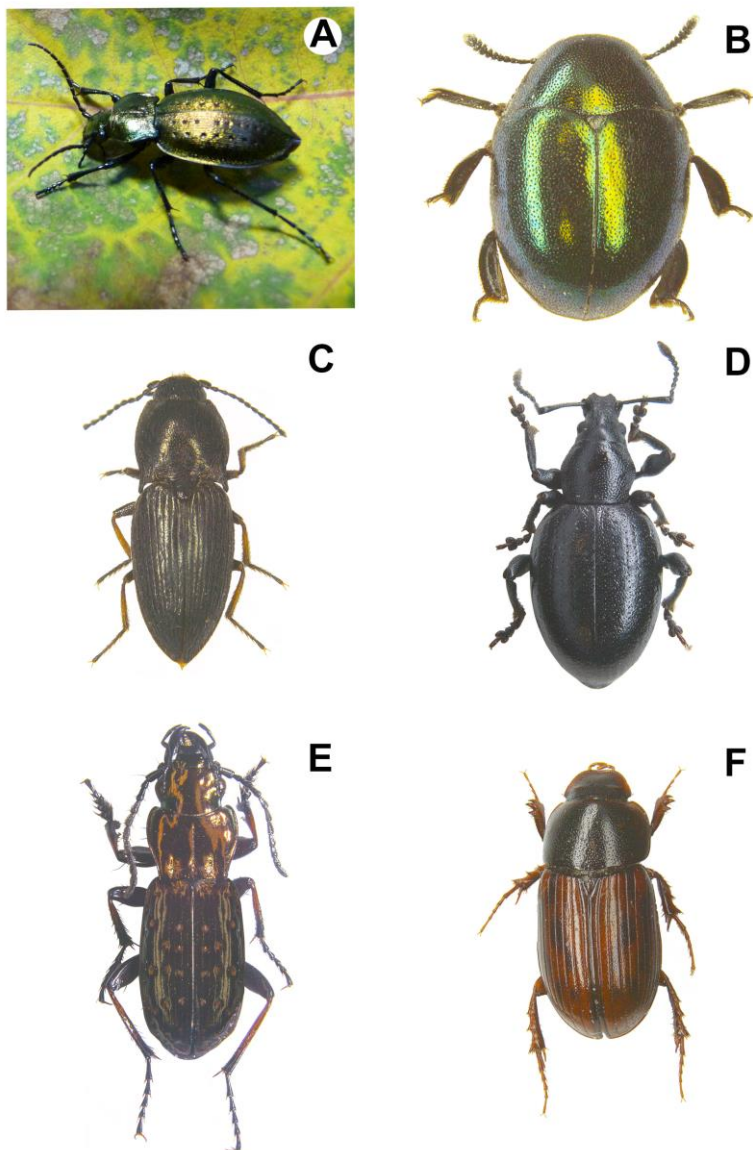
Určitú bioindikačnú hodnotu môže mať aj kováčik *Hypnoidus consobrinus* (obr. 6c).

Do skupiny epigeických druhov patrí aj *Aphodius abdominalis* (obr. 6-f). Tento druh podobne aj *Aphodius montanus* majú odlišnú stratégiu bionómie, tj. nežijú koprofágne v exkrementoch. Topicky a bionomicky sú viazané na odumreté časti prízemných častí rastlín v alpínskom stupni.

V zemných pasciach sme zistili aj plantikolné druhy hlavne z čelade Chrysomelidae: *Adoxus obscurus*, *Asiorestia transversa*, *Gastrophysa viridula*, *Chaetocnema hortensis*, *Longitarsus suturellus*. Z nosáčikovitých (Curculionidae) sú plantikolné druhy: *Glucianus punctiger*, *Nedyus quadrimaculatus*, *Polydursus amoenus* a *Sitona lineatus*.

Troficky vyhranenú skupinu tvoria podkôrníkovité (*Curculionidae-Scolytinae*), ktoré zaraďujem do skupiny xylobiontných chrobákov.

Obr. 6: Typické druhy na sledovaných alpínskych lúkach



Vysvetlivky: 6-a *Carabus sylvestris*; 6-b *Carpatobyrrhulus tatricus*; 6-c *Hypnoidus consobrinus*; 6-d *Otiorhynchus arcticus*; 6-e *Pterostichus pilosus*; 6-f *Aphodius abdominalis*.

Tab. 1: Chrobáky (Coleoptera) na dvoch študijných plochách alpínskych lúk (Jalovec-Ja, Kráľová hoľa-Kh) v roku 2020 s uvedením trofickej skupiny (trofi) a bionomickej charakteristiky (bion)

	Ja	Kh	trofi	bion
Carabidae				
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	3	5	zoo	epig
<i>Amara curta</i> Dejean, 1828	1	3	zoo	epig
<i>Amara erratica</i> (Duftschmid, 1812)		1	zoo	epig
<i>Amara lunicollis</i> Schioedte, 1837	1	2	zoo	epig
<i>Bembidion obtusum</i> Audinet-Serville, 1821	2		zoo	epig
<i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaudoir, 1846)	1		zoo	epig
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	zoo	epig
<i>Calathus metallicus</i> (Linnaeus, 1758)	141	31	zoo	epig
<i>Carabus arcensis</i> Herbst, 1784	10	1	zoo	epig
<i>Carabus fabricii</i> Duftschmid, 1812		5	zoo	epig
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790		1	zoo	epig
<i>Carabus sylvestris</i> Panzer, 1796	39	35	zoo	epig
<i>Carabus violaceus</i> (Linnaeus, 1758)	1		zoo	epig
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	3	7	zoo	epig
<i>Demetrias monostigma</i> Samouelle, 1819		1	zoo	epig
<i>Dyschiroides globosus</i> (Herbst, 1784)		1	zoo	epig
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	2		zoo	epig
<i>Pterostichus morio carpathicus</i> Kult, 1944	366	322	zoo	epig
<i>Pterostichus pumilio</i> (Dejean, 1828)	5		zoo	epig
<i>Pterostichus unctulatus</i> (Duftschmid, 1812)	4		zoo	epig
<i>Pterostichus pilosus</i> (Host, 1789)	2	1	zoo	epig
<i>Pterostichus foveolatus</i> (Duftschmid, 1812)	6	5	zoo	epig
<i>Trichotichnus laevicollis</i> (Duftschmid, 1812)		4	zoo	epig
<i>Pterostichus pumilio</i> (Dejean, 1828)	13		zoo	epig
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger, 1798)	5		zoo	epig
<i>Trechus secalis</i> (Paykull, 1790)	1	12	zoo	epig
<i>Trechus striatulus</i> Putzeys, 1847	71	88	zoo	epig
Helophoridae				
<i>Helophorus brevipalpis</i> Bedel, 1881		1	fyto	hypg
Silphidae				
<i>Nicrophorus investigator</i> Zetterstedt, 1824		1	zoo	epig
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)		1	zoo	epig
Leiodidae				
<i>Catops neglectus</i> Kraatz, 1852	1		zoo	nest
<i>Choleva elongata</i> (Paykull, 1798)		1	zoo	nest
Scydmaenidae				
<i>Cephenium carpathicum</i> Saulcy, 1878		1	zoo	hypg

	Ja	Kh	trofi	bion
Staphylinidae				
<i>Acidota crenata</i> (Fabricius, 1792)	51	11	zoo	epig
<i>Anthophagus bicornis</i> (Block, 1799)		15	zoo	epig
<i>Anthophagus melanocephalus</i> Heer, 1839		1	zoo	epig
<i>Eusphalerum alpinum</i> (Heer, 1839)		4	zoo	epig
<i>Eusphalerum anale</i> (Erichson, 1840)	5	5	zoo	epig
<i>Leptusa flavicornis</i> Brancsik, 1874	11	5	zoo	nest
<i>Leptinus seriatus</i> Doderer, 1830		2	zoo	epig
<i>Othius brevipennis</i> Kraatz, 1857	32	76	zoo	epig
<i>Othius permutatus</i> Assing, 1997		3	zoo	epig
<i>Philonthus aerosus</i> Kiesenwetter, 1851		41	zoo	epig
<i>Philonthus laevicollis</i> (Lacordaire, 1853)		25	zoo	epig
<i>Placusa pumilio</i> (Gravenhorst, 1802)	66	96	zoo	epig
<i>Stenus bifoveolatus</i> Gyllenhal, 1827	1		zoo	epig
<i>Stenus gracilipes</i> Kraatz, 1858		2	zoo	epig
<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)		26	zoo	epig
Geotrupidae				
<i>Geotrupes streccorosus</i> (Scriba, 1791)		3	kopr	hypg
Scarabaeidae				
<i>Aphodius abdominalis</i> Bonelli, 1812	15	7	fyto	epig
Byrrhidae				
<i>Byrrhus fasciatus</i> (Forster, 1771)	7		fyto	epig
<i>Byrrhus luniger</i> Germar, 1817	21	10	fyto	epig
<i>Byrrhus pilula</i> (Linnaeus, 1758)	5		fyto	epig
<i>Byrrhus pustulatus</i> (Forster, 1771)	4	7	fyto	epig
<i>Carpatobyrrhulus tatricus</i> Mrocz. 1957	12	13	fyto	epig
<i>Pedilophorus auratus</i> (Duftschmid, 1825)		1	fyto	epig
<i>Simplocaria acuminata</i> Erichson, 1847	7	6	fyto	epig
<i>Simplocaria fasciata</i> (Forster, 1771)		1	fyto	epig
Elateridae				
<i>Agrypnus murinus</i> (Linnaeus, 1758)		1	fyto	epig
<i>Ctenicera cuprea</i> (Fabricius, 1781)		2	fyto	plant
<i>Drasterius bimaculatus</i> (Rossi, 1790)		1	fyto	epig
<i>Hypnoidus consobrinus</i> (Muls. et. Guill., 1855)	7	15	fyto	epig
Throscidae				
<i>Trixagus dermestoides</i> (Linnaeus, 1766)		1	fyto	epig
Cantharidae				
<i>Cantharis pagana</i> Rosenhauer, 1846		1	zoo	plant
<i>Rhagonycha maculicollis</i> Märkel, 1851	12	59	zoo	plant
Dermestidae				
<i>Dermestes olivieri</i> Lepesme, 1939	1		zoo	nekro

	Ja	Kh	trofi	bion
Rhizophaidae				
<i>Rhizophagus bipustulatus</i> (Fabricius, 1792)		1	zoo	epig
<i>Rhizophagus dispar</i> (Paykull, 1800)	3	2	zoo	epig
Cryptophagidae				
<i>Cryptophagus lapponicus</i> Gyllenhal, 1828		1	mycet	epig
<i>Ephistemus globulus</i> (Paykull, 1798)		1	mycet	hypg
Coccinellidae				
<i>Ceratomegila alpina</i> redt. (Capra, 1928)	1	1	zoo	plant
<i>Aphidecta oblitterata</i> (Linnaeus, 1758)		2	zoo	plant
Latridiidae				
<i>Enicmus minutus</i> (Linnaeus, 1758)		3	mycet	epig
Oedemeidae				
<i>Oedemera virescens</i> (Linnaeus, 1767)		1	zoo	plant
Anthicidae				
<i>Notoxus monoceros</i> (Linnaeus, 1761)		1	zoo	plant
Cerambycidae				
<i>Callidium aeneum</i> (De Geer, 1775)		1	fyto	xylob
Chrysomelidae				
<i>Adoxus obscurus</i> (Linnaeus, 1758)		1	fyto	plant
<i>Asiolestia transversa</i> (Marsham, 1802)	2	1	fyto	plant
<i>Galeruca tanacetii</i> (Linnaeus, 1758)		2	fyto	epig
<i>Gastrophysa viridula</i> (De Geer, 1775)		4	fyto	plant
<i>Chaetocnema hortensis</i> (Geoffroy, 1785)		1	fyto	plant
<i>Chrysolina umbratilis</i> (Weise, 1887)	1		fyto	epig
<i>Longitarsus suturellus</i> (Duftschmid, 1825)	10	13	fyto	plant
<i>Minota carpathica</i> Heikertinger, 1911		2	fyto	epig
<i>Mniophila muscorum</i> (Koch, 1803)		2	fyto	epig
<i>Oreina bidentata</i> Bontems, 1981		3	fyto	epig
<i>Orestia carpathica</i> Reitter, 1880	8	3	fyto	epig
Curculionidae				
<i>Donus velutinus</i> (Boheman, 1842)	2		fyto	epig
<i>Exomias liptoviensis</i> (Weise, 1894)		1	fyto	hypg
<i>Glocianus punctiger</i> (Gyllenhal, 1837)		1	fyto	plant
<i>Hylobius abietis</i> (Linnaeus, 1758)		1	fyto	xylob
<i>Liophloeus lentus</i> Germar, 1824		1	fyto	epig
<i>Nedyus quadrimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)		1	fyto	plant
<i>Otiorhynchus arcticus</i> (Fabricius, 1780)	90	19	fyto	epig
<i>Otiorhynchus equestris</i> (Richter, 1821)		3	fyto	epig
<i>Otiorhynchus lepidopterus</i> (Fabricius, 1794)	5	1	fyto	epig
<i>Otiorhynchus morio</i> (Fabricius, 1781)	12	14	fyto	epig
<i>Otiorhynchus niger</i> (Fabricius, 1775)	2	7	fyto	epig
<i>Otiorhynchus scaber</i> (Linnaeus, 1758)	1		fyto	epig

	Ja	Kh	trofi	bion
<i>Plinthus sturmi</i> (Germar, 1824)	5	2	fyto	epig
<i>Polydrusus amoenus</i> (Germar, 1824)		1	fyto	plant
<i>Rutidosoma fallax</i> (Otto, 1897)	4	1	fyto	hypg
<i>Scleropterus serratus</i> (Germar, 1824)		2	fyto	hypg
<i>Sitona lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	1		fyto	plant
Curculionidae-Scolytinae				
<i>Hylastes cunicularius</i> Erichson, 1836			fyto	xylob
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	1	1	fyto	xylob
<i>Xyleborus monographus</i> (Fabricius, 1792)		1	fyto	xylob
<i>Cryphalus abietis</i> (Ratzeburg, 1837)		2	fyto	xylob
<i>Cryphalus piceae</i> (Ratzeburg, 1837)	2	1	fyto	xylob
<i>Crypturgus pusillus</i> (Gyllenhal, 1813)	1	4	fyto	xylob

PodĎakovanie

Viaceré druhy chrobákov boli determinované špecialistami: J. Boháč, Staphylinidae a R. Láska Carabidae. Za poskytnutie študijného materiálu si dovoľujem poďakovať P. Gajdošovi a výber pascí P. Purgatovi.

Literatúra

BOWMAN, W. D., CORY, C., HALADA, L., HREŠKO, J., BARON, J. S., 2008: Negative impact of nitrogen deposition on soil buffering capacity. *Nature Geoscience*, 1: 767 – 770.

CHUMAN, T., OULEHLE, F., HRUŠKA, J., 2020: Poškodzovaní ekosystémů nadměrnou depozicí dusíku a vyjádření míry kritické zátěže. *Živa* 4: CIII-CVI.

GAJDOŠ, P., 1993: Research of epigeic spider communities of high Mountain Valley in western Tatra (Jalovec Valley). *Biol. Acc. Gio. Sci. Nat., Catania*, 26/345: 145 – 163.

GAJDOŠ, P., 2009: Influence of nitrogen and phosphorus addition on epigeal invertebrates of the alpine grassland ecosystem with focus on spider communities (Slovakia: Western Tatras Mts.). In: *Geography and sustainable development : proceedings – Skopje* : Macedonian Geographical Society: 149 – 158.

HALADA, L., DAVID, S., HALABUK, A., 2009: Vegetation structure and aboveground biomass at Mount Salatín Long-term ecological research site, the West Tatra Mts., Slovakia. *Ekológia (Bratislava)*, 28 (2): 113 – 126.

HALADA, L., ZÁHORA, J., GAJDOŠ, P., HREŠKO, J., TŮMA, I., DAVID, S., MOJSES, M., BUGÁR, G., KOHÚT F., BOLTIŽIAR, M., MAJZLAN, O., 2016: Alpínske lúky Západných Tatier pod vplyvom dlhodobého znečistenia ovzdušia. *Životné prostredie*, 50/2: 72 – 80.

LITAVSKY, J., 2017: Kosce (Opilones) alpínských lúk so zvýšenou acidifikáciou v Západných Tatrách (Slovensko). *Naturae Tutela* 21/1: 67 – 73.

MAJZLAN, O., 2003: Activity of epigeic beetles (Coleoptera) in the alpine zone of the Západné Tatry Mts. (Northern Slovakia). *Acta Facultatis Ecologiae*, 10, Zvolen (Slovakia): 81 – 87.

MAJZLAN, O., 2017: Spoločenstvá epigeických chrobákov na alpínskych lúkach so zvýšenou acidifikáciou v Západných Tatrách (Slovakia). *Naturae Tutela* 21/1: 57 – 63.

MAJZLAN, O., GAJDOŠ, P., 2007: Changes in alpine meadow epigeal fauna in Západné Tatry Mts. Induced by nitrogen and phosphorus additions to the soil and analysed on example of beetles (Coleoptera) assemblages. *Folia Oecologica*, 34/1: 42 – 51.