

The effect of application of organic fertilizers on the dynamics of occurrence of Carabid species (*Carabidae*, *Coleoptera*)

Vplyv aplikácie organických hnojív na dynamiku výskytu druhov čel'ade bystruškovité (*Carabidae*, *Coleoptera*)

Jana PORHAJAŠOVÁ^{1*}, Zbyšek ŠUSTEK², Jaroslav NOSKOVIČ¹ and Mária BABOŠOVÁ¹

1 Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiolgy and Food Resources, Department of Environmentalism and Zoology, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, phone: +421 376414470; *correspondence: e-mail: Jana.Porhajasova@uniag.sk

2 Slovak Academy of Science, Institute of Zoology, Dúbravská cesta 9, 846 05 Bratislava, Slovakia; e-mail: zbysek.sustek@savba.sk

Abstract

The effect of application of organic fertilizers in defined doses on structure of *Carabid* communities was studied. The Carabids were pitfall-trapped, in 2004-2006 on experimental plots in the university farm in Kolíňany (District of Nitra, S – N Slovakia), in 5 variants (1st – unfertilized; 2nd – 25 t*ha⁻¹ farmyard manure, 3rd – 50 t*ha⁻¹ bio sludge; 4th – 50 t*ha⁻¹ farmyard manure; 5th – 100 t*ha⁻¹ bio sludge) to the selected rotatio (2004 – *Helianthus annuus*, 2005 – *Beta vulgaris*, 2006 – *Zea mays*). The area of each variant was 1,800 m². During the three-year period were obtained 16,172 individuals of *Carabids* belonging to 32 species. The distribution within the individual variants fluctuated as follows: 1st variant 10 – 13 sp. and 612 – 1,904 ind. 2nd variant 12 – 15 sp. and 1,147 – 1,516 ind., 3rd variant 8 – 13 sp. and 360 – 3,127 ind.; 4th variant 7 – 9 sp. and 371 – 832 ind.; 5th variant 8 – 10 sp. and 404 – 1,072 ind. The dominant species in all variants were *Pseudoophonus rufipes* and *Poecilus cupreus*, while *Calathus fuscipes*, *Anchomenus dorsalis*, *Carabus scheidleri*, *Brachinus crepitans* were subdominant or recedent. However in individual varieties and years they also reached dominant position. The high dominance of *Pseudoophonus rufipes* caused low values of the Shannon–Wiener's diversity index ranging from 0.59 to 1.18. Based on maximum numbers of species and individuals, the most suitable were the 2. and 3. variants, (25 t*ha⁻¹ farmyard manure and 50 t*ha⁻¹ bio sludge). Out of the applied organic fertilizers, the climatic factors also played an important role.

Keywords: agroecosystems, bioindicator, *Carabidae*, *Coleoptera*, fertilizers, *Pseudoophonus rufipes*

Súhrn

Sledoval sa vplyv aplikácie organických hnojív v rôznych dávkach na priestorovú štruktúru druhov čelade *Carabidae*. Zber chrobákov prebiehal v rokoch 2004 až 2006 na lokalite VPP v Koliňanoch, pomocou zemných pascí exponovaných v piatich variantoch (1 – nehnojená kontrola; 2 – 25 t maštalného hnoja * ha⁻¹; 3 – 50 t biokalu*ha⁻¹; 4 – 50 t maštalného hnoja*ha⁻¹; 5 – 100 t biokalu* ha⁻¹) pri zvolenom osevnom postupe (2004 – *Helianthus annuus*, 2005 – *Beta vulgaris*, 2006 – *Zea mays*). Plocha jedného variantu bola 1 800 m². Počas celého výskumu sme získali celkom 16 172 jedincov čelade *Carabidae*, ktoré patrili ku 32 druhom. Počet druhov a jedincov v jednotlivých variantoch a rokoch kolísal nasledovne: 1. variant 10–13 dr. a 612–1904 jd. 2. variant 12–15 dr. a 1147–1516 jd., 3. variant 8 –13 dr. a 360 – 3127 jd.; 4. variant 7 – 9 dr. a 371 – 832 jd.; 5. variant 8 –10 dr. a 404 –1072 jd. Dominantné v celom materiáli boli iba *Pseudoophonus rufipes* a *Poecilus cupreus*, zatiaľ čo druhy *Calathus fuscipes*, *Anchomenus dorsalis*, *Carabus scheidler* a *Brachinus crepitans* boli v subdominanté alebo recedentné. Avšak v jednotlivých variantoch a rokoch ojedinelo dosahovali aj dominantné zastúpenie. Vysoká dominancia *Pseudoophonus rufipes* bola príčinou nízkych hodnôt Shannon–Wieverovho indexu diverzity. Z hľadiska maximálneho počtu jedincov a druhov sa ako najpriaznivejší javil 2 a 3. variant (25 t maštalného hnoja*ha⁻¹ alebo 50 t* biokalu ha⁻¹). Okrem organického hnojenia zohrali významnú úlohu aj klimatické faktory daného prostredia.

Kľúčové slová: agroekosystém, bioindikátor, bystruškovité, chrobáky, *Pseudoophonus rufipes*, organické hnojenie

Detailed abstract

The effect of application of defined doses of organic fertilizers (farmyard manure and biosludge) on the spatial structure of *Carabid* communities (*Insecta*, *Coloptera*) was studied in the university farm in Koliňany in 2004–2006. The study plots were situated 10 km northeasterly of Nitra, at altitude of 160–180 m a.s.l (N 40°21'41'', 18°12'37'' E). The area lays in a moderately warm and moderately humid region with the annual sum of temperatures 2,200 – 2,500 °C and annual average precipitation sum of 550 – 700 mm. It belongs to the maize production zone. During the investigation period, the average annual temperature was 9.8 °C and annual average sum of precipitatin 551.1 mm. During the growing seasons the average precipitation sum was 373.2 mm

The Carabids were pitfall-trapped during growing season in five variants (1st – unfertilized; 2nd – 25 t*ha⁻¹ farmyard manure, 3rd – 50 t*ha⁻¹ bio sludge; 4th – 50 t*ha⁻¹ farmyard manure; 5th – 100 t*ha⁻¹ bio sludge) to the chosen rotational (2004 – *Helianthus annuus*, 2005 – *Beta vulgaris*, 2006 – *Zea mays*). The area of each variant was 1,800 m² (size 18 x 100 m).

The Carabid communities were on base of number of species and individuals and of Shannon-Wiever's diversity index. The results were statistically treated by means of the programs STATGRAPHICS 5.1 Plus and PAST. Because the data did not have a homogeneous distribution, the non parametric Kruskal-Wallisov's test was used. For hierarchical classification we used the Unweight pair group methods and Jaccard's and Horn's indices of similarity. The relation between environmental

variables and distribution of species and communities was analysed by canonical correspondence analyses.

During the three-year period we obtained 16,172 individuals of Carabids belonging to 32 species. The distribution within the individual variants fluctuated as follows: 1st variant 10 – 13 sp. and 612 – 1,904 ind.; 2nd variant 12 – 15 sp. and 1,147 – 1,516 ind., 3rd variant 8 – 13 sp. and 360 – 3,127 ind.; 4th variant 7 – 9 sp. and 371 – 832 ind.; 5th variant 8 – 10 sp. and 404 – 1,072 ind.

Within the whole material only two species *Pseudoophonus rufipes* and *Poecilus cupreus* were dominant. Dominance of *Pseudoophonus rufipes* ranged from 68.31% to 86.75%, its occurrence was highly significantly correlated on year, temperature and precipitation, but was insignificantly correlated with the fertilizing variant. Similarly insignificant was its dependence on others species. The high dominance of *Pseudoophonus rufipes* caused low value of the Shannon–Wiener's diversity index ranging from 0.59 to 1.18.

The second dominant species was *Poecilus cupreus* (5.29 % in the whole material, but 0–17.82 % in individual varieties and years). Correlation of its occurrence with other species was also insignificant.

In the frame of the whole material two species *Calathus fuscipes* and *Anchomenus dorsalis* were subdominant and next 28 species (*Carabus scheidleri*, *Brachinus crepitans*, *Dolichus halensis* etc.) were recedent or subrecedent, but their distribution over the study area was heterogeneous and in individual years and variants they sometimes reached even dominant position. Presence of the rare halophilous species *Anisodactylus poeciloides* was significant from the view of faunistics and nature protection.

Based on maximum numbers of species and individuals, the most suitable were the 2nd and 3rd variants, (25 t*ha⁻¹ farmyard manure and 50 t*ha⁻¹ bio sludge). Out of the applied organic fertilizers, the climatic factors also played an important role.

Úvod

Výskyt edafických živočíchov silne závisí na abiotických i biotických faktorov charakterizujúcich daný biotop. V poľných ekosystémoch sa popri prirodzených faktoroch významne uplatňujú aj antropogénne zásahy, najmä obrábanie pôdy, štruktúra porastu plodiny a vnášanie organických i anorganických látok do pôdy. Uvedené zásahy predstavujú pre edafické živočíchy značné riziko a prejavujú sa predovšetkým na znižovaní ich početnosti (Petřvalský, Porhajašová, Peterková, 2003; Baranová et al., 2013). Týmito zásahmi sú postihované aj druhy čeľade *Carabidae* (*Coleoptera*) a to napriek ich mimoriadnej ekologickej diverzifikácii a značnému počtu adaptabilných a expanzívnych druhov. Bystruškovité plnia v prírode, ako aj v poľnohospodársky využívaných ekosystémov dôležitú biologickú úlohu (Povolný, Šustek, 1985). Rozhodujúcimi faktormi ovplyvňujúcimi výskyt bystruškovitých sú teplota, pôdny typ, vlhkosť, dostatok potravy a vzájomná kompetícia, pričom ich pôsobenie sa mení nielen v prírodných, ale aj v umelých, poľnohospodársky využívaných ekosystémoch (Varvara, 2010). Edafické živočíchy, vrátane bystruškovitých svojou vysokou abundanciou a diverzitou prispievajú k udržiavaniu prirodzenej rovnováhy a kolobehu látok a energie, citlivo reagujú na prítomné toxické látky, vnášané predovšetkým v podobe anorganických hnojív alebo pesticídov.

Uprednostňovanie menej invazívnych postupov a technológií obhospodarovania poľnohospodárskych pôd prospieva oživeniu pôdy a umožňuje formovanie vyhranených spoločenstiev s charakteristickou druhovou skladbou (Porhajašová, 2008a, 2009; Fazekašová, 2003; Fazekašová et al., 2011). Udržateľné poľnohospodárstvo vytvára pre existenciu populácií *Carabidae* oveľa vhodnejšie podmienky ako intenzívne (Thomas et al., 2002; Fazekašová et al., 2013). Výskyt druhov čelade *Carabidae* je preukazne ovplyvnený štruktúrou vegetácie v spätosti s rôznymi antropogénnymi zásahmi, čo ovplyvňuje i potenciál predátorov v ekosystémoch (Cardamo, Spence, 1994). Organické hnojenie zlepšuje štruktúru pôdy, zvyšuje vitalitu a hustotu porastu pestovanej kultúry a vytvára priaznivé mikroklimatické a trofické podmienky pre zoedafón. Na aplikáciu organických hnojív pozitívne reagoval *Pterostichus melanarius*, ktorý zároveň toleruje konvenčné hospodárenie. Nadbytočný vstup hnojovice zvýšil dominanciu mimoriadne tolerantného a expanzívneho druhu *Pseudoophonus rufipes*, ale naopak sa prejavil vymiznutím iných druhov (Kromp, 1990; Kabacyk - Wasylik, 1978). Naopak Porhajašová et al. (2008b) pozorovala, že vplyv aplikácie organických látok na výskyt druhov čelade *Carabidae* bol nepreukazný, na ich zmenu mali vplyv hlavne klimatické faktory a ich vzájomná kompetícia. Zistila, že štruktúra spoločenstva bystruškovitých sa po šiestich rokoch priblížila východnému stavu, i keď s poklesom početnosti prítomných druhov. To ukazuje, že druhy čelade *Carabidae* osídľujúce agroecenózy sú značne tolerantné. Z 12 druhov čelade *Carabidae* v rámci organicky a konvenčne pestovaného porastu pšenice ozimnej lokalizovaného pozdĺž lúky, bolo zistených pri organickom spôsobe hospodárenia 7 dominantných druhov a u konvenčného hospodárenia 9 dominantných druhov. Bol vyslovený názor, že bohatosť a hustota druhov rástla s mierou možnosti nájsť úkryt v priľahlej lúke. Štruktúra krajiny v bezprostrednom okolí študovaného porastu bola z hľadiska zvýšenia miestnej biodiverzity považovaná za významnejší faktor, ako samotný systém hospodárenia (Purtauf et al., 2004, 2005).

Cieľom tejto práce je zistiť a vyhodnotiť zastúpenie druhov čelade *Carabidae* v agroekosystéme v závislosti na aplikácii rôznych dávok dvoch organických hnojív, maštalného hnoja a biokalu.

Materiál a metodika

Zbery článkonožcov prebiehali počas trojročného obdobia na území Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku Kolíňany (VPP Kolíňany) situovanom 10 km severovýchodne od mesta Nitra, v nadmorskej výške 160 až 180 m.n.m. Poľný poloprevádzkový pokus bol založený na parcele neďaleko bioplynovej stanice (N 48°21'41'' E 18°12'37''). Toto územie patrí do klimatického regiónu MT2 (mierne teplý, mierne vlhký) s ročnou sumou teplôt 2 200 – 2 500 °C, s priemerným úhrnom zrážok 550 – 700 mm a do kukuričnej výrobnnej oblasti s rovinným terénom (Špánik et al., 2000). Priemerná ročná teplota v sledovaných rokoch bola 9,8 °C a priemerné ročné zrážky 551,1 mm, z toho vo vegetačnom období spadlo 373,23 mm (Šiška, Čimo, 2006).

Pokus prebiehal na piesočnato-hlinitej pôde, s výmennou pôdnou reakciou (pH/KCl) kyslou, v intervale 4,60 až 5,50 pH, priemerné hodnoty obsahu organického uhlíka a humusu poukazujú na nízky obsah humusu v orníčnej časti pôdneho profilu, obsah humusu sa pohyboval v intervale od 1,00 do 1,99 %. Pôda je výrazne ovplyvnená činnosťou človeka (Chlπίk, 2006).

Epigeické živočíchy sa zbierali v rokoch 2004 až 2006 od apríla do októbra metódou zemných pascí (1 l sklené poháre s priemerom ústia 95 mm, naplnené do jednej tretiny 4 % formalínom a chránené strieškou). Pasce sa vyberali v mesačných intervaloch. Živočíchy sa determinovali a vyhodnocovali na Katedre zoológie.

Na pokusnej ploche každej plodiny boli použité štyri spôsoby hnojenia organickými hnojivami s nehnojenou kontrolou (Obrázok 1). Priestorové usporiadanie pokusu ukazuje obrázok 2. Každú úroveň hnojenia predstavovali 3 zábery sejačky po 6 m v dĺžke 100 m (1 800 m²). Rozmery jedného variantu boli 100 x 18 m. Organické hnojivo sa aplikovalo v strednom páse, okrajové pásy slúžili ako ochranný pás. V rámci osevného postupu bola na plochách osadená v roku 2004 slnečnica ročná (*Helianthus annuus*), v roku 2005 cukrová repa (*Beta vulgaris*) a v roku 2006 kukurica na siláž (*Zea mays*).

Spôsoby hnojenia jednotlivých variantov: 1. variant – nehnojená kontrola; 2. variant – 25 t maštalného hnoja*ha⁻¹; 3. variant – 50 t biokalu*ha⁻¹; 4. variant – 50 t maštalného hnoja*ha⁻¹; 5. variant – 100 t biokalu*ha⁻¹ (Obrázok 2).

Stav spoločenstva čelade *Carabidae* sa hodnotil na základe abundancie, dominancie, druhovej diverzity a Shannon-Wienerov indexu diverzity (Losos et al., 1984). Výsledky boli štatisticky spracované v programoch STATGRAPHICS 5.1 Plus a PAST (Hammer, 2012). Pretože skúmaný súbor nemal rovnomerné rozdelenie, bol použitý neparametrický test Kruskal-Wallis (Vrábelová, Markechová, 2001). Na hierarchickú klasifikáciu sme požili metódu neváženého priemeru a Jaccardov a Hornov index podobnosti. Vzťah premenných prostredia a zastúpenia druhov a zloženia spoločenstiev bol analyzovaný aj kanonickou korešpondenčnou analýzou.



Figure 1 Aerial images of test areas (Google Maps, 2011)
Obrázok 1 Letecký snímok pokusných plôch (Google Maps, 2011)

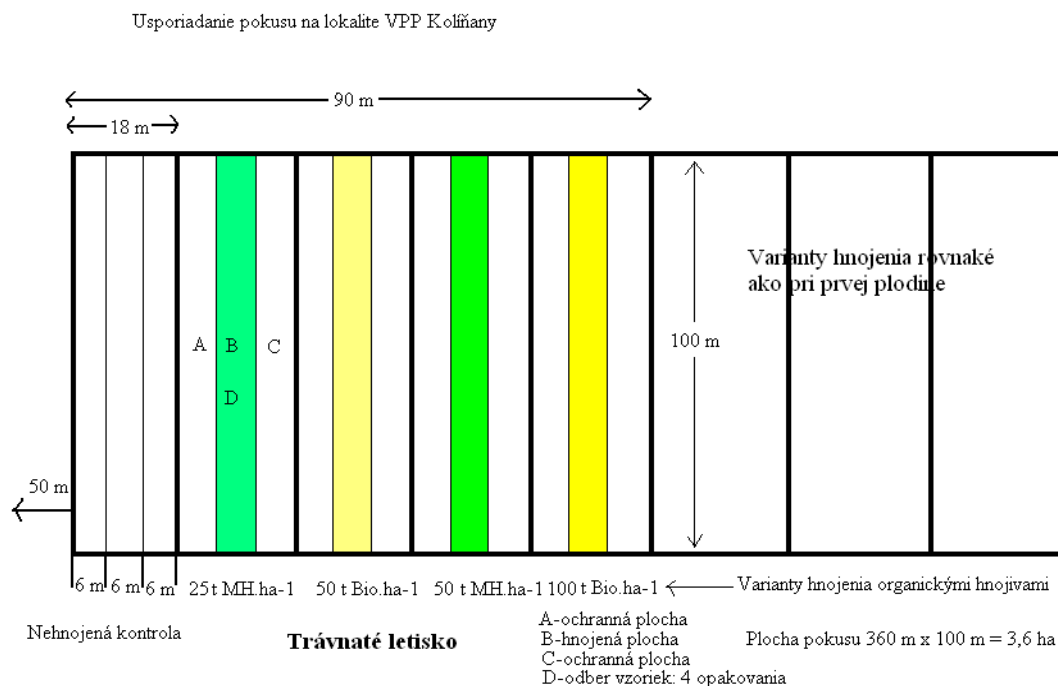


Figure 2 Arrangement of experimental variations on the locality of VPP Kolíňany
Obrázok 2 Usporiadanie pokusných variantov na lokalite VPP Kolíňany

Výsledky a diskusia

Počas trojročného obdobia bolo získaných 21 468 jedincov radu *Coleoptera*. Z toho 16 172 jedincov patrilo do čeľade *Carabidae*, ktorá bola zastúpená 32 druhmi. Počet druhov sa v jednotlivých variantoch pohyboval od 15 do 23 (tabuľka 1 - 6).

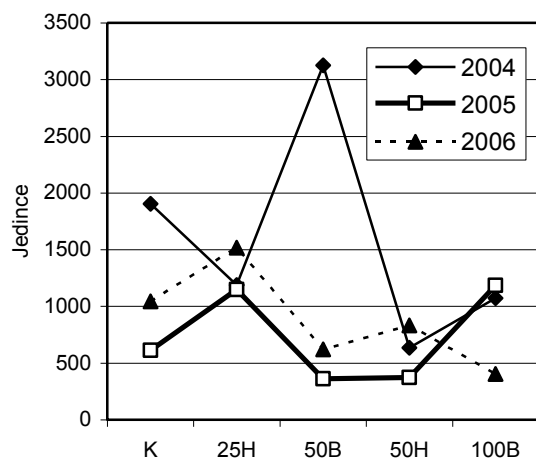


Figure 3: Changes in the number of individuals of *Carabidae* in five variants of organic fertilizer in the years 2004–2006

Obrázok 3: Zmeny počtu jedincov bystruškovitých v piatich variantoch organického hnojenia v rokoch 2004–2006

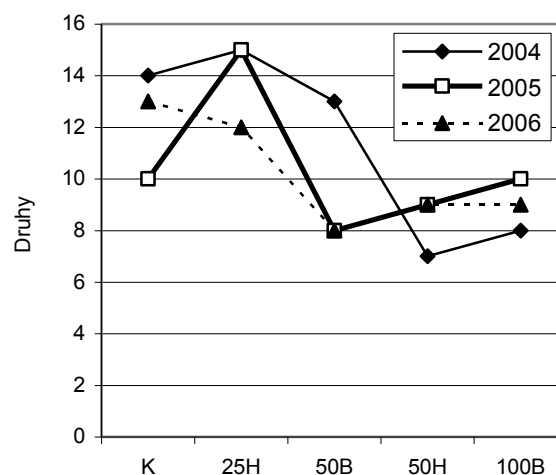


Figure 4: Changes in the number of species of *Carabidae* in the five variants of organic fertilizer in the years 2004–2006

Obrázok 4: Zmeny počtu druhov bystruškovitých v piatich variantoch organického hnojenia v rokoch 2004–2006

Početnosť jedincov a druhov získaných v jednotlivých variantoch kolísa nasledovne: Počet druhov a jedincov v jednotlivých variantoch a rokoch kolísal nasledovne: 1. variant (nehnojená kontrola) 10–13 dr. a 612–1 904 jd. 2. variant (25 t maštalného hnoja*ha⁻¹) 12–15 dr. a 1 147–1 516 dr., 3. variant (50 t biokalu*ha⁻¹) 8–13 dr. a 360–3 127 jd.; 4. variant (50 t maštalného hnoja*ha⁻¹) 7–9 dr. a 371–832 jd.; 5. variant (100 t biokalu*ha⁻¹) 8–10 dr. a 404–1 072 jd. (obr. 3 a 4, tabuľky 2 – 6.). Na základe početnosti jedincov a druhov možno vyhodnotiť ako najpriaznivejší variant č. 2 a následne variant 3 v roku 2004. Ten je však ovplyvnený jednorázovým silne zvýšeným počtom jedincov *Pseudoophonus rufipes* (Tabuľka 4). Výrazne vyšší počet jedincov bol v týchto variantoch napriek tomu, že v susedných variantoch bol len približne polovičný. Kumulatívna abundancia bystruškovitých mala od začiatku výskumu klesajúcu tendenciu. Napriek tomu vplyv aplikovaných dávok organických hnojív možno hodnotiť pozitívne z hľadiska zlepšovania pôdnej štruktúry, zvyšovania vitality a hustoty pestovaných plodín, s čím súvisí vytvorenie vhodnejších stanovištných podmienok pre prítomnú faunu. Mnohí autori uvádzajú na základe štatistického hodnotenia vplyv variantu hnojenia na výskyt druhov čelade *Carabidae* ako nepreukazný, sú názoru, že druhy obývajúce agroekosystémy prirodzene migrujú v otvorenej krajine (Skuhravý et al., 1971; Erichson, 1978; Porhajašová et al., 2008 a,b). Migráciu na zvlášť veľké vzdialenosti možno v lete pozorovať najmä počas nocí predchádzajúcich prechodu frontálnych systémov (Kádár, Szentkirályi 1992, 1997, Šustek 1999). Naopak Irmeler (2003) je názoru, že z hľadiska výskytu druhov je rozhodujúci vplyv prostredia, t.j. klimatické podmienky daného biotopu.

Na základe kumulatívnej abundancie a dominancie druhov čelade *Carabidae* v sledovaných rokoch a variantoch (tabuľka 1), možno konštatovať, že ako vysoko dominantné druhy vystupovali iba *Pseudoophonus rufipes* a *Poecilus cupreus*, čo sa do značnej miery zhoduje so stavom aj v iných agroekosystémoch. Prítomnosť ostatných druhov len dopĺňa bohatosť spektra skúmanej zoocenózy (Saska et al., 2007; Retho et al., 2008; Varvara, 2010). Prevláda názor, že *Pseudoophonus rufipes* je jednoznačne dominantným druhom pre kultúrnu step v západnom palearkte a jeho dominantné zastúpenie v sledovaných variantoch je viac menej stabilné (Povolný et al., 1985). Priemerná dominancia *Pseudoophonus rufipes* bola takmer 81 %, čo možno vysvetliť jeho mimoriadnou expanzivitou a eurytopnosťou. Jeho vysokú dominanciu možno označiť za autodominanciu. Maximálna početnosť jeho výskytu bola zaznamenaná na 3. variante, pričom najhojnejší bol jeho výskyt v roku 2004, keď bolo chytených 2 548 jedincov. Priemerný počet jedincov *Pseudoophonus rufipes* bol 855,00 ± 589,21, s hraničnými hodnotami 265,79 a 1 444,21 jedincov, s variačným koeficientom 68,91 %.

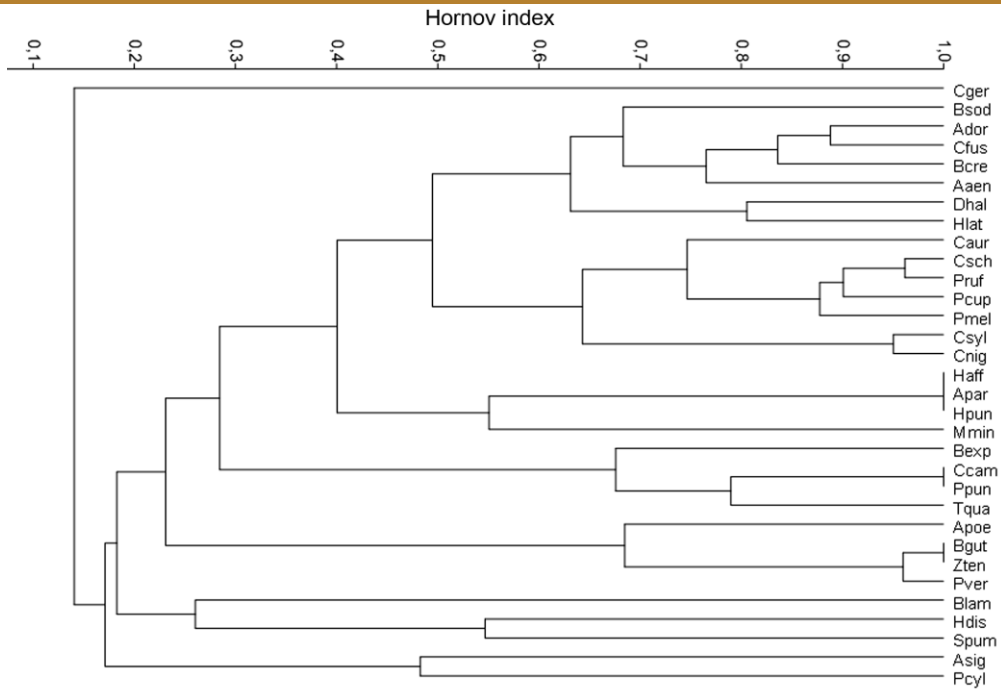


Figure 5: Coincidence of the occurrence of the species on the basis of proportional similarity of their representation

Obrázok 5: Koincidencia výskytu druhov na základe proporčionálnej podobnosti ich zastúpenia

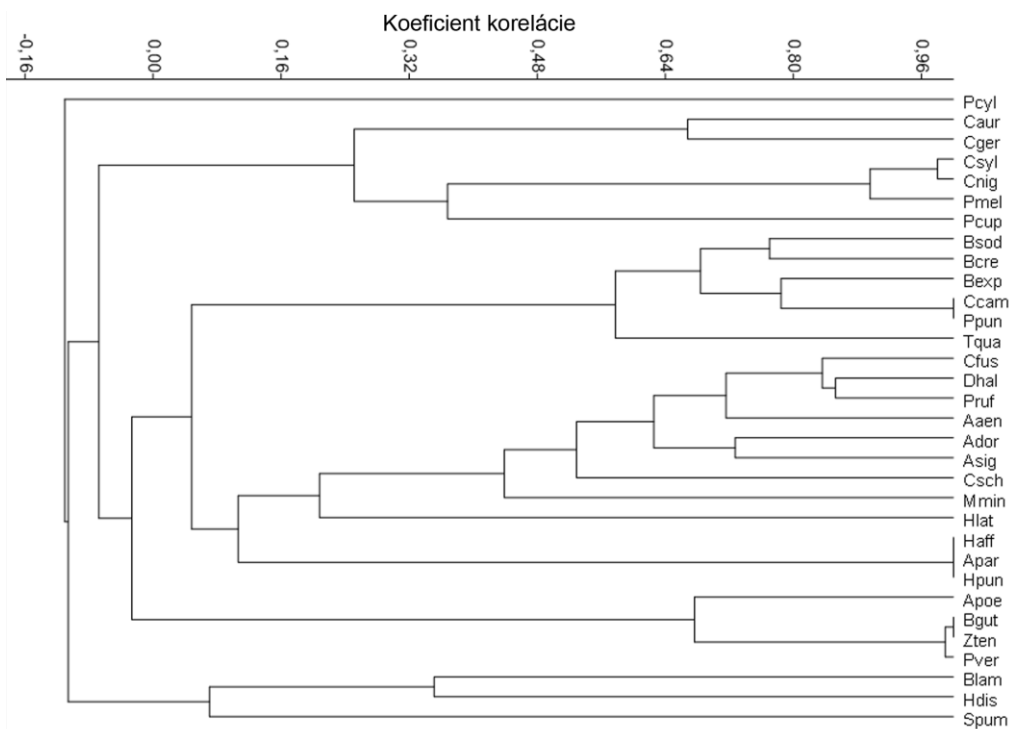


Figure 6: Coincidence of the occurrence of the species on the basis of correlation of number of individuals in different years and variants (abbreviations of names of species - uppercase letter of abbreviation of the genus, small letters - the first three letters species name - see Table 1)

Obrázok 6: Koincidencia výskytu druhov na základe korelácie počtu jedincov v jednotlivých rokoch a variantoch, (skratky mien druhov – veľké písmeno skratka názvu rodu, malé písmená – prvé tri písmená druhového mena - pozri tabuľku 1)

Výskyt druhu *Pseudoophonus rufipes* pri hodnotení prostredníctvom dominancie najviac koincidoval s *Carabus scheidleri*, *Poecilus cupreus* a *Pterostichus melanarius* (Obrázok 5). Druhú skupinu druhov s vysokou koincenciou výskytu tvorili *Calathus fuscipes*, *Anchomenus dorsalis* a *Brachinus crepitans*, pričom larvy *Brachinus crepitans* sú ako parazitoidy viazané na *Anchomenus dorsalis*. Naopak pri hodnotení abundancie mal *Pseudoophonus rufipes* najvyššiu koreláciu výskytu s *Dolichus halensis* a *Calathus fuscipes* a to kvôli vysokým početnostiam *P. rufipes* a *D. halensis* a v menšej miere a *Calathus fuscipes* v roku 2004 (Obrázok 6).

Koincidencia výskytu ostatných menej hojných druhov má už viac menej náhodný charakter. Koincenciou výskytu *Pseudoophonus rufipes* s ostatnými druhmi možno vysvetliť silnou početnou prevahou a jeho prítomnosťou na všetkých variantoch počas celého výskumu (Tabuľky 1–6) preto sa správal ako tzv. klasifikačne neutrálny druh, čo súhlasí aj s poznatkami Midtgaard (1999). Závislosť výskytu *Pseudoophonus rufipes* na roku, resp. plodine bola podľa Kruskal–Wallisovho testu vysoko preukazná ($P < 0,01$), závislosť na variante bola preukazná ($P = 0,05 - 0,01$), závislosť na teplote a zrážkach bola vysoko preukazná ($P < 0,01$), naopak závislosť na opakovaní bola nepreukazná.

Možno konštatovať, že výskyt *Pseudoophonus rufipes* nie je závislý na prítomnosti iných druhov (obrázok 9), ale významne závisí na klimatických faktoroch. Umožňuje mu to jeho mimoriadna migračná schopnosť v čase rozmnožovania a pružnosti pri vyhľadávaní nových stanovišť (Šustek 1999, 2007). *Pseudoophonus rufipes* je v západnom palearkte veľmi hojný, expanzívny a mezohydrofilný druh s jesenným typom rozmnožovania. Obýva nelesné biotopy a úspešne preniká do narušeným lesných porastov v nížinách alebo do urbánnych ekosystémov. Je veľmi tolerantný k pravidelnému obrábaniu pôdy. Na skúmaných plochách jeho výskyt kulminoval v roku 2004, keď sa na nich pestovala slnečnica ročná. Jej kultúra, vytvorila priaznivé podmienky z hľadiska vlhkosti, teploty, zatienenia a charakteru pôdneho podkladu (Boháč, 2005). *Pseudoophonus rufipes* a spolu s ďalším dominantným druhom *Poecilus cupreus* patrí medzi druhy charakteristické druhy poľných ekosystémov v nížinách (Šustek, 2007).

Poecilus cupreus uprednostňuje nezatienené stanovišťa polí, lúk a ruderalov. Na skúmaných plochách bol druhým najhojnejším druhom (857 jedincov 5,29 %) s priemernou abundanciou $57,13 \pm 44,03$ s rozmedzím 13,10 až 101,16 jedincov (variačný koeficient 77,1%). Podľa Kruskal–Wallisovho testu bola závislosť jeho výskytu na variante hnojenia a opakovania nepreukazná. Závislosť jeho výskytu na teplote a zrážkach bola naopak vysoko preukazná ($P < 0,01$).

Subdominanté (2 až 5%) boli len dva druhy *Calathus fuscipes* (2,23 %) a *Anchomenus dorsalis* (2,15 %). Oba sa druhy vyskytujú na suchších stanovištiach obrábaných pôd v poľnohospodárskej krajine.

Recedentné (1–2%) boli tri druhy. *Carabus scheidleri* (1,98 %) je eurytopný druh obývajúci mozaikovito lesné i poľné ekosystémy na celom území Slovenska. V poľných ekosystémoch je v súčasnosti jediným úspešnejšie prežívajúcim veľkým druhom rodu *Carabus*. Jeho výskyt je však silne závislý na prítomnosti rozptýlenej drevinnej vegetácie, ktorá mu slúži ako lokálne refúgium a centrum rozšírenia (Šustek 1994). Vzhľadom na svoju veľkosť a neschopnosť lietať je však ohrozený

najmä v období obrábania pôdy. Z hľadiska veľkostnej štruktúry spoločenstva bol významný aj výskyt *Calosoma auropunctatum* (v celom materiále 0,59% jedincov), ale jedným prípade (variant 3 v roku 2006) dosiahol subdominantné zastúpenie. Podobné výkyvy v jeho zastúpení sú známe z Rumunska (Varvara et al. 2012). *Brachinus crepitans* (s dominanciou 1,67 %) bol zistený najnižší variačný koeficient, čo je dôkazom stálosti populácie. Recedentne bol zastúpený aj *Dolichus halensis* (1,56 %), typický predovšetkým pre obilné polia.

Ďalších 25 druhov bolo subrecedentných (< 1 %). Napriek tomu prispievajú k biodiverzite daného agroekosystému a jeho ekologickej stabilite a dokazujú, že aj intenzívne využívané agroekosystémy umožňujú prežívanie značne širokého spektra živočíšnych druhov. Z tohto hľadiska bol zvlášť významný výskyt vzácneho halofilného druhu *Anisodactylus poeciloides*.

Table 1: Cumulative abundance of species in the family Carabidae in the years 2004 - 2006, on the VPP Kolíňany

Tabuľka 1: Kumulatívna abundancia druhov čeľade *Carabidae* v rokoch 2004 – 2006, na VPP Kolíňany

Druh / rok	2004	2005	2006	Spolu	%
<i>Abax parallepipedus</i> (Piller et Mitterbacher, 1783)	4	-	-	4	0,02
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	32	12	4	48	0,29
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontopidan., 1763)	160	153	35	348	2,15
<i>Anisodactylus poeciloides</i> (Stephens., 1828)	-	8	-	8	0,05
<i>Anisodactylus signatus</i> (Panzer, 1797)	16	8	-	24	0,16
<i>Badister sodalis</i> (Duftschmidt, 1812)	16	-	8	24	0,16
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	-	-	12	12	0,09
<i>Bembidion guttula</i> (Fabricius, 1792)	-	4	-	4	0,02
<i>Brachinus crepitans</i> (Linnaeus, 1758)	112	60	96	268	1,67
<i>Brachinus explodens</i> (Duftschmidt, 1812)	8	8	24	40	0,25
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	204	123	32	359	2,23
<i>Calosoma auropunctatum</i> (Hebrst, 1784)	16	-	80	96	0,59
<i>Carabus scheidleri</i> (Panzer, 1799)	145	36	140	321	1,98
<i>Cicindela campestris</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	4	4	0,02
<i>Cicindela germanica</i> (Linnaeus, 1758)	-	4	24	28	0,18
<i>Cicindela sylvicola</i> (Dejean, 1758)	-	8	40	48	0,29
<i>Dolichus halensis</i> (Schalle., 1783)	223	-	28	251	1,56
<i>Harpalus affinis</i> (Schran., 1781)	8	-	-	8	0,05
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmidt, 1812)	12	48	28	88	0,54
<i>Pseudophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	6 784	2 920	3 332	13 036	80,61
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	4	-	-	4	0,02
<i>Harpalus punctatulus</i> (Duftschmid., 1812)	4	-	-	4	0,02
<i>Chlaenius nigricornis</i> (Fabricius, 1787)	-	-	4	4	0,02
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)	36	4	-	40	0,25
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	412	48	397	857	5,29
<i>Poecilus punctatulus</i> (Schaller, 1783)	-	-	4	4	0,02
<i>Pterostichus cylindricus</i> (Herbst, 1784)	-	4	-	4	0,02
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger., 1798)	28	11	64	103	0,64

<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer., 1796)	-	-	4	4	0,02
<i>Stomis pumicatus</i> (Panerz, 1796)	-	4	-	4	0,02
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk., 1781)	8	109	4	121	0,75
<i>Zabrus tenebrioides</i> (Goeze, 1777)	-	4	-	4	0,02
Spolu	8 232	3 576	4 364	16 172	100

Table 2: Occurrence of the species of the family Carabidae - 1st variant – unfertilized control, on the locality VPP Kolíňany, during the years 2004 - 2006

Tabuľka 2: Výskyt druhov čel'ade *Carabidae* - 1. variant - nehnojená kontrola, na lokalite VPP Kolíňany, počas rokov 2004 – 2006

Druh / rok (opakovanie)	2004					2005					2006					Spolu	
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	ex	%
<i>Amara aenea</i>	2	1	2	3	8	1	1	-	2	4	-	-	-	-	-	12	0,32
<i>Anchomenus dorsalis</i>	10	9	8	5	32	3	4	3	7	17	6	8	5	8	27	76	1,99
<i>Anisodactylus poeciloides</i>	-	-	-	-	-	2	1	1	-	4	-	-	-	-	-	4	0,11
<i>Badister sodalis</i>	2	-	1	1	4	-	-	-	-	-	2	2	1	3	8	12	0,32
<i>Brachinus crepitans</i>	13	8	15	12	48	3	1	2	2	8	25	18	10	31	84	140	3,67
<i>Brachinus expulso</i>	-	-	-	-	-	2	-	1	1	4	7	3	1	5	16	20	0,53
<i>Calathus fuscipes</i>	25	9	18	16	68	13	7	3	12	35	3	1	3	5	12	115	3,01
<i>Calosoma auro-punctatum</i>	2	-	-	2	4	-	-	-	-	-	1	2	-	1	4	8	0,21
<i>Carabus scheidleri</i>	13	8	11	5	37	3	6	-	3	12	5	3	4	4	16	65	1,71
<i>Cicindela campestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	0,11
<i>Dolichus halensis</i>	21	23	15	32	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	2,38
<i>Harpalus distinguendus</i>	2	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,11
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	46	45	50	39	1 824	13	12	87	13	48	25	10	15	22	74	3 044	79,9
<i>Harpalus latus</i>	3	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,11
<i>Poecilus cupreus</i>	18	15	20	15	68	-	-	-	-	-	21	17	14	17	69	137	3,58
<i>Poecilus punctulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	4	4	0,11

<i>Pterostichus melanarius</i>	3	-	3	2	8	-	1	-	2	3	-	-	-	-	-	11	0,29
<i>Pterostichus vernalis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	4	4	0,11	
<i>Trechus quadristriatus</i>	3	-	-	1	4	13	9	8	15	45	2	-	1	1	4	53	1,39
Spolu	58	52	60	49	2 204	17	15	10	17	61	33	15	19	30	99	3	100
	5	5	1	3		5	6	5	6	2	3	9	8	2	2	808	

Table 3: Occurrence of the species of the family Carabidae - 2nd variant – 25 t*ha⁻¹ of livestock manure on the locality VPP Kolíňany, during the years 2004 - 2006

Tabuľka 3: Výskyt druhov čel'ade *Carabidae* - 2. variant – 25 t*ha⁻¹ maštal'ného hnoja, na lokalite VPP Kolíňany, počas rokov 2004 – 2006

Druh / rok (opakovanie)	2004					2005					2006					Spolu	
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	ex	%
<i>Abax parallepipedus</i>	1	1	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Amara aenea</i>	2	3	4	3	12	3	3	1	1	8	-	-	-	-	-	20	0,5
<i>Anchomenus dorsalis</i>	5	6	5	8	24	6	8	5	9	28	1	3	2	2	8	60	1,6
<i>Anisodactylus poeciloides</i>	-	-	-	-	-	1	2	-	1	4	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Badister sodalis</i>	1	1	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Bembidion guttula</i>	-	-	-	-	-	2	1	1	-	4	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Brachinus crepitans</i>	5	3	2	2	12	3	2	-	3	8	1	3	2	2	8	28	0,7
<i>Brachinus explodens</i>	-	-	-	-	-	3	1	-	-	4	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Calathus fuscipes</i>	8	5	6	9	28	15	12	9	16	52	2	1	2	3	8	88	2,3
<i>Calosoma auropunctatum</i>	4	3	3	2	12	-	-	-	-	-	10	2	9	7	28	40	1
<i>Carabus scheidleri</i>	5	7	5	11	28	2	2	-	4	4	13	7	18	14	52	84	2,2
<i>Cicindela sylvicola</i>	-	-	-	-	-	4	2	-	2	8	12	10	8	10	40	48	1,3
<i>Dolichus halensis</i>	5	6	7	6	24	-	-	-	-	-	3	4	4	5	16	40	1
<i>Harpalus affinis</i>	2	2	2	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,2
<i>Harpalus distinguendus</i>	3	1	3	1	8	2	1	1	4	8	1	2	1	-	4	20	0,5
<i>Harpalus punctatulus</i>	-	-	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,1
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	22	25	25	24	968	26	12	27	30	968	29	31	26	32	1 196	3 132	81
	1	0	5	2		8	3	4	3		8	5	2	1			
<i>Chlaenius nigricornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	4	4	0,1
<i>Microlestes minutulus</i>	3	2	2	1	8	-	1	2	1	4	-	-	-	-	-	12	0,3

<i>Poecilus cupreus</i>	10	13	12	9	44	5	3	6	2	16	28	21	26	37	112	172	4,5
<i>Pterostichus melanarius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	15	12	4	40	40	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	-	-	-	-	-	10	3	7	8	28	-	-	-	-	-	28	0,7
<i>Zabrus tenebrioides</i>	-	-	-	-	-	1	-	1	2	4	-	-	-	-	-	4	0,1
Spolu	27	30	30	30	1 188	32	16	30	35	1 148	38	38	34	40	1 516	3 852	10
	5	3	8	2		3	4	9	2		0	3	7	6		0	

Table 4: Occurrence of the species of the family Carabidae – 3rd variant – 50 t*ha⁻¹ of biosludge, on the locality VPP Koliňany, during the years 2004-2006

Tabuľka 4: Výskyt druhov čeľade *Carabidae* - 3. variant – 50 t*ha⁻¹ biokalu, na lokalite VPP Koliňany, počas rokov 2004 – 2006

Druh / rok (opakovanie)	2004					2005					2006					Spolu	
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	ex	%
<i>Amara aenea</i>	4	3	2	3	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,29
<i>Anchomenus dorsalis</i>	47	21	15	17	100	3	3	4	2	12	-	-	-	-	-	112	2,75
<i>Anisodactylus signatus</i>	-	1	7	8	16	-	-	1	3	4	-	-	-	-	-	20	0,49
<i>Badister sodalis</i>	1	2	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,09
<i>Brachinus crepitans</i>	13	17	22	-	52	4	2	-	2	8	-	-	-	-	-	60	1,46
<i>Brachinus expodens</i>	2	1	-	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,19
<i>Calathus fuscipes</i>	25	19	37	19	100	1	6	4	1	12	2	1	1	-	4	116	2,83
<i>Calosoma auropunctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	8	9	-	32	32	0,78
<i>Carabus scheidleri</i>	26	13	18	7	64	-	-	-	-	-	4	10	2	8	24	88	2,14
<i>Cicindela germanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9	4	20	20	0,49
<i>Dolichus halensis</i>	39	5	12	48	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	2,53
<i>Harpalus distinguendus</i>	-	-	-	-	-	5	2	-	5	12	-	4	-	4	8	20	0,48
<i>Pseudophonus rufipes</i>	57	62	49	85	2 548	11	6	95	2	30	10	95	76	16	44	3	80,2
	8	1	9	0		2	9		8	4	2		7	7	0	292	
<i>Microlestes minutulus</i>	6	3	2	1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,29
<i>Poecilus cupreus</i>	28	45	13	6	92	-	-	-	-	-	17	33	20	14	84	176	4,29
<i>Pterostichus melanarius</i>	-	4	6	2	12	-	-	-	-	-	1	2	5	-	8	20	0,49
<i>Stomis pumicatus</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	1	4	-	-	-	-	-	4	0,09
<i>Trechus quadristriatus</i>	-	-	-	-	-	-	2	2	-	4	-	-	-	-	-	4	0,09
Spolu	76	75	63	96	3 124	12	8	10	4	36	14	16	12	19	62	4	100
	9	5	4	6		8	4	6	2	0	1	0	2	7	0	104	

Table 5: Occurrence of the species of the family Carabidae - 4th variant – 50 t*ha⁻¹ of livestock manure, on the locality VPP Kolíňany, during the years 2004 – 2006

Tabuľka 5: Výskyt druhov čeľade *Carabidae* – 4. variant – 50 t*ha⁻¹ maštalného hnoja, na lokalite VPP Kolíňany, počas rokov 2004 – 2006

Druh / rok (opakovanie)	2004					2005					2006					Spolu	
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	ex	%
<i>Anchomenus dorsalis</i>	-	-	-	-	-	8	5	9	6	28	-	-	-	-	-	28	1,52
<i>Anisodactylus signatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	3	4	-	-	-	-	-	4	0,22
<i>Brachinus crepitans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	4	4	0,22
<i>Brachinus expulso</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	2	8	8	0,43
<i>Calathus fuscipes</i>	2	1	1	4	8	2	1	4	1	8	1	-	-	3	4	20	1,08
<i>Calosoma auropunctatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	3	4	16	16	0,86
<i>Carabus scheidleri</i>	4	2	-	2	8	-	-	2	2	4	9	11	20	4	44	56	3,03
<i>Cicindela germanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	4	4	0,22
<i>Dolichus halensis</i>	1	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,22
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	12 2	21 9	98	12 1	56 0	7 6	90	11 2	2 6	30 4	21 1	19 9	17 8	92	68 0	1 544	83,5 5
<i>Microlestes minutulus</i>	1	4	2	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,43
<i>Poecilus cupreus</i>	12	20	9	11	52	-	4	4	-	8	16	21	18	5	60	120	6,49
<i>Pterostichus cylindricus</i>	-	-	-	-	-	-	2	1	1	4	-	-	-	-	-	4	0,22
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	1	1	1	4	-	-	2	2	4	4	5	2	1	12	20	1,08
<i>Trechus quadristriatus</i>	-	-	-	-	-	5	1	2	-	8	-	-	-	-	-	8	0,43
Spolu	14 3	25 0	11 1	14 0	64 4	9 1	10 3	13 7	4 1	37 2	25 0	24 5	22 5	11 2	83 2	1 848	100

Table 6: Occurrence of the species of the family Carabidae – 5th variant – 100 t*ha⁻¹ of biosludge, on the locality VPP Koliňany, during the years 2004–2006

Tabuľka 6: Výskyt druhov čeľade *Carabidae* - 5. variant –100 t*ha⁻¹ biokalu, na lokalite VPP Koliňany, počas rokov 2004 – 2006

Druh / rok (opakovanie)	2004					2005					2006					Spolu	
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ	ex	%
<i>Amara aenea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	4	4	0,16
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	1	1	1	4	17	23	13	15	68	-	-	-	-	-	72	2,81
<i>Badister sodalis</i>	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,16
<i>Bembidion lampros</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	3	3	12	12	0,47
<i>Brachinus crepitans</i>	-	-	-	-	-	8	8	11	9	36	-	-	-	-	-	36	1,41
<i>Calathus fuscipes</i>	-	-	-	-	-	4	4	3	5	16	1	2	1	-	4	20	0,78
<i>Carabus scheidleri</i>	1	2	3	2	8	4	5	3	4	16	1	1	-	2	4	28	1,09
<i>Cicindela germanica</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	2	4	-	-	-	-	-	4	0,16
<i>Dolichus halensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	2	3	12	12	0,47
<i>Harpalus distinguendus</i>	-	-	-	-	-	7	8	6	7	28	3	6	5	2	16	44	1,72
<i>Pseudophonus rufipes</i>	24	19	23	20	884	26	15	27	17	864	3	11	76	5	27	2024	79,1
<i>Microlestes minutulus</i>	2	1	2	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,31
<i>Poecilus cupreus</i>	36	39	41	40	156	7	6	8	3	24	2	19	17	1	72	252	9,84
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	2	1	-	4	-	2	2	-	4	2	1	1	-	4	12	0,47
<i>Trechus quadristrius</i>	-	-	2	2	4	6	4	7	7	24	-	-	-	-	-	28	1,09
Spolu	28	24	28	25	1 072	31	21	32	22	1 084	6	15	10	7	40	2 560	100
	7	4	6	5		7	4	5	8		8	0	7	9	4		

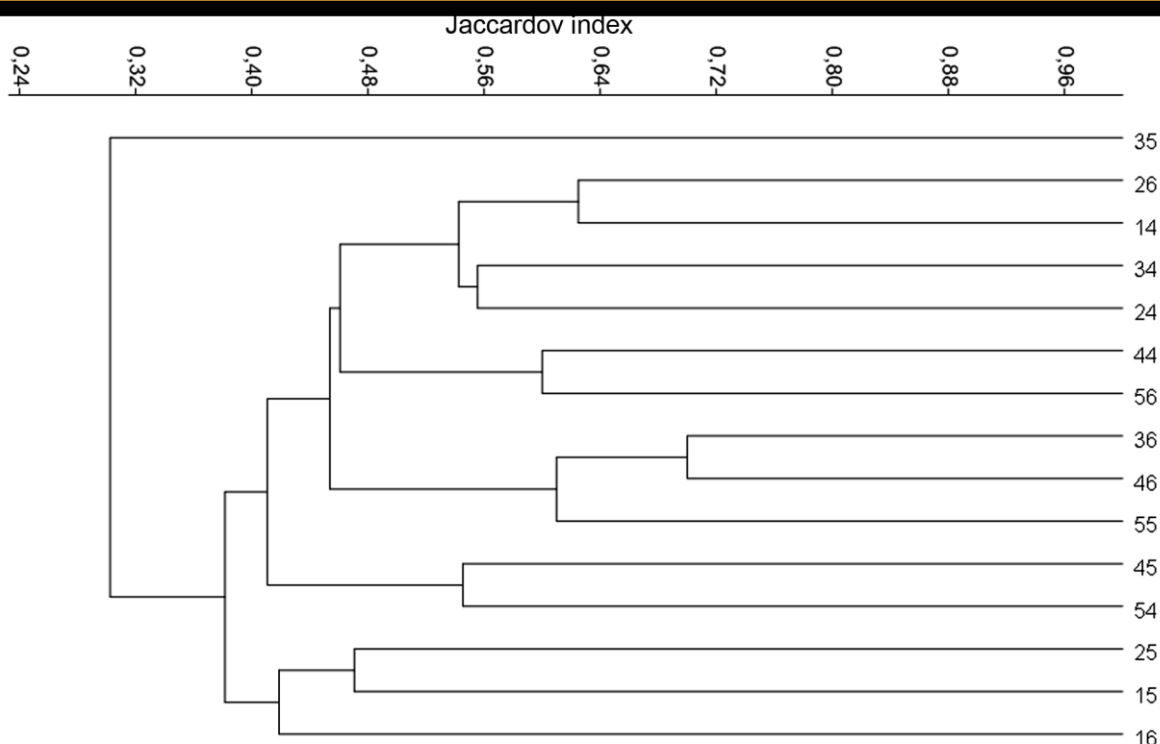


Figure 7: Classification of annual harvests of *Carabidae* in different variants based on the similarity of their species composition. The first number indicates the number of variant 1–5, the second number is the last number of the year 2004–2006

Obrázok 7: Klasifikácia jednorokých zberov bystruškovitých v jednotlivých variantov na základe podobnosti ich druhového zloženia. Prvá číslica označuje číslo variantu 1–5, druhá číslica je poslednou číslicou letopočtu 2004–2006

Podľa prítomnosti jednotlivých druhov vytvárali zbery z jednotlivých variantov a rokov – na hladine podobnosti 0,38 – 0,72 päť zhlukov (Obrázok 7). Tieto zhluky sa formovali prevažne podľa polohy pokusných na pokusnom poli (varianty 1, 2 a 3, varianty 3, 4 a 5, var 4 a 5) a do podľa roku zberu 2004 na jednej strane a 2005 a 2006 na druhej strane. Výrazne sa pritom vyčleňovali druhovo bohatšie zbery z nehnújeného kontrolného variantu a príslušných variantov s menšími dávkami hnojiva maštalným hnojom a biokalom.

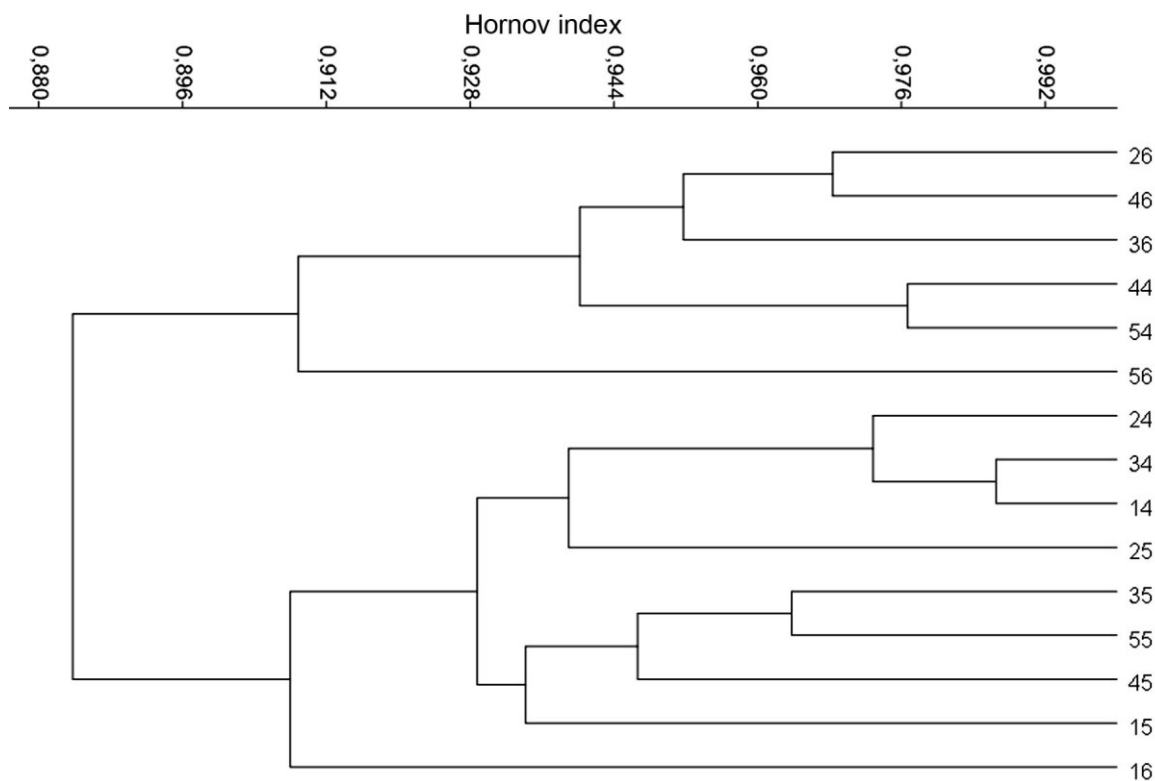


Figure 8: Classification of annual harvests of Carabidae in different variants on the basis of proportional similarity of their representation. The first number indicates the number of variant 1–5, the second number is the last number of the year 2004–2006

Obrázok 8: Klasifikácia jednoročných zberov bystruškovitých v jednotlivých variantov na základe proporcionálnej podobnosti ich zastúpenia. Prvá číslica označuje číslo variantu 1–5, druhá číslica je poslednou číslicou letopočtu 2004–2006

Podľa proporcionálnej podobnosti (Obrázok 8) sa vytvorili na vysokej hladine podobnosti 0,90 dva výrazné zhluky. V jednom sa spojili prevažne zbery z variantov susediacich s variantom 3, t.j. z variantov 2, 4 a 5 a prevažne z roku 2006. Hladiny podobnosti v tomto zhluku ležali v medziach 0,94–0,98. Dominancia *Pseudophonus rufipes* v tomto zhluku bola v medziach 68 – 86%, *Pretostichus cupreus* 7–17%, *Carabus scheidleri* 3,4–5,3%. Naopak tu chýbal *Brachinus crepitans* a *Anchiomenus dorsale*.

Druhý, väčší zhluk sa vnútorne delil na dva podzhluky. Jeden zahŕňal zbery z kontrolného variantu a oboch variantov s menšími dávkami hnojenia z roku 2004, ďalší podzhluk zbery prevažne z variantov s vyššími dávkami z roku 2005. Hladiny podobnosti v tomto podzhluku ležali v medziach 0,94–0,99. V tomto zhluku popri *Pseudoophonus rufipes* (74,4–84,4 %) bolo vyrovnannejšie zastúpenie *Anchomenus dorsalis*, *Brachynus crepitans*, *Carabus scheidleri* *Poecilus cupreus* a *Calatbus fuscipes*. Ostatné druhy sa spôsobe zhlukovania podieľali zanedbateľne.

Vzťah spoločností v jednotlivých variantoch hnojenia a rokoch, resp. plodinách ukazuje kanonická korešpondenčná analýza (Obrázok 7). Vysoké hodnoty abundancie a počtu druhov sú korelované v roku 2004, porastom slnečnice a nižšími dávkami oboch organických hnojív, alebo s nehnojenou kontrolou, rokom

2005 a porastom cukrovky a nehnojenou kontrolou. Naopak nízke hodnoty týchto parametrov sú zviazané s vysokými dávkami hnojím, rokom 2006 a porastom kukurice, Druhy *Pseudopohonus rufipes*, zaujíma v disperznom diagram neutrálnu polohu. Pomerne hojné druhy *Carabus scheidleri* a *Poecilus cupreus* vykazujú zvýšenú preferenciu porastu kukurice v roku 2006. Druhy *Bembidion lampros* a *Calosoma auropunctatum* sú naopak pre tento porast charakteristické, čo zrejme súvisí s ich heliofiliou a neskorým vzchádzaním a vytváraním uzavretého porastu tejto plodiny. Druh *Dolichus halensis* je viazaný s rokom 2004 a s porastom slnečnice. Druh *Trechus quadristriatus* má vzťah k nehnojenej kontrole a roku 2005.

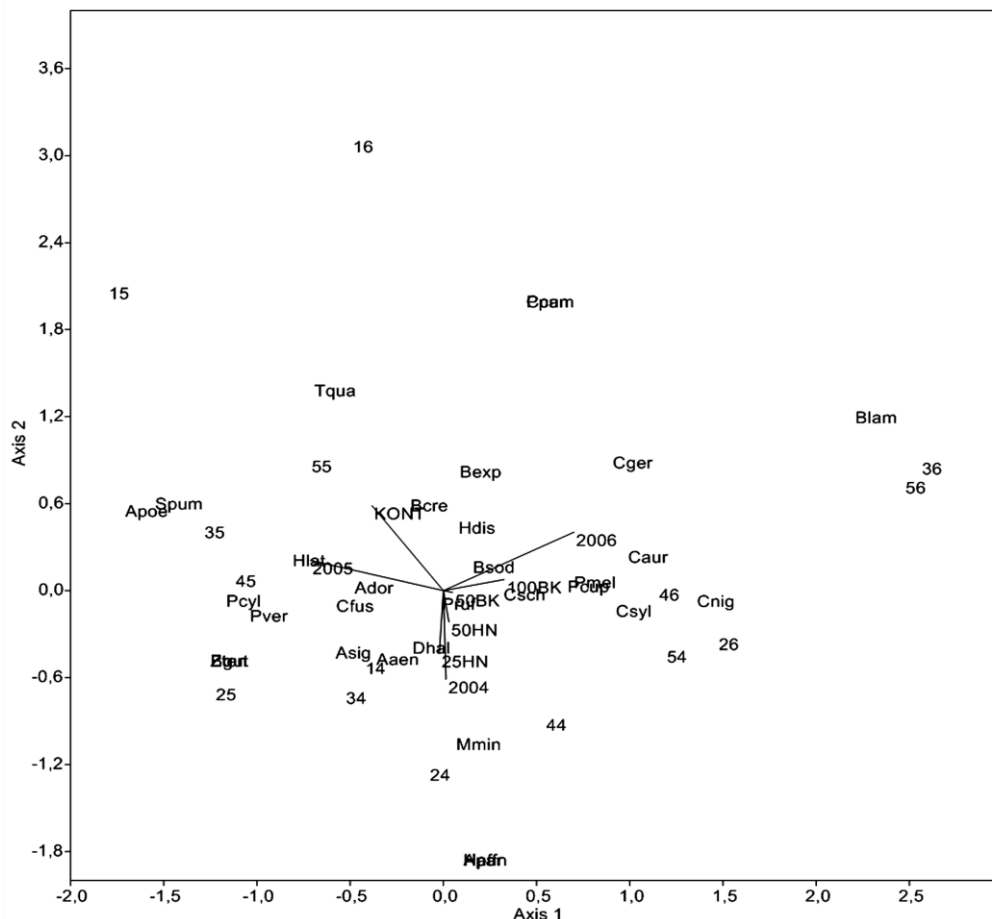


Figure 9: Canonical correspondence analysis of annual harvests of Carabidae in five variants of fertilization (CONT – control, 25HN – 25 t of livestock manure ha⁻¹, 50HN – 50 t of livestock manure* ha⁻¹, 50 BK 50 t of biosludge* ha⁻¹, 100 BK 100 t of biosludge*ha⁻¹, number of variants, as in Fig. 5 and 6, species abbreviations as in Fig. 3 and 4

Obrázok 9: Kanonická korešpondenčná analýza jednorokých zberov bystruškovitých v piatich variantoch hnojenia (KONT – kontrola, 25HN – 25 t maštalného hnoja*ha⁻¹, 50HN – 50 t maštalného hnoja*ha⁻¹, 50 BK 50 t biokalu*ha⁻¹, 100 BK 100 t biokalu*ha⁻¹, čísla variantov ako v obr. 5 a 6, skratky druhov ako v obr. 3 a 4

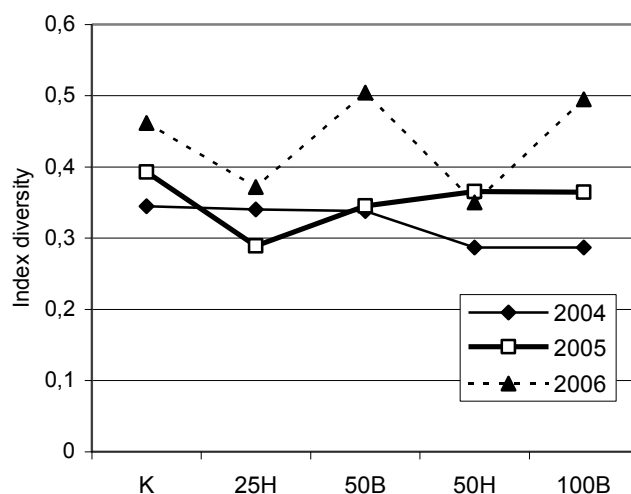


Figure 10: The value of Shannon–Wiener diversity index of *Carabidae* in different varieties and years

Obrázok 10: Hodnoty Shannon–Wienerovho indexu diversity bystruškovitých v jednotlivých variantoch a rokoch

Hodnoty Shannon–Wienerovho indexu diverzity v jednotlivých rokoch a variantoch kolísali od 0,29 do 0,50 s priemerom 0,34 (Obrázok 10). Nízke hodnoty sa objavovali vo variantoch, kde zastúpenie *Pseudoophonus rufipes* bolo sprevádzané dominantným postavením *Poecilus cupreus* a veľmi nízkou dominanciou ďalších druhov. Vyššie hodnoty boli naopak vo variantoch, kde niekoľko ďalších druhov (najmä *Anchomenus dorsalis*, *Brachinus crepitans*, *Carabus scheidleri*, *Calosoma auropunctatum* a *Calathus fuscipes*) dosahovalo súčasne subdominantného postavenia. Vo všeobecnosti však v stredoeurópsky podmienkach možno konštatovať, že spoločenstvá v ekosystémoch výrazne ovplyvnených ľudskou činnosťou majú nižšie hodnoty indexu diverzity (Porhajašová, 2011).

Podakovanie

Práca vznikla za podpory projektov VEGA 1/0513/12 „Výskum agroekosystémov pre zmiernenie klimatických zmien, produkciu bioproduktov a zlepšenie nutričných a zdravotných parametrov ľudí“, VEGA 1/0124/13 „Fyzikálna stabilizácia organickej hmoty v pôdach rôznych ekosystémov“ a VEGA 2/0140/10 „Zákonitosti formovania spoločenstiev vybraných skupín bezstavovcov v horských ekosystémoch v podmienkach meniacej sa klímy a antropogénnych zásahov“.

Literatúra

Baranová, B., Fazekašová, D., Jászay, T., Manko, P., (2013) Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) community of arable land with different crops. *Folia faunistica slovacica*, 18 (1): 21-29.

Boháč, J., (2011) Brouci–střevlíkovitý. In: Kučera, T. Červená kniha biotopů. 2005. http://www.usbe.cas.cz/cervenakniha/texty/tax_skupiny/ (Accessed 30 July 2011).

- Cardamo, H.A, Spence, J.R., (1994) Crop Type Effects on the Activity and Distribution of ground Beetles (*Coleoptera, Carabidae*). Environmental Entomology, 3 : 52-60.
- Erichson, D., (1978) Distribution, activity and density of some *Carabidae* (*Coleoptera*) in winter wheat fields. Pedobiologia. 18 : 202-217.
- Fazekašová, D., (2003) Trvalo udržateľné využívanie pôdy – vymedzenie a hodnotenie indikátorov a parametrov vývoja pôdy. Prešov: FHPV PU.
- Fazekašová, D., Bobuľovská, L., Macková, D., (2011) Biodiversity and environment quality in the conditions of ecological farming on soil. Nővénytermelés, 60 : 427 – 430.
- Fazekašová, D., Bobuľovská, L., Angelovičová, L., (2013) Biological activity of soil as an indicator of soil fertility. Nővénytermelés, 62 : 205-208.
- Google Maps, (2011) [online]. Available at: <http://maps.google.com> [Accessed 17 March 2011].
- Hammer, Q., (2012) Past. Paleontological statistics, Version 2.16. Reference manual. Natural History museum, University of Oslo
- Chlpík, J., (2006) Závěrečná správa čiastkovej úlohy riešená v rámci projektu VEGA 1/1345/04, Závěrečná správa : SPU Nitra.
- Irmeler, U., (2003) The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. Agriculture, Ecosystems and Environment. 98 : 141-151.
- Kabacyk – Wasylik, D., (1978) Drapieżne biegaczowatw. Biologiczne metody walki ze szkodnikami roślin. Warszawa. pp. 225-239.
- Kádár, F., Szentkirályi, F., (1997) Influence of weather fronts on the flight activity of ground beetles (*Coleoptera, Carabidae*). Zombori L., Petegovits L. (eds.) Proceedings 4. ECE/XIII. SIEEC, 1-6 September 1991, Gödöllő.
- Kádár, F., Szentkirályi, F., (1997) Influence of climatic variations on long-termed fluctuations pattern of ground beetles (*Coleoptera, Carabidae*) collected by light trapping in Hungary. Acta phytopathologica eet entomologica hungarica. 32 : 185-203
- Kromp, B., (1990) Carabid beetles (*Carabidae, Coleoptera*) as bioindicators of biological and conventional farming in Austrian potato fields. Biol. Fertil. Soil. 9 : 182-187.
- Losos, B., Gulička, J., Lellák, J., Pelikán, J., (1984). Ekologie živočichů. Praha : SPN.
- Midtgaard, F., (1999) Is dispersal density-dependent in carabid beetles? A field experiment with *Harpalus rufipes* (De Geer) and *Pterostichus niger* (Schaller) (*Carabidae, Coleoptera*). Jour. Appl. Ent. 123 : 9 – 12.
- Petřvalseký, V., Porhajašová, J., Peterková, J., (2003) Výskyt bystruškovitých (*Carabidae, Coleoptera*) v pôde s rozdielnym typom hospodárenia. Agriculture. 12 : 619-624.
- Porhajašová, J., Petřvalseký, V., Macák, M., Urminská, J., Ondrišík, P., (2008a) Occurrence of species family *Carabidae* (*Coleoptera*) independence on the input of organic matter into soil. Journal of Central European Agriculture. 3 : 557-566.

- Porhajašová, J., Petřvalský, V., Šustek, Z., Urminská, J., Ondrišík, P., Noskovič, J., (2008b) Long-termed changes in ground beetle (*Coleoptera: Carabidae*) assemblages in a field treated by organic fertilizers. *Biologia-Section Zoology*. 6 : 1184-1195.
- Porhajašová, J., Urminská, J., Noskovič, J., Ondrišík, P., Šustek, Z., (2009) Biodiverzita epigeických skupín Prírodnej rezervácie Alúvium Žitavy. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2 : 52-57.
- Porhajašová, J., Šustek, Z., (2011) Priestorová štruktúra spoločentiev bezstavovcov s dôrazom na čeľaď *Carabidae* v Prírodnej rezervácii Žitavský luh. Nitra : SPU, 77 p.
- Porhajašová, J., (2011) Vplyv aplikácie organických hnojív na priestorovú štruktúru bezstavovcov s dôrazom na čeľaď *Carabidae*. Habilitačná práca. 132 p.
- Povolný, D., Šustek, Z., (1985) Několik úvah o živočišné synantropii a jejich projevech na modelových skupinách. *Acta Univ. Fac. Agron.* pp. 175-199.
- Purtauf, T., Dauber, J., Wolters, V., (2004) Carabid communities in the spatio-temporal mosaic of a rural landscape. *Landscape and Urban Planning*. 67 : 183-193.
- Purtauf, T., Roschewitz, I., Dauber, J., Thies, C., (2005) Landscape context of organic and conventional farms: Influence on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2 : 165-174.
- Retho, B., Gaucherel, C., Inchausti, P., (2008) Modeling explicit population dynamics of *Pterostichus melanarius* Ill. (*Coleoptera: Carabidae*) in response to changes in the composition and configuration of agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*. 84 : 191-199.
- Saska, P., Vodde, M., Heijerman, T. Westerman, P., Werf, W., (2007) The significance of a grassy field boundary for the spatial distribution of carabids within two cereal fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 122 : 427-434.
- Skuhřavý, V., Louda, J., Sýkora, J., (1971) Zur Verbreitung der Laufkäfer in Feldmonokulturen. *Beitr. Entomology*. 21 : 539-546.
- Šiška, B., Čimo, J., (2006) Klimatická charakteristika rokov 2004 – 2006 v Nitre.
- Špánik, F., Šiška, B., Tomlain, J., Repa, Š., (2000) Ukazovatele agroklimatickej rajonizácie poľnohospodárskej výroby na Slovensku v podmienkach klimatickej zmeny. *Štúdia SBKS SAV XVII*.
- Šustek, Z., (1994) Impact of pollution by nickel leaching rest on *Carabidae*, *Silphidae* and *Staphylinidae* in the surroundings of the nickel smelting plant at Sered' (Slovakia). *Biologia, Bratislava*, 49 : 709-721.
- Šustek, Z., (1999) Light attraction of Carabid beetles and their survival in the city centre. *Biologia, Bratislava*, 54 : 539-551.
- Šustek, Z., (2007) Impact of wind disaster High Tatras in november 2004 on Carabid communities. *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia Studii și comunicări Științele Naturi, Tom XXIII/2007*. pp. 115-123.

Thomas, C.F.G., Holland, J.M., Brown, N.J., (2002) The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. Holland J.M.: The Agroecology of Carabid Beetles. pp. 305-344.

Varvara, M., (2010) The genus *Carabus* (Coleoptera, Carabidae) in some potato crops from Romania. Oltenia. Studii și comunicări Științele Naturii. 26 : 137-146.

Varvara, M., Chimișliu, C., Šustek, Z., (2012) Distribution and abundance of *Calosoma aurouctatum* Herbst 1784 (Coleoptera, Carabidae) in some agricultural crops in Romania, 1977-2010. Oltenia. Studii și comunicări Științele Naturii. 28 : 80-90.

Vrábelová, M., Markechová, D., (2001) Pravdepodobnosť a štatistika. Nitra : Vyd. FPV UKF. pp. 199.