

# VPLYV PESTOVANÝCH PLODÍN A SPÔSOBU HOSPODÁRENIA NA BIODIVERZITU DRUHOV ČELADE CARABIDAE

## IMPACT OF CULTIVATED CROPS AND TYPE OF FARMING ON BIODIVERSITY OF SPECIES OF CARABIDAE FAMILY

Jana IVANIČ PORHAJAŠOVÁ, Mária BABOŠOVÁ

Katedra environmentalistiky a biológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov  
SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

e-mail: jana.porhajasova@uniag.sk, maria.babosova@uniag.sk

**Abstract:** *Impact of farming type (organic and integrated) and crop type (Zea mays and Pisum sativum) on biodiversity of species of Carabidae family was evaluated during 2018 and 2019. A total of 3,616 individuals belonging to the Carabidae family were trapped. 1,945 individuals were trapped in stands of Zea mays. Of these, 1,491 individuals were trapped in organic farming and 454 individuals in integrated farming. 1,671 individuals were trapped in Pisum sativum stands. Of these, 1,174 individuals were trapped in organic farming and 497 individuals in integrated farming. 15 species of Carabidae family were determined in both organic and integrated types of farming. Within the type of farming and cultivated crop, the Harpalus rufipes had an eudominant representation. The calculated values of faunistic similarity ranged from 53.33 % to 86.67 %. The identity of the dominance was recorded at the level from 82.89 % to 91.82 %. Diversity index values ranged from 0.36511 to 0.96919.*

**Key words:** *biodiversity, Carabidae, Dolná Malanta, ecological farming system, integrated farming system*

### Úvod

Agroekosystémy sa nachádzajú na väčšine neurbanizovaných oblastí Európy, vyžadujú si ochranu a sú súčasťou európskej biodiverzity. Z dôvodu zvýšenej aplikácie pesticídov a priemyselných hnojív a zavedením monokultúrneho pestovania plodín sa poľnohospodárska krajina výrazne zmenila. S uvedeným súvisí aj pokles biodiverzity v agroekosystémoch (Baranová et al., 2013). Udržateľné poľnohospodárske systémy by mali byť biologicky a ekologicky vyrovnané, technicky zvládnuteľné, ekonomicky efektívne a sociálne akceptovateľné. Prioritným cieľom poľnohospodárstva je zvyšovať úrodu, čo je spojené s aplikáciou anorganických a organických hnojív a pesticídov v agroekosystémoch. Uvedené však ovplyvňuje prezenciu, resp. absenciu prítomnej zoofauny vrátane Carabidae a ich reakciu na realizované inputy do pôdy. Výskyt je však preukazne ovplyvnený aj prítomnou vegetáciou v spojitosti s realizovanými agrotechnickými zásahmi (Ivanič Porhajašová et al., 2019; Černý et al., 2019). Biologická diverzita poľnohospodárstva pozostáva z niekoľkých analytických úrovní. Zložitosť

interakcií súvisí s obojsmernými vplyvmi a vplyvmi globálneho využívania pôdy a klimatickými zmenami. Preto je nutné predvídať interakcie biologickej diverzity, komplexnosti agroekosystémov a globálnych zmien vyplývajúcich zo zrýchľovania a integrácie a intenzifikácie využívania pôdy (Zimmerer, 2010). Podľa Boháča (2013) je v súčasnosti ohrozená biologická diverzita. Veľkosť populácií mnohých druhov klesá a niektorým druhom hrozí dokonca vyhynutie, čo je spôsobené napr. malým geografickým rozšírením druhov, druhmi s malým počtom populácií, druhmi s klesajúcou veľkosťou populácií alebo paradigmatou strácajúcich sa populácií, druhov s malou genetickou variabilitou, druhov so špecifickými požiadavkami na stanovište. Najväčšiu hrozbu však predstavuje ľudská aktivita (disturbancia, fragmentácia a degradácia životného prostredia, globálna zmena klímy atď.). V súvislosti s klimatickými zmenami možno očakávať aj špecifické vplyvy na poľnohospodársku výrobu. Tradičné poľnohospodárske systémy môžu pomôcť moderným poľnohospodárskym systémom ľahšie odolávať klimatickým extrémom. Poznatky praxe naznačujú, že agroekosystémy sú pružnejšie, ako tradičné ekosystémy. Účinná difúzia agroekologických technológií vo veľkej miere určuje, ako dobre a rýchlo sa poľnohospodári prispôsobujú klimatickým zmenám (Altieri et al., 2015; Eliášová et al., 2019). Yaday et al. (2013a) uvádzajú, že systémy ekologickej výroby si nielen zachovávajú, ale aj zlepšujú vitalitu pôdy, čím podporujú aktivitu a biodiverzitu pôdných organizmov. Dopyt po ekologickom poľnohospodárstve sa reálne zvyšuje po celom svete.

Strata biodiverzity sa stala v súčasnosti globálnym problémom, nakoľko zníženie biodiverzity v pôde negatívne ovplyvňuje celkovú výkonnosť ekosystémov. Je preto nutné venovať pozornosť poklesu biodiverzity pôdy a pôdnym spoločenstvám (Wagg et al., 2014; Langraf et al., 2018).

Výskyt druhov čelade Carabidae v agroekosystémoch je podmienený mnohými faktormi, predovšetkým sú to teplota, vlhkosť, zatienenie, typ vegetácie, charakter pôdneho podkladu atď. Ich prezenciu nepriamo prostredníctvom kultivačných postupov a mikroklimatických zmien ovplyvňuje aj typ pestovanej plodiny. Vplyv pesticídov, predovšetkým insekticídov, má lokalizovaný a krátkodobý účinok. Samotná početnosť druhov je výraznejšie ovplyvňovaná krátkodobými výkyvmi zmien podmienok prostredia, ako aj samotným spôsobom hospodárenia (Ivanič Porhajašová et al., 2019). Z uvedeného vyplýva cieľ predloženej práce vyhodnotiť vplyv ekologického a integrovaného systému hospodárenia na ornej pôde na biodiverzitu druhov čelade Carabidae v modelových plodinách *Zea mays* a *Pisum sativum*.

## **Materiál a metodika**

Výskum bol realizovaný v rámci dlhodobých maloparcelných pokusov ekologickej a integrovanej sústavy hospodárenia na ornej pôde, na Experimentálnej báze FAPZ SPU Nitra - Dolná Malanta, ktorá má charakter roviny s nadmorskou výškou 178 m n. m. Integrované a ekologické systémy pozostávali zo skupiny rotujúcich plodín, ktoré sú vo vzájomných interakciách. Cieľom usporiadania oševných postupov je náhrada chemických vstupov za biologické, s maximom pozitívnych a minimom negatívnych

interakcií medzi plodinami (Lacko-Bartošová, 2005; 2006). V oboch systémoch boli využívané identické odrody pestovaných plodín. Porasty boli zakladané v oboch systémoch v súlade so správnou agrotechnickou praxou, rozdiely boli v metódach regulácie škodlivých činiteľov a v aplikácii priemyselných hnojív v integrovanej sústave. Pokus bol založený v štyroch opakovaniach, veľkosť plochy jedného opakovania bola 50 m<sup>2</sup>. V integrovanom hospodárení bola ochrana rastlín cielená, využitie prípravkov povolených v integrovanej produkcii bolo úsporné. V ekologickom hospodárení bola ochrana rastlín založená na preventívnych, nepriamych a mechanických princípoch, v širokoriadkových plodinách, s použitím fyzikálnych metód. Obrábanie pôdy v oboch sústavách bolo založené na orbe, s prvkami minimalizácie. Pôdnym typom na monitorovanej lokalite je hnedozem.

Zbery biologického materiálu boli realizované metódou zemných pascí, počas dvojročného pokusného obdobia rokov 2018 a 2019, v dvoch typoch hospodárenia na ornej pôde, ekologického a integrovaného systému hospodárenia. Modelovými plodinami boli: hrach siaty (*Pisum sativum*) a kukurica siata (*Zea mays*). Zemné pasce boli exponované v teréne počas vegetačného obdobia (v mesiacoch apríl až október). Zozbieraný materiál bol odoberaný v mesačných intervaloch, zemné pasce boli následne obnovované a v podmienkach Katedry environmentalistiky a biológie bol materiál determinovaný (Húrka, 1996) a následne štatisticky vyhodnotený.

Metóda zemných pascí spočíva v expozícii 1 l sklenených fliaš, ktoré sú zapustené na úrovni povrchu zeme, naplnené sú koncentrovaným 5 % roztokom formaldehydu a sú zakryté strieškou z plechu, ktorá ju chráni pred zrážkami a čiastočne pred drobnými hľodavcami.

U získanej populácie Carabidae boli vyhodnotené: abundancia, druhová skladba, dominancia druhov, druhová identita podľa Jaccarda ( $I_j$ ), identita dominancie podľa Renkonnena ( $I_D$ ), stupeň diverzity podľa Shannon-Wienera ( $d$ ), Losos et al. (1984), celková biodiverzita populácií, štatistické vyhodnotenie výsledkov v programe Statgraphics 5.1 Plus a nakoľko súbor nemal rovnomerné rozdelenie ani po použití transformácií, bol použitý neparametrický Kruskal-Wallis test (Vrábelová a Markechová, 2001).

## Výsledky a diskusia

Manažment pestovania prebiehal v rámci ekologickej a integrovanej sústavy hospodárenia. Metódou zemných pascí bolo počas dvojročného obdobia získaných v rámci oboch typov hospodárenia 3 616 jedincov (ex) patriacich do čeľade Carabidae. V rámci plodiny *Zea mays* bolo získaných 1 945 ex, z čoho 1 491 ex v ekologickom a 454 ex v integrovanom hospodárení. V plodine *Pisum sativum* bolo získaných 1 671 ex, z čoho 1 174 ex v ekologickom a 497 ex v integrovanom hospodárení (tab. 1 a 2). Varvara et al., (2012) sú názoru, že biodiverzita populácia karabidofauny v poľnohospodárskom prostredí je výrazne ovplyvňovaná štruktúrou pestovaných plodín, ale aj synergicky pôsobiacimi faktormi, akými sú napr. pedologické, hydrologické a mikroklimatické podmienky špecifické pre jednotlivé agroekosystémy, ale aj oševné

postupy a realizované agrotechnické opatrenia v rámci rôznych systémov hospodárenia, čo potvrdzuje aj naše zistenia. Napriek uvedenému Weibull et al. (2003) a Demo a Bielik (2000), uvádzajú, že nie je známy vplyv konvenčného a ekologického manažmentu na výskyt koleopterofauny, konkrétne čelade Carabidae v agroceenózach. Bola zistená vyššia biodiverzita Carabidae na bežne obhospodarovaných poliach, ako na ornej pôde ošetrovanej ekologickým hospodárením.

V rámci oboch typov hospodárenia bolo z celkového sumáru 3 616 ex fauny Caerabidae determinovaných 15 druhov (tab. 1 a 2). V plodine *Zea mays* bolo v rámci ekologického hospodárenia determinovaných 10 druhov, v integrovanom 9 druhov. V plodine *Pisum sativum* bolo zhodne v oboch typoch hospodárenia determinovaných 14 druhov. Z hľadiska časovej distribúcie najpočetnejších druhov možno konštatovať, že v priebehu sledovaného obdobia mala abundancia druhov stúpajúcu tendenciu. O'Rourke et al. (2008) je názoru, že populácie Carabidae vykazovali oveľa vyššiu druhovú bohatosť na poliach so štvorročnou rotáciou, ako na poliach s dvojročnou rotáciou, čo možno vysvetliť adaptáciou prítomných druhov na podmienky prostredia.

Na základe tabuliek 1 a 2 možno z hľadiska abundancie a dominancie druhov ako najpočetnejšie druhy vyhodnotiť v oboch typoch hospodárenia a plodinách, ako vysoko eudominantný, *Harpalus rufipes*. Možno ho charakterizovať ako druh poľný, eurytopný, makropterný, polyfágný predátor otvorených stanovišť, ktorý zaznamenal v plodine *Zea mays* v ekologickom hospodárení 93,16 % zastúpenie, v integrovanom 76,87 % zastúpenie. V rámci plodiny *Pisum sativum* v ekologickom hospodárení zaznamenal 85,37 % zastúpenie a v integrovanom hospodárení 81,49 % zastúpenie.

Na základe hodnotenia korelačnej závislosti druhu *Harpalus rufipes* k prevažnej väčšine druhov bol jeho vzťah nepreukazný, čo znamená, že jeho výskyt nie je podmienený výskytom iných druhov. Vplyv klimatických faktorov teploty, zrážok a ročníka možno vyhodnotiť vo vzťahu k *Harpalus rufipes* ako vysoko preukazný ( $P < 0,01$ ). Variant, t.j. spôsob hospodárenia, jeho výskyt neovplyvnil, jednalo sa o nepreukazný vzťah ( $P > 0,05$ ), čo možno vysvetliť jeho rozpínavosťou a autodominciou, nakoľko je to druh hojný a všade prítomný a silne expanzívny druh (Ivanič Porhajašová et al., 2019). Svojou dominanciou potvrdzuje vhodnosť podmienok prostredia, ktorému vyhovujú vlhké až polovlhké, jemne zatienené stanovištia polí a lúk, vhodnosť spôsobu hospodárenia, agrotechniky a pestovaných plodín, čo korešponduje s podmienkami monitorovaného prostredia.

Z hľadiska dominancie možno vyhodnotiť ako dominantne sa vyskytujúci druh *Brachinus crepitans*, avšak jeho dominantný výskyt bol zaznamenaný iba v rámci integrovaného hospodárenia. Jedná sa o druh otvorenej krajiny, vyskytujúci sa na suchých až polovlhkých stanovištiach. V plodine *Zea mays* zaznamenal v ekologickom hospodárení iba 3,02 % zastúpenie, v integrovanom 8,59 % zastúpenie. V rámci plodiny *Pisum sativum* v ekologickom hospodárení zaznamenal 2,22 % zastúpenie a v integrovanom hospodárení 5,23 % zastúpenie. Na základe vyhodnotenia korelačnej závislosti uvedeného druhu možno jeho vzťah k väčšine druhov hodnotiť ako nepreukazný. Vplyv ročníka, teploty a zrážok bol vysoko preukazný ( $P < 0,01$ ). Vplyv variantu (spôsob

hospodárenia) sa nepotvrdil ( $P > 0,05$ ), čo možno vysvetliť, že sa jedná o druh typický svojou pevnou väzbou na prostredie.

Na monitorovanej lokalite bol zaznamenaný výskyt ďalších eurytopných, mezofilných druhov, vykazovali nižšie subdominantné až recedentné zastúpenie *Anchomenus dorsalis*, *Amara aenea*, *Calathus fuscipes*, *Carabus scheidleri*, *Poecilus cupreus* a i., svojou prítomnosťou prispeli k zvýšeniu biodiverzity monitorovaného agroekosystému.

Na základe uvedeného možno konštatovať, že ekologické systémy hospodárenia si podľa autorov nielen zachovávajú, ale aj zlepšujú vitalitu pôdy, čím podporujú aktivitu a biodiverzitu pôdných organizmov (Yaday et al., 2013a). V ďalšej štúdii Yaday et al. (2013 b, c) sú názoru, že organické hnojenie je najvhodnejšou alternatívou na zlepšenie fyzikálnych a biologických vlastností pôdy. Dopyt po ekologickom poľnohospodárstve sa reálne zvyšuje po celom svete.

Podľa Feledyn-Szewczyka et al. (2016) je vzájomná závislosť medzi rôznymi skupinami organizmov, ale aj interakcia medzi ľudskou činnosťou a biodiverzitou si však vyžadujú ďalší výskum a monitoring. Uvedenému by sa mali venovať odborníci z rôznych odborov s cieľom zhodnotenia biodiverzity a ekosystémových služieb a vytvorenia stratégie rozvoja poľnohospodárstva priaznivého pre životné prostredie a udržateľného rozvoja.

Integrované poľnohospodárske systémy sa považujú za prechodný realizovateľný krok strategického významu na zmiernenie problémov v poľnohospodárstve z hľadiska odolnosti systému proti klimatickej zmene. Ani tieto systémy dlhodobo neriešia skutočnosť, že agrotechnické postupy prekročili optimum, spôsobujú degradáciu prírody a krajiny, znečistenie životného prostredia, stratu biodiverzity. Z hľadiska dlhodobého riešenia sú považované rozvinuté ekologické systémy, principiálne založené na ekologickej intenzifikácii, zachovávajúce biodiverzitu, úrodnosť pôdy, znižujúce produkciu skleníkových plynov a environmentálnu záťaž (Lacko-Bartošová et al., 2005).

Tab. 1: Abundancia a dominancia druhov čelade Carabidae - plodina *Zea mays*

Druh	Ekologický systém hospodárenia				Integrovaný systém hospodárenia			
	2018	2019	$\Sigma$	D	2018	2019	$\Sigma$	D
<i>Amara aenea</i>		2	2	0,13	10		10	2,21
<i>Amara familiaris</i>	3	3	6	0,40	5		5	1,10
<i>Anchomenus dorsalis</i>					5	6	11	2,42
<i>Bembidion lampros</i>	2	1	3	0,20				
<i>Brachinus crepitans</i>		45	45	3,02	7	32	39	8,59

Druh	Ekologický systém hospodárenia				Integrovaný systém hospodárenia			
	2018	2019	Σ	D	2018	2019	Σ	D
<i>Brachinus explodens</i>	3	9	12	0,80	6		6	1,32
<i>Calathus fuscipes</i>	4	5	9	0,62				
<i>Carabus scheidleri</i>	2		2	0,13	8	4	12	2,64
<i>Harpalus rufipes</i>	78	1 311	1 389	93,16	125	224	349	76,87
<i>Microlestes minutulus</i>	2	2	4	0,27	10		10	2,21
<i>Poecilus cupreus</i>	5	14	19	1,27	3	9	12	2,64
<b>Σ</b>	<b>99</b>	<b>1 392</b>	<b>1 491</b>	<b>100,00</b>	<b>179</b>	<b>275</b>	<b>454</b>	<b>100,00</b>

Tab. 2: Abundancia a dominancia druhov čeľade Carabidae - plodina *Pisum sativum*

Druh	Ekologický systém hospodárenia				Integrovaný systém hospodárenia			
	2018	2019	Σ	D	2018	2019	Σ	D
<i>Amara aenea</i>	10		10	0,85				
<i>Amara familiaris</i>	3		3	0,25	3		3	0,60
<i>Anchomenus dorsalis</i>		54	54	4,59		13	13	2,61
<i>Anisodactylus poeciloides</i>		5	5	0,42	4		4	0,80
<i>Bembidion lampros</i>	8		8	0,68	2		2	0,40
<i>Brachinus crepitans</i>	7	19	26	2,22	8	18	26	5,23
<i>Brachinus explodens</i>	7	5	12	1,02	6	5	11	2,21
<i>Calathus fuscipes</i>	9		9	0,76	4	3	7	1,41
<i>Carabus scheidleri</i>		3	3	0,25		5	5	1,01
<i>Harpalus affinis</i>	2	4	6	0,51	2		2	0,40

Druh	Ekologický systém hospodárenia				Integrovaný systém hospodárenia			
	2018	2019	Σ	D	2018	2019	Σ	D
<i>Harpalus rufipes</i>	170	832	1 002	85,37	51	354	405	81,49
<i>Harpalus signaticornis</i>						3	3	0,60
<i>Microlestes minutulus</i>	2		2	0,17	7		7	1,41
<i>Poecilus cupreus</i>	15	14	29	2,49		8	8	1,61
<i>Zabrus tenebrioides</i>		5	5	0,42	1		1	0,22
Σ	<b>233</b>	<b>941</b>	<b>1 174</b>	<b>100,00</b>	<b>88</b>	<b>409</b>	<b>497</b>	<b>100,00</b>

Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že je potrebné zvyšovať vstupy organickej hmoty do pôdy, dodržiavať správne zvolený oševný postup, redukovať obrábanie pôdy, podporovať pôvodné užitočné pôdne organizmy, udržiavať stály pokryv pôdy, anorganické hnojivá používať iba ako doplnok kolobehu živín uvoľnených z organickej hmoty a pesticídy používať iba v nutnom prípade (Polláková a Candráková, 2012). Multifunkčný oševný postup, ako hlavná metóda na dosiahnutie úrovne parametrov pôdnej úrodnosti, ochrany životného prostredia, environmentálnej záťaže, kvality produkcie ekonomickej, energetickej efektívnosti, atď., má centrálnu úlohu pri návrhu integrovaných a ekologických systémov na ornej pôde (Lacko-Bartošová et al., 2005).

Tab. 3: Vyhodnotenie druhovej identity podľa Jaccarda ( $I_j$ ), identity dominancie podľa Renkonnena ( $I_D$ ) v rámci pestovaných plodín a typov hospodárenia

Plodina – typ hospodárenia	$I_j$	$I_D$
<i>Zea mays</i> – Ekologické / Integrované	72,73	82,89
<i>Pisum sativum</i> – Ekologické / Integrované	86,67	91,82
<i>Zea mays</i> / <i>Pisum sativum</i> – Ekologické / Ekologické	84,61	91,16
<i>Zea mays</i> / <i>Pisum sativum</i> – Integrované / Integrované	53,33	90,47

Faunistická podobnosť, resp. druhová identita ( $I_j$ ) vyjadruje zhodu druhového zloženia porovnávaných zoocenóz. Vypočítané hodnoty variovali od 53,33 do 86,67 % (tab. 3). Sú dôkazom vyššieho počtu spoločných druhov vyskytujúcich sa pri vzájomnom porovnaní plodín a typov hospodárení. Vypočítané hodnoty sú reálne a odrážajú antropický vplyv. Smerodajnejším spôsobom porovnávania zoocenóz vyskytujúcich jednotlivých plodín a typov hospodárenia je výpočet indexu dominancie

podľa Renkonenna ( $I_D$ ), ktorý sa pohyboval od 82,89 do 91,82 %, sú dôkazom podobnosti variantov.

Tab. 4: Vyhodnotenie indexu diverzity ( $d$ ) v rámci pestovaných plodín a typov hospodárenia

	<b><i>Zea mays</i> Ekologické hospodárenie</b>	<b><i>Zea mays</i> Integrované hospodárenie</b>	<b><i>Pisum sativum</i> Ekologické hospodárenie</b>	<b><i>Pisum sativum</i> Integrované hospodárenie</b>
<b>d</b>	0,36511	0,96919	0,72552	0,86315

Na základe výsledkov indexu diverzity ( $d$ ) možno konštatovať, že v plodine *Zea mays* v rámci ekologického hospodárenia bola zistená extrémne nízka hodnota 0,36511 (tab. 4), čo možno vysvetliť tým, že čím je stupeň diverzity nižší, tým je vo vzorke prítomných menej druhov a väčšina jedincov prislúcha jednému druhu (Losos et al., 1984). Výsledné hodnoty ostatných indexov potvrdili antropický vplyv, ale sú odrazom stability daného agroekosystému. Druhovú rozmanitosť je ovplyvňovaná aj priestorovou heterogenitou biotopu, je odrazom prítomnej flóry a má zásadný význam z hľadiska diverzity zoocenóz (Ivanič Porhajašová et al., 2019).

## Záver

Druhy čelade Carabidae obývajú najrôznejšie biotopy, sú charakteristické širokou ekologickou valenciou a z hľadiska ekologickej funkcie v ekosystémoch zastávajú významné úlohy. Sú charakteristické tým, že vystupujú ako bioindikátory kvality prostredia, citlivo reagujú na akékoľvek zmeny v prostredí. Počas dvojročného obdobia bolo získaných v rámci oboch typov hospodárenia 3 616 jedincov patriacich do čelade Carabidae. V rámci plodiny *Zea mays* bolo získaných 1 945 ex, z čoho 1 491 ex v ekologickom a 454 ex v integrovanom hospodárení. V plodine *Pisum sativum* bolo získaných 1 671 ex, z čoho 1 174 ex v ekologickom a 497 ex v integrovanom hospodárení. V rámci oboch typov hospodárenia bolo determinovaných 15 druhov, s výraznou dominanciou druhu *Harpalus rufipes*.

Vypočítané hodnoty faunistickej podobnosti varírovali od 53,33 do 86,67 %. Identita dominancie podľa Renkonenna sa pohybovala od 82,89 do 91,82 %. Hodnoty indexu diverzity sa pohybovali od 0,36511 do 0,96919.

## PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore vedeckého projektu VEGA 1/0604/2020 „Environmentálne hodnotenie špecifických biotopov Podunajskej nížiny“.



## Literatúra

ALTIERI, M. A., NICHOLLS, C. I., HENAS, A., LANA M. A., 2015: Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (3), p. 869 – 890.

BARANOVÁ, B., FAZEKAŠOVÁ, D., JÁSZAY, T., MANKO, P., 2013: Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) community of arable land with different crops. *Folia faunistica Slovaca*, 18 (1), p. 21 – 29.

BOHÁČ, J., 2013: Ochrana biodiverzity. *Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice*, 139 s.

ČERNÝ, I., PAČUTA, V., ERNST, D., MAREK, J., GAŽO, J., ŠULÍK, R., BUŠO, R., 2019: Úroda a kvalita repy cukrovej v závislosti od odrody a pestovateľských podmienok ročníka. *Listy cukrovarníckej a řepařské*, 135 (5 6), s. 201 – 208.

DEMO, M., BIELIK, P., 2000: Regulatory technologies in the production process of agricultural crops. *Slovak University of Agriculture in Nitra*. 648 p.

ELIÁŠOVÁ, M., ŠIŠKA, B., KOLLÁR, J., ĎURICOVÁ, V., 2019: Vplyv poveternostných podmienok na formovanie spoločenstiev bystrušiek rodu *Carabus* na lesnom stanovišti na lokalite Bábsky les. *Extrémy počasí, jejich dopady a bezpečnostní rizika*, s. 21 – 27.

FELEDYN-SZEWCZYK, B., KUŚ, J., STALENGA, J., BERBEĆ, A. K., RADZIKOWSKI, P., 2016: The Role of Biological Diversity in Agroecosystems and Organic Farming. *Organic Farming – A Promising Way of Food Production*. DOI:10.5772/61353.

HŮRKA, K., 1996: *Carabidae České a Slovenské republiky*. 1<sup>st</sup> ed., *Kabourek Zlín*, 565 s. ISBN 80-901466-2-7.

IVANIČ PORHAJAŠOVÁ, J., LACKO-BARTOŠOVÁ, M., PETROVIČOVÁ, K., 2019: Vplyv systémov hospodárenia na ornej pôde na biodiverzitu epigeických skupín. *Vedecká monografia*. SPU, Nitra. 57 s.

LACKO-BARTOŠOVÁ, M., CAGÁŇ, Ľ., ČUBOŇ, J. et al., 2005: *Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo*. VES SPU, Nitra, 575 s.

LACKO-BARTOŠOVÁ, M., 2006: Sustainable agricultural systems, production and qualitative parameters. *Scientific papers, Agriculture XXXVIII.*, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of the Banat, Timisoara, Editura Agroprint, p. 151 – 154.

LANGRAF, V., PETROVIČOVÁ, K., DAVID, S., KANSKÁ, M., NOZDROVICKÁ, J., SCHLARMANNOVÁ, J., 2018: Change Phebotypic Traits in Ground Beetles (Carabidae) Reflects Biotope Disturbance in Central Europe. *Journal of the Entomological Research Society*, 20 (2), p. 119 – 129.

LOSOS, B., GULIČKA, J., LELLÁK, J., PELIKÁN, J., 1984: *Ekológia živočíchov*. SPN Praha, 300 s.

O'ROURKE, M. G., LIEBMAN, M., RICE, M. E., 2008: Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) Assemblages in Conventional and Diversified Crop Rotation systems. *Enviro. Entomol*, 37 (1), p. 121 – 130.

POLLÁKOVÁ, N., CANDRÁKOVÁ, E. 2012: Prínosy živých organizmov pre úrodnosť pôdy. [www.agropoadenstvo.sk](http://www.agropoadenstvo.sk).

VARVARA, M., CHIMISLIU, C., ŠUSTEK, Z., 2012: Distribution and abundance of *Calosoma auro-punctatum* Herbst 1784 (Coleoptera: Carabidae) in some agricultural crops in Romania, 1977-2010. *Oltenia, Studii si comunicari. Stiinsele Naturii*, 28 (1), p. 79 – 90.

VRÁBELOVÁ, M., MARKECHOVÁ, D., 2001: Pravdepodobnosť a štatistika. FPV UKF, Nitra. 199 s.

WAGG, C., BENDER, S. F., WIDMER, F., HEIJDEN, M. G. A., 2014: Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *PNAS*, 111 (14), p. 5266 –5270.

WEIBULL, A. C., ÖSTMAN, Ö., GRANQUIST, A., 2003: Species richness in agroecosystems: The effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation*, 12 (7), p. 1335 – 1355.

YADAV, S. K., BABU SUBHASH, SINGH, Y., YADAV, M. K., YADAV, G. S., PAL, S., SINGH, K., 2013a: Effect of organic nutrient sources on yield, nutrient uptake and soil biological properties of rice (*Oryza sativa*) based cropping sequence. *Indian Journal of Agronomy*, 58 (3), p. 71 – 76.

YADAV, S. K., SINGH, Y., YADAV, M. K., BABU SUBHASH, SINGH, K., 2013b: Effect of organic nitrogen sources on yield, nutrient uptake and soil health under rice (*Oryza sativa*) based cropping sequence. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 83 (2), p. 170 – 175.

YADAV, S. K., SINGH, Y., YADAV, M. K., BABU SUBHASH, SINGH, K., 2013c: Effect of organic nutrient management in basmati rice (*Oryza sativa*) – based cropping systems. *Current Advances in Agricultural Sciences*, 5 (1), p. 50 – 54.

ZIMMERER, K. S., 2010: Biological Diversity in Agriculture and Global Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, p. 137 – 166.