

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Společenstva epigeických brouků ve vybraných agrocenózách

Bakalářská práce

2012

Řešitel: Josef JON

Program: B4131 Zemědělství

Obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: JOSEF JON (JOSEF.JON@NOWACO.CZ)

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy

Název tématu: **Společenstva epigeických brouků ve vybraných agrocenozách**
Communities of epigeic beetles in selected agroecosystems

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

1. Vypracovat literární rešerši problematiky epigeických brouků na vybraných kulturách agrocenoz.
2. Seznámit se s taxonomií a autekologií základních druhů epigeických brouků. vyskytujících se v kulturní krajině na území ČR.
3. Seznámit se s metodikou odběru vzorků epigeických brouků.
4. Seznámit se se statistickými metodami hodnocení vzorků.
5. Odběr vzorků na pokusných plochách.
6. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na pokusných plochách.
7. Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků v agrocenozách. Stanovit stupeň jejich antropogenního ovlivnění.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha

Rozsah průvodní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek

Seznam odborné literatury:

- Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372.
- Boháč J., 2003: The effect of environmental factors on communities of carabid and staphylinid beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). Frouz, J., Šourková, M., Frouzová, J. (eds.): Soil physical properties and their interactions

with soil organisms and roots of plants, Institute of Soil Biology AS CR, České

Budějovice, p. 113-118.

Boháč J., Moudrý J. & Desetová L., 2007: Biodiverzita a zemědělství. *Život. Prostr.*, 41: 24-29.

Boháč J. & Černý J., accepted: Rural settlements as biocentres for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in agricultural landscape. *The Journal of Central European Agriculture*.

Hůrka K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. *Kabourek, Zlín*, 565 pp.

Hůrka K., Veselý J. & Farkač J., 1996: Using of carabid beetles for bioindication of the environmental quality (in Czech). *Klapalekiana*, 32, p. 15-26.

Lee J. C. & Landis D. A., 2002: Non-crop habitat management for carabid beetles. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover*, pp. 279 - 303.

Luff, M.L., 1966: The abundance and diversity of beetle fauna of grass tussocks. *Journal of Applied Ecology*, 35, p. 189-208.

Sotherton N.W., 1985: The distribution and abundance of predatory Coleoptera overwintering in field boundaries. *Appl. Biol.*, 106, p. 17-21.

Thomas C. F. G., Holland J. M. & Brown N. J., 2002: The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, Andover*, pp. 305 - 344.

Turin H., Penev L., Casale A., 2003: The genus *Carabus* L. in Europe. A synthesis. *Fauna Europaea Invertebrata*. No. 2. Sofia-Moscow-Leiden, 536 pp.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, Zemědělská fakulta

Konzultant:

Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2012

L.S.

Prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.
Vedoucí katedry

Prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
Děkan

V Českých Budějovicích dne 23. 2. 2011

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum 13.4.2012

Josef Jon

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu práce doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., který mi pomáhal při psaní této práce svými radami, připomínkami a hlavně přesnou determinací odchycených brouků a přispěl tím k jejímu úspěšnému dokončení.

Abstrakt

Ve své bakalářské práci jsem se věnoval průzkumu společenstev epigeických brouků na třech vybraných agroceenózách (kukuřice, brambory a ovocný sad) metodou zemních pastí od května do září 2011. Sledované agroceenózy se nacházely ve střeoeeském kraji, v okolí obce Lešany na Kralupsku. Bylo porovnáno druhowé složení, dominance a antropogenní ovlivnění společenstev brouků. Největší počet výskytu druhů byl zjištěn u střeblíkovitých, kteří byly zastoupeni na všech třech agroceenózách ve shodném počtu 14 druhů. Na druhém místě v počtu 9 druhů se umístnily drabčíkovití, kteří byli nejvíce zastoupeni na agroceenóze sad, kde byly nalezeny všechny jejich druhy. Kategorie ostatní druhy se umístila na třetím místě s celkovým počtem 8 druhů. Nejvíce druhů v počtu 6 se také nacházelo na agroceenóze sad. Antropogenní ovlivnění agroceenóz bylo vyhodnoceno metodou frekvence zastoupení druhů ekologických skupin (druhy reliktu II. řádu a druhy ubikvistní). Ve všech studovaných agroceenózách převládaly ubikvistní druhy zastoupeny ve více jak 93%. Druhy antropotolerantní, které jsou náročnější ke kvalitě prostředí, byly zastoupeny v méně než 7%.

Abstract

In my bachelor thesis, I dedicated to the survey of communities of epigeic beetles at three selected agroecosystems (maize, potatoes and orchard) using pitfall traps from May to September 2011. Viewed agroceenosis were located in the Central Bohemian Region, near the village Lešany at Kralupy. The species composition, dominance and anthropogenic influence on beetle communities were compared there. The largest number of species was found at Carabidae, which were represented at all three agroceenosis at the same number of 14 species. In the second place with 9 species, Staphylinidae were placed, they were represented the most at orchard, all their kinds were found there. The category of other species was the third with a total of 8 kinds. The most of their species in the number 6 was also found at orchard. The anthropogenic influence on agroceenosis was analyzed using the frequency representation of ecological groups of species (species of II relic order and ubiquist species). In all studied agroceenosis, ubiquist species, represented in more than 93%, prevailed. Anthropogenic-tolerance species which are more demanding to the quality of the environment were represented in less than 7%.

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	8
2.1 Biologická diverzita.....	8
2.2 Biologická diverzita v agroekosystémech.....	9
2.3 Společenstva epigeických brouků agrocenóz.....	10
2.3.1 Střevlíkovití (Carabidae).....	11
2.3.2 Drabčíkovití (Staphylinidae).....	14
2.4 Společenstva okolní kulturní krajiny a jejich vliv na agrocenózy.....	16
2.5 Hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva střevlíků.....	18
2.6 Použití metody zemních pastí.....	19
2.6.1 Instalace zemních pastí a sběr.....	20
2.6.2 Vlastnosti a konstrukce.....	20
2.6.3 Faktory ovlivňující úlovek v zemních pastech.....	21
2.6.4 Ovlivnění populací živočichů zemními pastmi.....	22
3. POPIS STUDOVANÉ OBLASTI.....	23
3.1 Zkoumané agrocenózy.....	24
4. METODIKA.....	29
4.1 Zpracování materiálu.....	29
5. VÝSLEDKY.....	30
5.1 Vliv pěstovaných plodin na společenstva brouků.....	32
5.2 Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev.....	34
5.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků.....	35
6. DISKUSE.....	36
6.1 Srovnání druhové diverzity epigeických brouků	39
7. ZÁVĚR.....	41
8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE.....	42
PŘÍLOHOVÁ ČÁST	

1. ÚVOD

Mezi dravým hmyzem žijícím v půdě a na jejím povrchu najdeme zástupce mnoha řádů, např. dravé ploštice (*Heteroptera*), některé zástupce síťokřídlých (*Neuroptera*), larvy půdních dvoukřídlých (*Diptera*), zejména však brouky (*Coleoptera*) a blanokřídlé (*Hymenoptera*) (Paoletti, 1999). Při praktických studiích půdní fauny se setkáváme převážně se střevlíky a drabčíky. Tyto epigeické druhy, tedy střevlíci a drabčíci, kteří jsou v půdě všech typů terestrických ekosystémů nejpočetnější patří k nejvýznamnější složce biodiverzity agroekosystémů. Hrají zde významnou úlohu, jako predátoři ostatních bezobratlých, včetně škodlivých druhů. Z tohoto důvodu byli vybráni jako modelová skupina pro sledování biodiverzity ve vybraných kulturách rostlin (brambory, kukuřice, sad).

Ačkoliv se zdá, že máme hodně údajů o biodiverzitě epigeických brouků v agroekosystémech, opak je pravdou. Schází zejména současné údaje o jejich společenstvech v kulturní a zemědělské krajině, silně pozměněné v posledních 22 letech (stagnace zemědělství, zarůstání krajiny, méně intenzivní obhospodařování pozemků, atd.). Moje bakalářská práce by měla k poznání společenstev epigeických brouků agroekosystémů malým dílem přispět.

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši týkající se problematiky epigeických brouků na vybraných kulturách agrocenóz. Seznámit se s taxonomií a autekologií základních druhů epigeických brouků vyskytujících se v kulturní krajině na území ČR. Podrobněji se seznámit s metodikou odběru vzorků epigeických brouků na pokusných plochách a se statistickými metodami hodnocení vzorků. Dalším cílem bylo stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev epigeických brouků na pokusných plochách a určit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků v agrocenózách. Na závěr stanovit stupeň jejich antropogenního ovlivnění.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Biologická diverzita

Biologická diverzita je neologismus složený ze slov biologie a diverzita a znamená rozmanitost života v přírodě. Termín biologická rozmanitost byl vytvořen Thomasem Lovejoyem v roce 1980, zatímco slovo biodiverzita byla vytvořena Walterem G. Rosenem v roce 1985 při přípravě Národního fóra o biologické rozmanitosti, pořádané Národní radou pro výzkum v roce 1986. Slovo „biodiverzita“ se objevuje poprvé v publikaci v roce 1988, kdy americký entomolog EO Wilson ve skutečnosti vzal název ze zápisu z tohoto fóra. Biologická diverzita (tedy též biodiverzita; angl. Biological diversity) představuje rozrůzněnost života. Existuje spousta definic biodiverzity, neboť se jedná o složitý několikaúrovňový jev. Světový fond ochrany přírody definoval v roce 1989 biodiverzitu jako „bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí“ (www.wikipedia.org).

Biodiverzita je tedy biologická rozmanitost. Biologickou rozmanitostí se rozumí variabilita živých organismů ze všech zdrojů, včetně suchozemských, mořských a jiných vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jichž jsou součástí. To zahrnuje různorodost v rámci druhů, mezi druhy i mezi ekosystémy. Je popsána jako rozmanitost života ve všech jeho formách, úrovních a kombinacích. Přitom nejde o pouhý součet všech genů, druhů a ekosystémů, ale spíše o variabilitu uvnitř a mezi nimi. Proto je biodiverzita v tomto pojetí považována za vlastnost života.

Biodiverzita není totožná s druhovým bohatstvím (výčet druhů), nýbrž je pojmem mnohem širším a komplexnějším. Na druhou stranu ji však nelze zcela ztotožnit s celým předmětem zájmu současné ochrany přírody. Biologická rozmanitost končí de facto na úrovni ekosystémů, nedotýká se tedy bezprostředně krajiny, krajinného rázu apod.

Také geologická a geomorfologická diverzita, souhrnně tzv. geodiverzita, přesahuje rámec pojmu biologická rozmanitost. V poslední době se tak objevují nové pojmy geobiodiverzita a krajinná diverzita.

Biodiverzita má tendenci se v průběhu evoluce zvyšovat. Proměny ve složení a zastoupení druhů se odehrávají také přirozenou cestou, v současné době však jsou výraznější ty, které způsobuje lidská činnost. K jejímu poklesu dochází v důsledku určitých katastrof nebo i zásahem člověka. Hlavním cílem zachování biodiverzity je uchování rozmanitosti jednotlivých biologických druhů i různorodosti prostředí, ve kterých se tyto druhy nacházejí (www.enviwiki.cz).

2.2 Biologická diverzita v agroekosystémech

Pokud chápeme biocenózu jako do sebe uzavřený celek, ve kterém probíhá proměna energie na všech úrovních potravního řetězce s nejdůležitějším energetickým vkladem (sluneční energií), můžeme hovořit o agrobiocenóze jako o narušení přirozeného toku energie nepřirozeným zásahem, který se projeví narušením přirozených vztahů v biocenóze, tj. narušení uzavřeného koloběhu energie v ekosystému, změnou v kvalitativním a kvantitativním složení druhů, což vede ke snížení stability. Výrazně snížená druhová diverzita je kompenzována zvýšenou četností populací zastoupených druhů.

Agrocenózy rozdělujeme podle míry stability na agrocenózy:

- jednoletého pole,
- víceletých píceň,
- vytrvalých luk a pastvin,
- vytrvalých kultur, lesa, skleníků.

Biologická rozmanitost v agroekosystémech závisí na různorodosti krajiny, ale také na způsobu řízení zemědělských podniků.

Intenzifikace zemědělství má za následek zjednodušení vzhledu krajiny rozšiřováním zemědělské půdy, zvětšováním velikostí polí a odstraněním neplodinových stanovišť. Tyto změny jsou považovány za významnou příčinu rychlého poklesu biodiverzity zemědělské půdy, přičemž zbývající biodiverzita je soustředěna na okrajích polí a do neplodinových stanovišť. Zjednodušení krajinné kompozice a úbytek biologické rozmanitosti má vliv na fungování přirozené ochrany proti škůdcům, protože u neplodinových stanovišť je předpoklad pro široké spektrum přirozených nepřátel a výměnu přirozených nepřátel mezi plodinovými a neplodinovými stanovišti a je pravděpodobné, že dojde k redukci dominance orné půdy v krajině.

Přirozená ochrana proti škůdcům je lepší v krajinném komplexu s vysokým podílem neplodinových stanovišť ve srovnání s jednoduchou rozsáhlou krajinou s malým propojením na neplodinová stanoviště. Vyšší populace přirozených nepřátel snižuje tlak škůdce v krajinném komplexu ve srovnání s jednoduchou krajinou. Potlačení škůdce řízené krajinou může vést ke snížení poškození rostlin, ačkoli toto bylo zřídka zdokumentováno. Podobné příspěvky těchto krajinných faktorů naznačují, že všechny jsou stejně důležité pro posílení populací přirozených

nepřátel. Rozmanité krajiny mají největší potenciál pro zachování biologické rozmanitosti a zachování funkce ochrany proti škůdcům.

Druhové bohatství se obecně zvyšuje s krajinnou různorodostí v hospodářském měřítku. Typ přirozeného prostředí má velký vliv na druhové bohatství ve většině skupin a na většinu druhů nalezených na pastvinách a lukách. Korelace mezi druhovou bohatostí a krajinnou proměnlivostí v hospodářském měřítku, ne na úrovni několika farem, předurčuje zemědělce jako důležité články při rozhodování v otázkách ochrany pro tyto taxonomické skupiny. Diskutuje se o úloze druhové bohatosti škůdců (přirozených nepřátel) pro biologickou ochranu a zachování strategií s více běžnými druhy v zemědělské krajině. Zachování rozmanitosti biologických druhů je nezbytné, protože udržují stabilitu ekosystémů. Například v době přírodní krize mohou přispět k jejímu odvrácení ty organismy, jejichž vliv na fungování ekosystému byl do té doby nepatrný.

Studium biodiverzity se často zaměřuje na ochranu ohrožených druhů a druhů, které ke svému životu potřebují specifické přírodní podmínky (složení půdy, vody, dobu a intenzitu osvětlení a další). Zásahy do jejich přirozeného prostředí (např. vznik nové zástavby, klimatické změny, zemědělské využívání okolí, kácení lesů) mohou jejich výskyt omezit či je mohou zničit. Další nebezpečí představují nově zavlečené druhy – jejich invaze do prostředí, kde nemají přirozené nepřátele. Stávají se dominantními, jejich počet se zvyšuje na úkor ostatních druhů.

Za základní dokument, který se týká ochrany biologické rozmanitosti je považována Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD), která byla podepsána na Summitu Země v Rio de Janeiro 5. června 1992. Usiluje o zachování diverzity genové, druhové a ekosystémové. Zabránit úbytku biologických druhů lze obtížně, snahy by však měly směřovat k omezení zásahů člověka do přirozeného prostředí. Druhům, které o své prostředí přišly, by se mělo poskytovat náhradní útočiště.

2.3 Společenstva epigeických brouků agrocenóz

Brouci (Coleoptera) jsou v současné době největším známým řádem organismů na zemi. Celkem je jich popsáno asi milion druhů a další se stále objevují. Také ve fauně ČR jsou druhově početní – evidujeme asi 6100 druhů brouků nalezených na našem území. Brouci jsou hmyz s proměnou dokonalou. To znamená, že z vajíčka se vyvíjí larva, která se posléze zakuklí, z kukly pak vylézá dospělý brouk, který už dále neroste. Výjimkou jsou majky a vějířníci, u kterých larvy navíc procházejí v průběhu vývoje změnou tvaru těla. Larvy mívají pouze 3 páry nohou, které však mohou být zakrnělé (zejména u býložravých druhů žijících pod kůrou, v trouchu nebo v zemi).

Biologie brouků je velmi rozmanitá, protože dokázali obýdlet většinu prostředí kromě moří. Žijí ve stojatých i proudících sladkých vodách, v jeskyních, na pouštích i v horách. Mnoho druhů je dravých, jiní žijí na organických zbytcích nebo jsou vázáni na rostliny a houby. U řady druhů přijímá potravu jen larva, zatímco dospělci přijímají potravu jen v malé míře nebo vůbec ne. Bývá to tak u býložravých druhů, kde larva žije řadu let, zatímco dospělí brouci jen několik dnů nebo týdnů (roháč obecný). Někteří brouci jsou víceletí, např. velcí střevlíci a potemníci. U druhů krátkověkých přezimuje většinou larva, výjimečně se dospělci líhnou na podzim a přezimují (slunéčka). V nejčastějším případě kladou na jaře a v létě samičky vajíčka, ze kterých se líhnou larvy, které se po dokončení růstu (několik týdnů, ale i více než 10 let) zakuklí a v teplém období roku se z kukly vylíhne brouk, který se ještě v téže sezóně rozmnoží (Hůrka, 1996).

Je nutno si uvědomit, že některé druhy mají mnoho příbuzných, kteří nejsou okem odlišitelní. Většinou jde o drobné druhy, které dokáže určit jen specialista vybavený mikroskopickou technikou a detailní znalostí morfologie.

2.3.1 Střevlíkovití (Carabidae)

Střevlíci (Carabidae) patří do podřádu Adephaga (celkem je známo okolo 36000 druhů v 9 čeledích, z nichž 6 žije ve vodě). Velikost středoevropských zástupců kolísá mezi 1,6 až 40 mm. Jsou nejčastěji štíhlí, dobří běžci, se silnými, dlouhými nohama, někteří pomocí upravených předních nohou hrabou. Samci většiny druhů mají rozšířené články předních chodidel, opatřené na spodní straně přichycovacími brvami. Zbarvení je většinou černé nebo tmavě hnědé, poměrně častý bývá mosazný, měděný, zelený nebo i modrý kovový lesk (často u druhů s denní aktivitou), nebo zbarvení žluté, žlutohnědé nebo žlutočervené, a to buď většiny povrchu těla nebo jeho částí jako nohou, ústního ústrojí, tykadel, spodní strany těla aj. Lesklost nebo matnost povrchu těla je do značné míry závislá na jeho hladkosti nebo strukturnosti. Mnozí (např. druhy rodu *Carabus*) ztratili schopnost letu. Povrch těla je u valné většiny dobře sklerotizován, jen výjimečně a zřejmě druhotně jsou především krovky tenké a měkké. Křídla střevlíkovitých patří k adephagoidnímu typu křídelní žilnatiny brouků. Mají více nebo méně úplně zachovány všechny základní žilky a vytvořeno zvláštní oválné oplíčko mezi větvemi žilek. Plně vyvinutá křídla bývají pravidelně v apikální části přehnutá, aby je bylo možno složit pod krovky. Většina druhů má zadečkové obranné žlázy různého, často skupinově specifického složení, mnohdy silně páchnoucí. Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné, s mohutnými kusadly bez kanálku, předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů, kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě (Hůrka, 2005).

Střevlíkovití obývají nejrozmanitější stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní (Hůrka, 1996). Většina druhů žije na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Střevlíci žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou. Jsou známé druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Mikrokavernikolní druhy žijí v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, jsou známé i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině, jiné jen v alpínském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíše vlhkomilných s noční aktivitou. Potravně jsou naši zástupci nesespecializovaní masožravci lovící aktivně kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce. Část z nich jsou potravní specialisté vázaní např. na housenky motýlů, chvostoskoky, plicnaté plže, larvy i imaga drabčků rodů *Bledius* a *Carpelimus* (někteří střevlíci rodu *Dyschirius*) nebo žížaly (některé druhy rodu *Carabus*). Jako predátoři mšic jsou uváděny některé druhy rodu *Bembidion* a *Anchomenus dorsalis*. Mnoho druhů je všežravých, s převahou masožravosti nebo i býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Jsou známy i vysloveně specializovaní býložravci (*Zabrus*, *Ophonus*) a to jak v imaginárním, tak i v larválním stadiu. Larvy druhů rodů *Lebia* a *Brachinus* jsou ektoparaziti a vyvíjejí se na kuklách různých střevlíkovitých, vodomilovitých a mandelinkovitých brouků.

Vývoj naprosté většiny našich druhů je jednoletý. U několika druhů byla zjištěna péče o potomstvo. Samice některých druhů (např. *Molops piceus*) vajíčka hlídají a ošetřují do vylíhnutí larev, aniž by přijímaly potravu. Počet vajíček ve snůsce je relativně malý. Tvar vajíčka závisí na taxonomické skupině, velikost především na množství vajíček, které se v ovariolách vyvine. Tvar bývá dlouze cylindrický nebo široce či úžeji oválný. Samice jiných druhů (např. *Ophonus puncticeps*) shromažďují pod zemí semena miříkovitých jako zásobu pro vylíhlé larvy (Hůrka, 1996).

Stanoviště, která obývají střevlíkovití jsou velmi rozmanitá. Mezi nejdůležitější faktory podmiňující jejich výskyt patří vlhkost, teplota, zastínění, typ vegetace a charakter půdního podkladu. Naprostá většina druhů žije a pohybuje se na povrchu půdy. Výskyt mnoha druhů je vázán na vlhká až velmi vlhká stanoviště na březích vod, na druhou stranu jsou známy i druhy suchomilné.

Střevlíkovití jsou čeledí brouků, která stojí pro své nesporné estetické kvality, různorodost a velkou druhovou početnost tradičně ve středu zájmu sběratelů hmyzu. Pro svou relativně spolehlivou identifikovatelnost a slušné znalosti bionomie a ekologických nároků, alespoň mnoha druhů antropicky ovlivněných biocenóz, slouží střevlíkovití již několik desítek let i jako modelová skupina pro nejrozmanitější vědecké studie, především ekologické a biocenologické. Taxonomie čeledi

střevlíkovitých je nyní stanovena přiměřeně a aplikace moderních taxonomických nástrojů přinesla několik překvapení, jako jinde v živočišné říši.

Bylo dosaženo pokroku v základních a bezprostředních faktorech sezónnosti a načasování reprodukce, která jen výjimečně ukazovala nesezónnost. Spouštěcí mechanismy mohou být spojeny s evolučními událostmi a věrohodně vysvětlují teorii "taxon cyklus". Poměrně málo je známo o potravních preferencích včetně granivorů a mravenců, stejně jako o unikátní strategii historie života jako je ectoparasitismus a predace na vyšších taxonech. Střevlíkovití byli využiti jako modelová skupina při vývoji metapopulační teorie. Rozptýlení je jednou z intenzivně studovaných oblastí a výsledky ukazují složité interakce mezi chůzí a létáním jako hlavními mechanismy.

Ekologické studii střevlíkovitých stále brání některé nevyřešené otázky týkající se odběru a vyhodnocení údajů. Je zřejmé, že poznání je nerovnoměrné, zejména pokud jde o larvy a druhy v tropických oblastech. Četnost a široké rozdělení střevlíkovitých mohou být užitečné v populačních studiích, bioindikaci, ochranářské biologii a ekologii krajiny. 40 let výzkumu poskytlo tolik údajů a poznatků nejen u hmyzu, ale pravděpodobně i u většiny jiných pozemských organismů. Střevlíkovití jsou jednou z nejvíce přínosných modelových skupin pro účely biologického studia.

Význam střevlíkovitých v přirozených i umělých suchozemských biocenózách je značný (Hůrka, 1996, Holland, 2002). Ve své valné většině jsou to predátoři ostatních bezobratlých, zejména členovců a měkkýšů, hrající především v antropocenózách, kde se procentuálně nejvíce uplatňují, roli významných entomofágů. Ale i v přirozených biocenózách se díky své diverzitě i abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy i v koloběhu látek a energie. I z tohoto důvodu slouží již řadu let jako modelová skupina pro nejrůznější, především ekologické studie. Střevlíkovití citlivě reagují na nejrůznější toxické látky (insekticidy, herbicidy) vnášené do biocenóz v souvislosti s bojem se škodlivými organismy, stejně jako na nadměrné používání umělých hnojiv. I v této souvislosti prakticky zmizel z obilných polí jediný závažnější škodlivý střevlík našich teplejších oblastí hrbáč osenní (*Zabrus tenebrioides*). Mnozí střevlíkovití jsou citliví i na změnu pH a vlhkosti, takže mohou být využiti i jako bioindikátory těchto změn prostředí.

Souhrnně je možno naše střevlíkovité označit za významnou skupinu živočichů, která ve vztahu k člověku a jeho činnosti hraje kladnou roli. Jsou tedy užiteční a to nejen jako predátoři různých, lidské činnosti škodlivých bezobratlých, ale i možností využití k bioindikačním účelům v zaznamenávání změn přírodního prostředí a tím tedy i životního prostředí člověka (Hůrka, 1996).

2.3.2 Drabčíkovití (Staphylinidae)

Drabčíci (*Staphylinidae*) patří do podřádu *Polyphaga*. Je to nejpočetnější podřád brouků, jenž je dělen podle různých autorů na 16-17 nadčeledí. Drabčíci patří do nadčeledi *Staphylinoidea*, kam patří společně s mnoha menšími čeleděmi, např. mrchožroutovitými zahrnující známé hrobaříky. Drabčíci jsou od ostatních brouků dobře odlišitelní zkrácenými krovkami, které pokrývají jen část jejich ohebného zadečku. Ve výjimečných případech, např. u nás u podčeledi *Dasycerinae*, pokrývají krovky celý zadeček. Tělo je oválné až dlouze protáhlé, nažloutlé až tmavě hnědé či černé, jiné barvy jako červená, modrá či žlutá jsou vzácné. Tvar těla, struktura jednotlivých částí těla (hlava, štít, zadeček), tvar končetin a sensorické vybavení je přizpůsobeno k způsobu jejich pohybu. Ústní orgány odrážejí potravní specializaci drabčků a způsob přijímání potravy. Tvar očí se mění od velmi redukovaných (terikolní druhy) po silně zvětšené (např. u dravých drabčků rodu *Stenus*).

Larvy zástupců této čeledi jsou známy velmi málo i přesto, že jsou relativně častou součástí půdní fauny. Většinu larev drabčků lze na první pohled odlišit od larev ostatních brouků podle přítomnosti páru článkovitých přívěsků (urogomfy) na konci devátého zadečkového článku. Larvy mají většinou tři larvální stadia s druhým a třetím stadiem morfologicky podobnějším než stadium první.

Vajíčka drabčků jsou kulatá nebo oválná s dobře vyvinutým chorionem, který má často povrch druhově specifický. Vajíčka absorbují během vývoje vodu a zvětšují se. Klidové stadium ontogenese je typu pupa libera nebo pupa obtecta. Pupa libera se může aktivně pohybovat v substrátu.

Velikost těla drabčíkovitých je v rozmezí 0.5 – 60.0 mm. Ve střední Evropě je nejčastější velikost mezi 1 a 35 mm. Druhy s tak rozdílnou velikostí těla mají různou úlohu v ekosystémech a často se nedostanou do vzájemného kontaktu, protože malé druhy žijí v půdních pórech a velké druhy na jejím povrchu.

Studium velikostního zastoupení drabčíkovitých v různých biotopech střední Evropy vedlo k určení pěti velikostních skupin: skupina I s délkou těla do 3 mm, skupina II s velikostí těla 3,1-4,5 mm, skupina III 4,6 - 7,0 mm, skupina IV 7,1 – 11,0 mm a skupina V zahrnující druhy větší než 11,0 mm (Boháč & Růžička, 1990). Specifické morfologické adaptace drabčíkovitých (např. tvar těla, velikost a tvar složených očí, tvar ústních orgánů, délka a tvar končetin, délka krovek, sensorické vybavení na těle a tělních přívěscích, atd.) jsou popsány zejména v pracích Boháče (1999) a Thayera (2005).

Potravní vztahy u drabčíkovitých jsou mnohem rozmanitější než u střevlíků (Boháč, 1999, Boháč & Matějček, 2003) a slouží jako základ klasifikace jejich

životních forem. Velká část druhů drabčků je známa jako nespecifiční predátoři živců se různými půdními bezobratlými jako jsou hlístice, roztoči, chvostoskoci, malé druhy hmyzu a jejich larvy, atd. Některé druhy podčeledi *Oxytelinae* se živí různými organickými zbytky a jejich trávící soustava obsahuje různé množství organických zbytků. Druhy rodu *Bledius* se živí řasami. Druhy rozsáhlého rodu *Eusphalerum* se živí pylem kvetoucích rostlin. Velká skupina drabčkovitých je mykofágní, tedy živí se houbami. Z houbožravých druhů drabčků jsou na plodnice hub nejvíce vázány druhy mycetobiontní, jejichž vývoj je zcela nebo aspoň jedním vývojovým stádiem vázán na houby. Některé druhy drabčkovitých mají na kusadlech speciální otvory k přenosu spor hub, tak zvaná mykangia. Řada druhů drabčků je vázána na hnízda a podzemní chodby drobných savců. V těchto hnízdech, která mají specifické mikroklima, se živí především jinými bezobratlými obyvateli hnízd (blechy, roztoči, atd.). Podle typu vazby na hnízda je tyto druhy možné rozdělit na druhy foleobiontní (druhy prodávající larvální vývoj v hnízdech a dospělci zde také žijí), foleofilní (druhy upřednostňující chodby a hnízda jako své prostředí) a foleoxenní (druhy vyskytující se v hnízdech z důvodu jejich zvýšené vlhkosti, organických zbytků, atd.). Nejvíce potravně specializováni jsou myrmekofilní a termitofilní druhy drabčků. Existují velmi komplikované vztahy mezi hmyzími hostiteli a drabčky (např. Wilson, 1971). Zástupci rodu *Aleochara* jsou známi jako paraziti pupáří dvoukřídých.

Drabčci jsou aktivní hlavně během dne. Většina druhů preferuje zastíněné biotopy a žijí pod kameny a dřevem, v listí a opadu, atd. Jejich aktivita je ovlivňována intenzitou světla. Mnoho drabčkovitých má značné migrační schopnosti (Crowson, 1981), které se liší u různých skupin. Mnoho druhů dobře létá (např. druhy rodů *Oxytelus*, *Philonthus*, *Amischa*, *Atheta*). Některé druhy žijící v kulturní krajině jsou nalézány vysoko v horách. Další jsou rozšiřovány dopravou a osidlují takřka celý svět (např. *Lithocharis nigriceps*). V posledních desetiletích jsme svědky invaze některých druhů hlavně z jihovýchodní Asie do nových oblastí (např. *Oxytelus migrator*, *Philonthus spinipes*, *Trichiusa imigrata* a další) (Boháč, 1999). Vysoká frekvence druhů s dobrými migračními možnostmi ve společenstvech drabčků indikuje silný vliv člověka na biotopy.

2.4 Společenstva okolní kulturní krajiny a jejich vliv na agrocenózy

Vysoký počet druhů střevlíků a drabčků zjištěný na studovaném biotopu nemusí indikovat vždy jeho zachovalost a nenarušenost. Často je v agrocenózách počet zjištěných druhů vyšší než v biotopech polopřirozených (např. zbytky chráněných lesních ekosystémů). Rozhodující jsou totiž ekologické nároky druhů.

V agrocenózách většinou zcela převažují ubikvistní (expansivní) druhy, zatímco v nenarušených biotopech druhy se zvýšenými ekologickými nároky a druhy stenotopní. Jsou důležitou skupinou v agroekosystémech, kde zauímají roli dravců hmyzu, mšic, lepidopterických larev apod. Mají tudíž v těchto systémech potenciál v integrované ochraně proti škůdcům. Ale i v přirozených biocenózách se díky své diverzitě i abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy i v koloběhu látek a energie. Z tohoto důvodu slouží již řadu let jako modelová skupina pro nejrůznější, především ekologické studie (Boháč, 1999).

Ve studii Fahy, Gormally (1998) se uvádí, že otevřená stanoviště bývají druhově bohatší než okolní staré porosty. Tato skutečnost je vysvětlována několika způsoby. Mezi nejdůležitější charakteristiky, určující výskyt jednotlivých druhů střevlíků, patří světlo, vlhkost a teplota.

Někteří autoři (Ings, Hartley, 1999) také zmiňují důležitost půdních charakteristik, jako je obsah organické hmoty a půdní vlhkost, pro výskyt střevlíků. Tyto podmínky, stejně jako světelné a teplotní podmínky, jsou pro řadu druhů příznivější na mýtině.

Druhové bohatství otevřených stanovišť je vysvětlováno nejen příznivějšími mikroklimatickými a půdními charakteristikami, ale také větším druhovým bohatstvím a rozmanitější strukturou vegetace, která ovlivňuje společenstva střevlíků přímo (tj. více semen = více potravy pro herbivorní druhy, jako je rod *Amara*) nebo nepřímo (tj. zvýšením abundance herbivorních bezobratlých, kteří jsou potravou dravých druhů střevlíků). Více rostlin také poskytuje více možností úkrytu před predátory a změnami počasí a více využitelného prostoru ve vertikálním směru (Koivula, 2001).

Studie, uvádějící větší druhové bohatství ve zralých porostech v porovnání s otevřenými stanovišti (Poole et al. 2003, Fahy, Gormally, 1998) dávají tento fakt do souvislosti s lepší dostupností kořisti v opadu.

Střevlíky lze podle preference různých biotopů rozdělit do tří základních skupin: lesní druhy, generalisté a druhy otevřených stanovišť.

Druhů vázaných na lesní biotopy po vymýcení výrazně ubývá nebo úplně zmizí (Werner, Rafla, 2000). Lesní druhy se z důvodů pomalého šíření (řada z nich není

schopná letu) jen těžko vyrovnávají s fragmentací prostředí a ze vzniklých mýtin jsou vytlačovány konkurencí ze strany generalistů (Ings, Hartley, 1999). Svou roli zde hraje i adaptace lesních druhů na prostředí s velkým množstvím opadu, který přispívá k rozrůznění vertikální distribuce střeplíků, což zeslabuje mezidruhovou konkurenci (Magura, 2002).

Lesní druhy mohou udržovat své populace v těch částech mýtin, které těsně přiléhají ke zralému porostu. Směrem od okraje do středu mýtiny abundance lesních druhů postupně klesá (Koivula, 2001).

Pro druhy otevřených stanovišť představuje mýtina vhodné prostředí, které je rychle kolonizováno. Kolonizace je tím rychlejší, čím blíže se nachází další vhodná lokalita (mýtina, pole), ale druhy otevřených stanovišť byly nalézány i na izolovaných mýtinách (i více než 400 m od další mýtiny). Schopnost letu (většina těchto druhů je makropterní) se tedy zdá být nejdůležitějším faktorem kolonizace (Koivula, 2001, 2002). Vzhledem k tomu, že druhy otevřených stanovišť jsou vesměs aktivní ve dne, vyhovuje jim i vyšší teplota povrchu půdy na mýtinách během dne.

Z dlouhodobějšího pohledu jsou druhy otevřených stanovišť nejpočetnější v raných sukcesních stádiích. Koivula (2001, 2002) ve svých studiích zjistil, že zástupci této skupiny preferovali stanoviště mladší 30ti let a většina se vyskytovala dokonce na stanovištích mladších 5ti let. Dramatická změna ve složení společenstev byla zaznamenána 20 – 30 let po vykácení, což se shoduje s uzavřením korunového zápoje (Koivula, 2001). S rostoucí velikostí stromů se podstatně mění stanovištní podmínky, jako je zastínění a vlhkost půdy, což vede k homogenizaci mikroklimatu a to negativně ovlivňuje druhovou diverzitu (Ings, Hartley, 1999).

Druhy, označované jako stanovištní generalisté, byly nejhojnější v raných a středních fázích sukcese vykáceného stanoviště a projevovaly zvyšující se abundanci s rostoucí otevřeností zápoje (Koivula, 2001, 2002). Abundance těchto druhů se zvyšovala také s blízkostí další mýtiny. Dá se tedy předpokládat, že tyto druhy preferují otevřená stanoviště (Koivula, 2001, 2002). Z toho tedy vyplývá, že po vykácení části porostu dochází ve složení společenstev k určitým změnám. Tyto změny lze shrnout do 4 bodů:

1. Mýtiny jsou druhově bohatší než lesní porosty,
2. Mýtiny jsou rychle kolonizovány druhy otevřených stanovišť,
3. Druhy úzce vázané na lesní biotopy na mýtinách ubývají,
4. Na mýtinách přibývá druhů schopných letu.

2.5 Hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva střevlíků

Nejdůležitějšími faktory z této skupiny je ovlivnění klimatickými podmínkami a vegetací. Na vegetaci je přímo závislý výskyt některých druhů, které jsou s rostlinami spojené přímo vývojem nebo způsobem života. S rostoucí hustotou rostlin na lokalitě se zvyšuje i počet brouků. Celkově nejvíce brouků bývalo zaznamenáno na místech, kde se často a výrazně měnila hustota rostlin a prostředí bylo velmi heterogenní jako např. okraj pole. Se zvýšením pokryvnosti bylinného a keřového patra se mikroklimatické podmínky stávají příznivější také pro širší druhové spektrum střevlíků a i pro jejich vajíčka a vývoj larev. Tato skutečnost určitě souvisí s pohybem živočichů po lokalitě.

Z radiotelemetrických pokusů s použitím druhu *Carabus coriaceus* vyplývá, že na otevřených prostranstvích má tento druh přímý směr pohybu k nejbližším stinným místům a tím pádem je jeho šance na zachycení menší a naopak ve vegetačním stínu se pohybuje neuspořádaně. Druhy žijící na loukách, polích a dalších otevřených prostranstvích jsou i celkově obtížněji lovitelné, protože mnoho těchto živočichů je makropterních, tedy jsou schopné letu.

Velkou roli hraje i heterogenní prostředí. Různé drobné úkryty a změny tvaru reliéfu mohou zvyšovat výskyt epigeických živočichů (Adis, 1979).

Vliv teploty a srážek hraje velmi důležitou roli pro rozmnožování a vývoj dalších generací brouků. Honěk (1998) uvádí, že aktivita střevlíků roste přibližně o 6,3 % se zvýšením teploty o 1 °C oproti průměrným teplotám. Zásadní vliv spolu s teplotou má vlhkost i srážky. V průběhu sezóny se tedy výskyt střevlíků na lokalitě mění, protože vždy vyhledávají optimální podmínky a ty nejsou po celou sezónu na jednom místě stejné. Při teplotách okolo 16 °C střevlíkovití upřednostňovali spíše otevřené plochy, ale s teplotami vyššími se již přesouvali do zastíněných míst. Při stejných teplotách se zvyšuje aktivita střevlíků za vyšší vlhkosti. Naopak sníženou aktivitu střevlíků můžeme pozorovat za sucha, což bývá doprovázeno jejich zahrabáváním se do hrabanky.

Teplota ovlivňuje i rychlost pohybu střevlíků. Při vysokých teplotách se střevlíci pohybují rychleji, při nižších a v optimálních podmínkách je pohyb pomalejší. Z výsledků z laboratorních pokusů vyplývá, že se střevlíci pohybují rychleji díky vyšším teplotám, čehož se využívá při jejich odchytu, kde častěji padají do zemních pastí, protože při kontaktu s okrajem pasti nestíhají reagovat.

Světelné podmínky stanoviště jsou dalším důležitým faktorem, ovlivňujícím společenstva střevlíků. Existují druhy preferující zastíněné biotopy (*Lasiotrechus discus*), ale jsou i skupiny střevlíků ke světelným podmínkám na stanovišti

indiferentní (vyskytují se v lesním prostředí, ale nevyhýbají se ani otevřeným stanovištím) jako (*Abax parallelipedus*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius*, *Carabus ullrichi*, *Carabus coriaceus*). Typicky lesní druhy jsou (*Pterostichus oblongopunctatus*, *Abax parallelus*, *Carabus scheidleri*, *Molops piceus*). Naopak skupinu preferující otevřená (nezastíněná) stanoviště tvoří druhy jako (*Poecilus cupreus*, *Poecilus versicolor*, *Pseudoophonus rufipes*). Tyto druhy se vyskytují spíše na okrajích lesů a světlin. Třetí skupinou jsou střevlíci preferující otevřená stanoviště (*Clivina fossor*, *Amara familiaris*, *Poecilus versicolor*, *Amara communis* a *Pseudoophonus rufipes*).

2.6 Použití metody zemních pastí

Lov epigeických živočichů pomocí zemních pastí je nejběžnější a nejpoužívanější metodou výzkumu těchto živočichů, která umožňuje poznání druhového spektra epigeonu na dané lokalitě. Slouží ke zjištění druhového složení epigeických brouků na vybraných plochách a k vyhodnocení jednotlivých ekologických vazeb epigeicky žijícího hmyzu.

Zemní pasti jsou pro studium epigeonu velkým přínosem. Oproti individuálnímu sběru je jejich používání mnohem méně časově náročné, zachytává se velké množství živočichů, dochází k ulovení i malých druhů, které nemusíme při individuálním lovu zachytit.

Přes nesporná pozitiva zemních pastí je velmi důležité si uvědomit, že jejich efektivita i druhové složení úlovku je ovlivněno velkým množstvím faktorů. Úlovek je ovlivněn konstrukcí a typem pasti, vnějšími klimatickými a geomorfologickými podmínkami, ale hlavně i vlastními živočichy. Celkově diverzita střevlíkovitých roste s různorodostí prostředí. Místa narušená během instalace zemních pastí působí na střevlíkovité jako atraktant (Digweed a kol., 1995). Klimatické faktory ovlivňují celkovou aktivitu střevlíků.

Je třeba zdůraznit, že metoda zemních pastí nám nedává informaci o populační hustotě a neodráží ani reálné druhové složení společenstev. Pokud tuto metodu použijeme, neurčujeme početnost druhů v půdě (počet jedinců na určitou plochu), ale jejich aktivitu (počet jedinců křížících plochu zemní pasti za určité sledované odběrové období, např. den, týden, měsíc, rok). Velikost vzorku je také ovlivněna velikostí a tvarem zemních pastí, jejich náplní (často se používá pro fixaci materiálu formaldehyd nebo ethylenglykol, které mohou být pro bezobratlé atraktivní a tudíž zkreslují výsledky) a mnohými dalšími faktory. Zemní pasti snáze postihnou větší a těžší druhy a také druhy s větší aktivitou.

2.6.1 Instalace zemních pastí

Pro střevlíkovité, kteří se do pastí zachytávají velmi snadno je vhodné najít optimální počet pastí na lokalitě pro co nejpřesnější poznání druhového spektra. Pro potřeby inventarizačního průzkumu je velmi důležité umístit pasti v co nejrozmanitějších místech studované lokality (Adis, 1979).

Zvláště při výzkumu na chráněných lokalitách nebo chráněných druhů si musíme položit následující otázky. Působí pasti negativně na početnost společenstev střevlíkovitých? Může být populace některých druhů pastmi decimována? Kolik pastí se má na lokalitu umístit, abychom zjistili druhové spektrum střevlíků v dané lokalitě? Jako optimální počet zemních pastí pro poznání druhového spektra střevlíkovitých na lokalitě se jeví počet 10 – 12 pastí. Již 5–7 pastí zachytí všechny dominantní druhy a více než 75 % všech ulovených druhů střevlíků. Větší počet pastí není pro poznání druhového spektra příliš efektivní.

V mém průzkumu byly instalovány vždy čtyři zemní pasti na danou plochu vzhledem k velikosti sledovaných ploch. Jejich účelem bylo lapat hmyz pohybující se po povrchu. Pasti byly vybírány (měněny) v různých časových intervalech. Celkově bylo umístěno 100 pastí na třech sledovaných plochách. Do pastí nebyly kladeny žádné návnady. První instalace proběhla na začátku května a byla ukončena 30.9.2011.

2.6.2 Vlastnosti a konstrukce

Hlavním a nejdůležitějším faktorem je průměr pasti. Malé pasti sice zachytávají nejvíce živočichů, ale větší druhy z nich snáze prchají a i vzácné druhy se zachytávají do větších pastí. Příliš velké pasti zase zachytávají častěji malé savce, obojživelníky a plazy. Ačkoliv, mně se podařilo chytit malého hlodavce i do dvou pastí s průměrem 7 cm. Pro studie epigeonu se jako nejvhodnější uvádí pasti o průměru kolem 10 cm.

U mého průzkumu byl jako zemní past použit plastový kelímek 9 cm vysoký o horním průměru 7 cm, který byl zahrabán do země tak, aby jeho okraj byl mírně pod úrovní povrchu okolní půdy a půda k němu těsně přiléhala, aby nevznikaly mezery, které by mohly hmyz odradit. Kolem kelímku byla půda mírně udusána. Zemní past byla plněna asi 2 cm konzervační tekutinou (roztok octa) z důvodu usmrcení živočichů a zabránění jejich rozkladu. K pasti nebyla použita žádná stříška ani návnada.

Hmyz, který se pohyboval po povrchu se dostal k okraji pasti do které spadnul a utonul. Kvůli objektivnímu porovnání lapených vzorků je důležité používat jako pasti stejné nádoby (stejná velikost a průměr).

Pasti vzdálené od sebe 5–10 metrů zachytily více živočichů než pasti, které byly od sebe vzdáleny jeden metr (Ward a kol., 2001). Tento výsledek je logický a vysvětluje, že v husté síti pastí s malou vzdáleností zachytávají okrajové pasti více živočichů, kteří migrují z okolí. Tento fakt je dán i vyšší schopností mobility u střevlíků.

2.6.3 Faktory ovlivňující úlovek v zemních pastech

V roce 1979 publikoval Joachim Adis práci, kde shrnuje 18 faktorů, které ovlivňují složení úlovku v pastech, a které je důležité brát v úvahu již při navrhování zamýšleného pokusu, a potom i při interpretaci výsledků. Faktory by se daly rozdělit do tří skupin. První skupina faktorů se týká pouze vlastní zemní pasti. Jde o její konstrukci, umístění, náplň a další aspekty. Druhou skupinu tvoří vnější faktory prostředí, například klima, korunový zápoj, vlhkostní poměry atd. Poslední skupina faktorů zahrnuje populační charakteristiky jednotlivých druhů epigeonu či taxocenóz, jejich pohyb, trapabilitu, schopnost úniku z pastí a další vlastnosti živočichů, které nelze předem ovlivnit.

Studiu těchto faktorů bylo věnováno již mnoho prací, ale jen málo z nich studovalo a porovnávalo více faktorů současně. Podrobně byl zkoumán vliv fixační tekutiny na úlovek. Mnoho studií se věnuje samotné konstrukci pastí, jejich velikosti, materiálu a přídatných zařízení. Již méně prací se zabývá samotnými vlastnostmi živočichů, jako je jejich pohyb, který lze studovat pomocí adiatelemetrie nebo například vůbec vlastní vliv lovu do pastí a z toho vyplývající ovlivnění populační hustoty a druhového složení.

Zajímavá vlastnost, ovlivňující úlovek v pastech, je tzv. digging-in efekt (Digweed a kol., 1995). Tento jev způsobuje zvýšenou aktivitu epigeonu těsně po zakopání zemních pastí, kdy na epigeon působí pozitivně nově vzniklé disturbance v okolí pastí. Digweed a kol. (1995) ve své studii o digging-in efektu přidává do svého pokusu i teorii o vyčerpání populace. Používal k tomu tři skupiny pastí. Jedny, které byly permanentně na jednom místě, druhou skupinu pastí posunoval o kousek vedle (tudíž zde působilo vyčerpání populace i vliv disturbance při opakovaném zakopávání) a třetí skupinou byly pasti, které byly přemísťovány na větší vzdálenost (zde byl pouze efekt disturbance). Nejméně úlovků zaznamenaly pasti permanentní, další dva druhy pastí nachytaly přibližně stejné počty jedinců a z toho vyplývá, že rozhodující je efekt disturbance, kde rozrušená země okolo pastí působí jako „atraktant“ pro zemní živočichy.

2.6.4 Ovlivnění populací živočichů zemními pastmi

I z laického pohledu lze usoudit, že zemní pasti musí negativně ovlivňovat početnost živočichů na dané lokalitě. Většinou se používají pasti se smrtícím agens a zvířata v pastech hynou.

Novák (1964) prováděl výzkum na polích na Hané se zaměřením na hrobaříkovité brouky. Na společných stanovištích dvou druhů bývají početnější hrobaříci s přezimujícími imágy. Při soustavném lovu do smrtících zemních pastí během více let dochází již v druhém roce k většímu výskytu druhů se zimujícími larvami oproti druhům se zimujícími imágy. Je to způsobeno sníženou kompeticí o potravu, kdy druh se zimujícími imágy je již zdecimován a nerozmnožuje se a naopak larvy druhého druhu nejsou chytány, vzhledem k jejich menší mobilitě oproti dospělcům a druhý rok tak zvyšují svou abundanci.

Teorii o vyčerpání populace se zabýval i Niemelä a kol. (1986), kteří porovnávali úlovky ve dvou časových obdobích na třech místech, kde v prvním období umístil tři skupiny pastí po patnácti na každou lokalitu. V druhém období na každé lokalitě vždy v jedné skupině ponechal počet patnáct, v druhé přidal patnáct pastí, zvýšil tedy počet na 30 pastí a ve třetí skupině zvýšil na 45 pastí. Ve svých výsledcích zaznamenal zvýšení počtu úlovků přímo úměrný zvýšenému počtu pastí. Na lokalitách s nezměněným počtem pastí nedošlo k poklesu úlovků v druhém období a tím ukázal, že použitím pastí neovlivnil populaci střevlíkovitých.

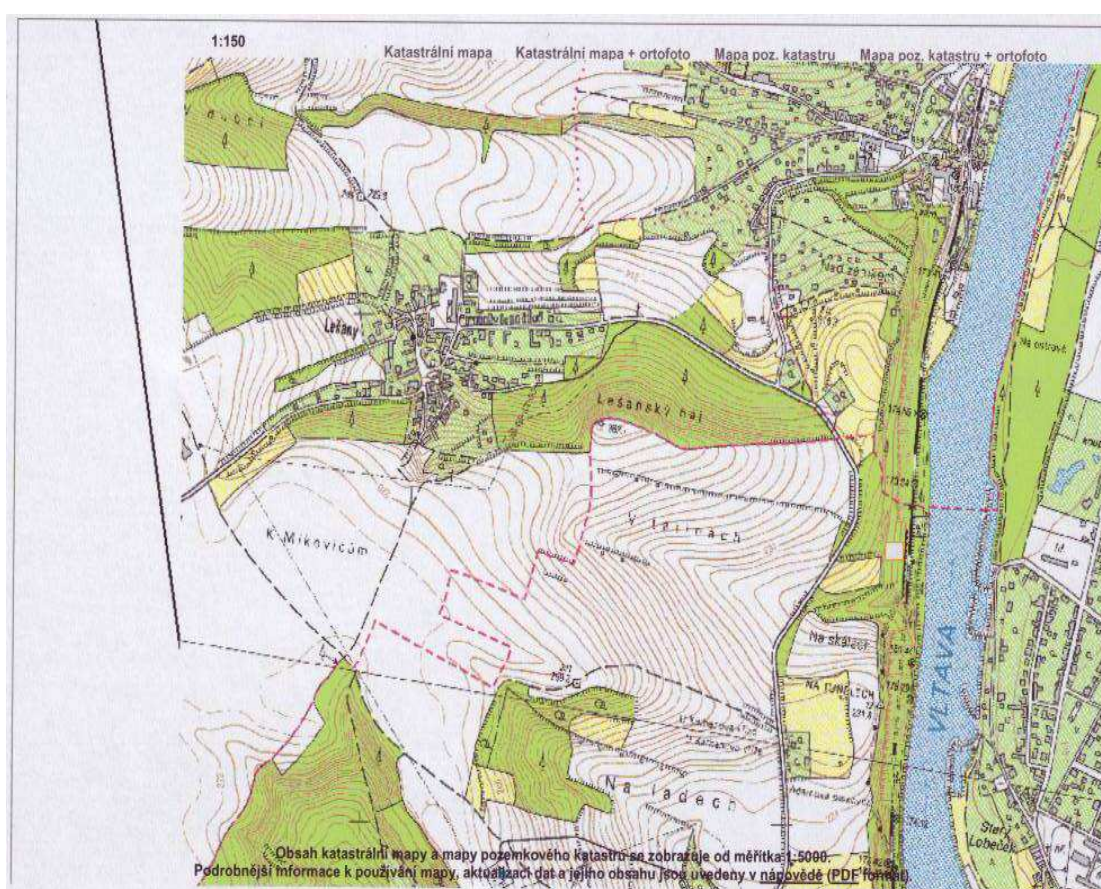
U velkých druhů rodu *Carabus* vystává v souvislosti s velkým množstvím odchycených dospělců pro vědecké účely, ale i sběratelské účely amatérskými sběrateli otázka, zda zejména dlouhodobý a intenzivní výzkum nemůže negativně ovlivnit lokální populace. Podle dlouhodobých výzkumů (Turin, Penev & Kasale, 2003) se zdá, že tomu tak není alespoň u stabilizovaných populací ve větších biotopech (lesní biotopy, horské biotopy). Otázka není zcela jasně zodpovězena u malých a fragmentovaných populací brouků dosahujících velikosti několika set jedinců.

Omezení výzkumu zejména u střevlíků by však mohlo zásadním způsobem zabránit poznání u chráněných druhů, o nichž kupodivu víme často jen velmi málo. Zcela zásadní je zde pak zavedení nových, zejména genetických metod, pro studium lokálních populací.

3. POPIS STUDOVANÉ OBLASTI

Průzkum jsem uskutečnil ve středočeském kraji v okolí obce Lešany v okrese Mělník, asi 30 km severně od Prahy v okolí Kralup nad Vltavou (obr. 1), na třech agrocenózách. Dvě agrocenózy označovány jako “pole nahoře“, kde byla vyseta kukuřice s podsevem krmné řepy a “pole dole“, kde byly rané, polorané a zimní brambory jsou využívány zemědělsky (obr. 2-7). Třetí agrocenózou byla zahrada s ovocnými stromy a okrasnými květinami v rešerši označována jako “sad“(obr. 8-9).

Obr. 1 Obec Lešany v okrese Mělník (zdroj Google).



3.1 Zkoumané agrocenózy

Byly zkoumány následující agrocenózy:

1. Pole nahoře (obr. 2-5) - menší plocha s lineárně řazenými pastmi
2. Pole dole (obr. 2, 6-7) - větší plocha s pastmi řazenými do čtverce
3. Sad (obr. 8-9)

Obr. 2 Agrocenózy 1 a 2 - pole nahoře a pole dole, agrocenózy využívané zemědělsky po více než 30let, na snímku zvýrazněny bílou barvou. Umístění pastí je žlutě vyznačeno. Menší plocha je „pole nahoře“ (pasti jsou zde umístěny lineárně). Obě agrocenózy odděluje ulice Kralupská (zdroj Google).



Agroceenóza 1 - pole nahoře

Na této agroceenóze s hnědozemí jsou každoročně pěstovány zemědělské plodiny a je udržována v zemědělském režimu již po více než 30 let. Pro malou plochu (7 arů) je veškerá agrotechnika obstarávána ručně. Tedy setí, pletí, u řepy třídění i sklizeň. Pro orbu a kypření je používána malá motorová fréza. Hnojení zde bylo vždy prováděno organickými hnojivy, převážně prasečím hnojem. V posledních letech je používán granulovaný kravský hnůj, který je aplikován vždy na jaře před výsevem či sadbou.

V období mého průzkumu zde byla vyseta kukuřice s podsevem krmné řepy (obr. 3-5). Pasti zde byly umístěny lineárně (obr. 2).

Obr. 3 Agrocenóza 1 - pole nahoře, na které byla pěstována kukuřice s podsevem řepy- rané stádium (foto J.Jon).



Obr. 4 Agrocenóza 1 - pole nahoře, na které byla pěstována kukuřice s podsevem řepy- pozdější stádium (foto J.Jon).



Obr. 5 Kelímek zahrabaný mezi řepou v agrocnóze 1 - pole nahoře (foto J.Jon).



Agrocnóza 2 - pole dole má rozlohu 12 arů a stejně jako pole nahoře je to agrocnóza s hnědozemí, na které jsou každoročně pěstovány zemědělské plodiny a je udržována v zemědělském režimu po více než 30 let. Opět veškerá agrotechnika probíhá ručně. Hnojení organickými hnojivy je prováděno stejným způsobem jako u agrocnózy 1 - pole nahoře.

V době mého výzkumu zde byly vysazeny rané, polorané a pozdní brambory (obr. 6 a 7). Zemní pasti zde byly umístěny do čtverce (obr. 2). Dále zde byla vysazena cibule, hrách a kukuřice.

Obr. 6 Agrocenóza 2 – pole dole. Polorané brambory – rané stádium (foto J.Jon).



Obr. 7 Agrocenóza 2 – pole dole. Polorané brambory – doba kvetení (foto J.Jon).



Agrocenóza 3 - sad má rozlohu cca 6 arů a jedná se o zahradu s hnědozemí, kde rostou ovocné stromy jako jsou jabloně, broskvoně, hrušně, slívy (obr. 8 a 9). Dále jsou zde trvale vysazeny keře angreštu a rybízu. Tento rok zde byly vysazeny jahody, cukety a okrasné květiny jako jiriny, mečíky apod.

Obr. 8 Agrocenóza 3 - sad na snímku zvýrazněna bílou barvou. Místa, kde byly pasti umístěny jsou vyznačeny žlutou barvou (zdroj Google).



Obr. 9 Agrocenóza 3 - sad, pohled z předu (foto J.Jon).



4. METODIKA

Během nepřetržitého odchyty v pěti měsících od května do září 2011 jsem na každé agrobiocenóze náhodně rozmístil vždy čtyři plastové kelímky (pro přesnější zisk údajů) o objemu 200ml a horním průměru 7cm jako zemní pasti, které obsahovaly slabý roztok octa (obr. 10-12) bez zastřešení a návnad.

Pasti byly vybírány v nepravidelných intervalech cca po 14 dnech. Pasti byly vzhledem k jejich malým velikostem měněny kus za kus. Tedy stará past vyjmuta a nahrazena pastí novou, která byla zahrabána pomocí zahradnické lopatky a doplněna konzervační tekutinou (roztok octa). Po vyjmutí byla past vysypána a materiál roztříděn, viz. kapitola **4.1 zpracování materiálu**.

Obr. 10 (foto J.Jon).



Obr. 11 (foto J.Jon).



Obr. 12 (foto J.Jon).



4.1 Zpracování materiálu

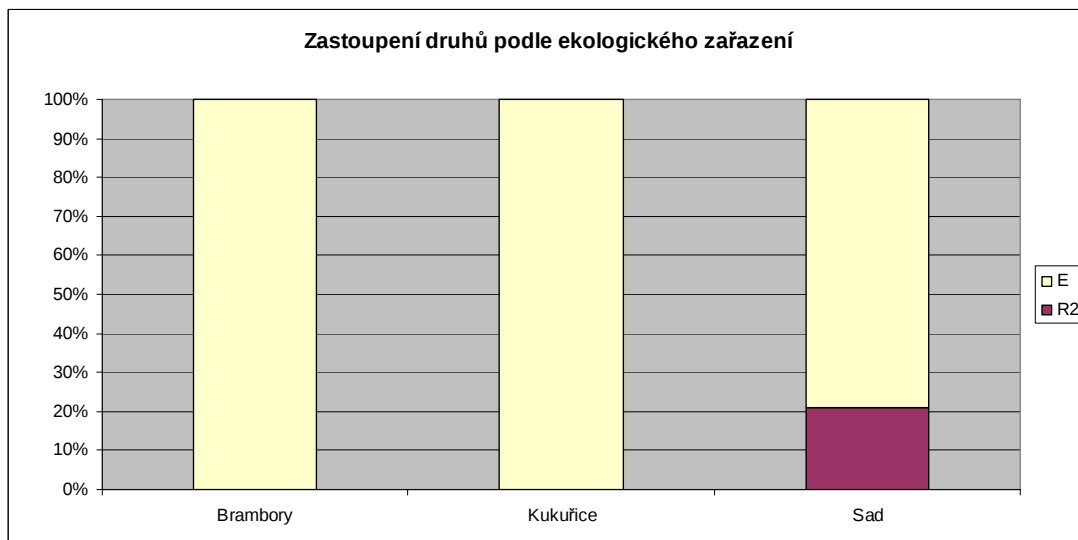
Nasbíraný materiál z terénu byl nejprve oddělen od hlíny propláchnutím čistou vodou a roztříděn (oddělení brouci od pavouků, slimáků, mnohonožek, much a dalšího nežádoucího materiálu). Dále byl převeden do kondenzačního činidla (80% ethanol) a uskladněn v chladu do doby předání k determinaci (přesná determinace byla provedena doc. RNDr. J. Boháčem, DrSc). Materiál byl uskladněn v lednici v čistých kelímcích stejného typu, ve kterých probíhal odchyt. Kelímky byly polepeny štítky, kde bylo popsáno místo odchyty.

5. VÝSLEDKY

Ve sledovaném období od května 2011 do září 2011 bylo v zemních pastech uloveno celkem 36 druhů zástupců řádu Coleoptera (tabulka 1). Rozborem vzorků bylo zjištěno 19 druhů střevlíků a 9 drabčků. Zbytek tvořily 2 druhy z čeledi kovaříkovití a mrchožroutovití a po jednom druhu byly zastoupeny čeledi vrbounovití, vyklenulcovití, sleněčkovití a nosatcovití.

Nejvíce druhů bylo dle očekávání nalezeno na agrocenóze 3 - sad. Na agrocenózách 1 a 2 pole nahoře a pole dole byl nalezen přibližně stejný počet druhů, menší než-li tomu bylo v sadu. Bylo odchyceno pouze 5 druhů skupiny R2 (relikty II. řádu), tedy náročnější adaptabilní druhy. Zbytek patřil do skupiny E (tedy expanzivních nebo ubikvistních druhů). Ze skupiny R1 (relikty I. řádu) nebyl odchycen jediný exemplář. Procentuální zastoupení druhů brouků různě citlivých k antropogenním vlivům je uvedeno na obr. 13.

Obr. 13 Procentuální zastoupení druhů s různými charakteristikami vzhledem k antropogennímu vlivu na pokusných plochách (E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka; R2 – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků).



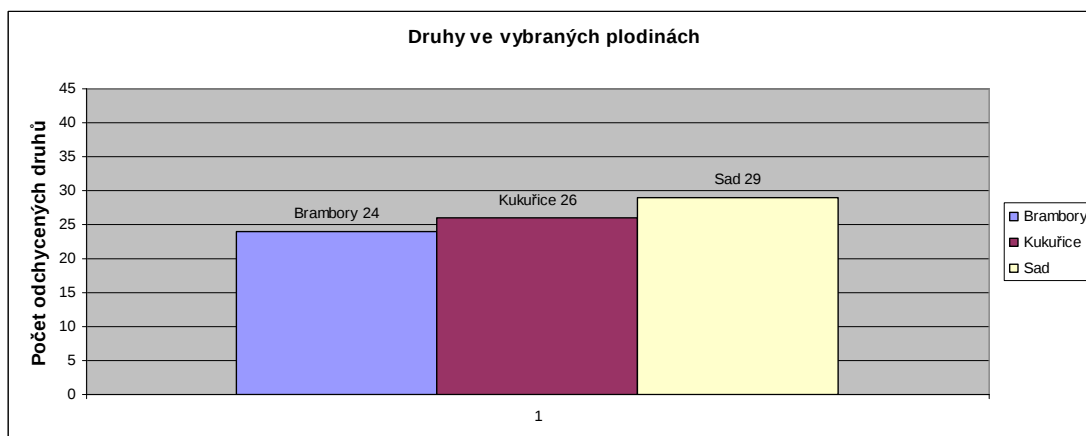
Tabulka 1. Seznam nalezených druhů (x - jednotlivé nálezy, xx nálezy do deseti exemplářů, xxx - nálezy nad deset exemplářů) na sledovaných agrocenózách, jejich aktivita a zařazení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům (R2 – relikty II. řádu, E – expanzivní druhy).

Druh	Ekologické zařazení	Lokalita		
		Brambory	Kukuřice	Sad
Carabidae				
<i>Carabus scheidleri</i> Panzer, 1799	R2	-	-	XX
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	E	X	XX	X
<i>Carabus violaceus violaceus</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	XX
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	E	X	-	X
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	E	-	-	XXX
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	E	X	X	X
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	E	X	X	-
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	E	X	-	-
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	E	X	XX	-
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	E	XXX	XXX	XX
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	E	XXX	XXX	XX
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	E	X	XX	X
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	X	X
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppida, 1763)	E	X	X	XX
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	E	XX	X	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	X	XX	X
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	E	XXX	XXX	X
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	E	XX	XX	-
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	E	-	X	XX
Silphidae				
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1750)	E	XXX	XXX	XXX
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784	E	XXX	XXX	XXX
Staphylinidae				
<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806	E	XX	X	X
<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789)	E	-	-	XX
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	E	XX	X	XXX
<i>Ontholestes murinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	X	XX
<i>Philonthus carbonarius</i> (Gravenhorst, 1802)	E	XX	X	XXX
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	E	X	X	XX
<i>Philonthus mannerheimi</i> (Fauvel, 1862)	R2	-	-	X
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	XX	XXX	XX
<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	XX	XX	X
Elateridae				
<i>Agrypnus murinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	X	-	X
<i>Athous subfuscus</i> (O.F.Müller, 1767)	R2	-	-	X
Scarabaeidae				
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	E	XXX	XXX	XXX
Byrrhidae				
<i>Byrrhus pilula</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	X	-
Coccinellidae				
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)		-	X	-
Curculionidae				
<i>Hypera zoila</i> (Scopoli, 1763)	R2	-	-	X

5.1 Vliv pěstovaných plodin na společenstva brouků

Výsledky studie ovlivnění společenstev brouků plodinami na mnou zkoumaných lokalitách znázorňuje obr. 14 kde jsou zaznamenány počty odchycených druhů na plochách rozdělených dle pěstovaných plodin.

Obr. 14 Počet zjištěných druhů na jednotlivých plodinách (J.Jon).

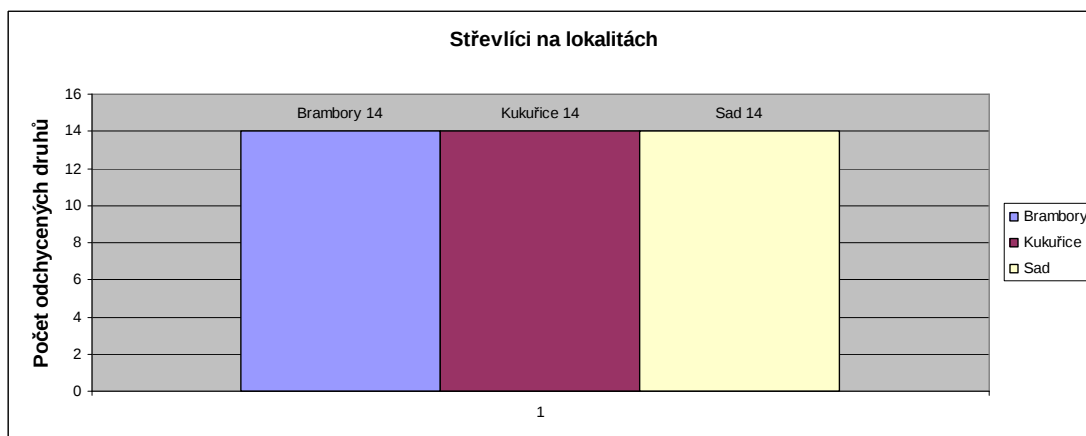


Z obr. 14 vyplývá, že počty odchycených druhů jsou na všech třech agroceenózách velice podobné. Hodnoty z kukuřice s podsevem krmné řepy z lokality „pole nahoře“ a brambor z lokality „pole dole“ jsou téměř shodné, z čehož se dá usuzovat, že vliv těchto plodin na společenstva zejména Střevlíků a Drabčků je podobný.

V lokalitě „sad“ bylo odchyceno druhů o něco více, což bylo pravděpodobně ovlivněno větším druhovým spektrem okolní vegetace a nejspíš i menším narušením agroceenózy zemědělským hospodařením.

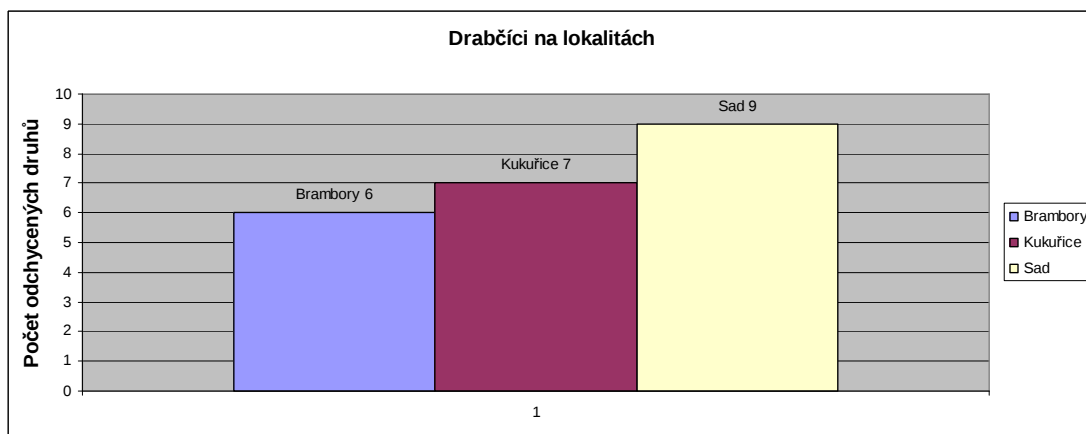
Pokud se podrobněji zaměříme na výskyt jednotlivých druhů ve sledovaných plodinách, zjistíme že Střevlíci se vyskytovali na všech třech plochách v naprosto shodném počtu 14 druhů z čehož lze usuzovat minimální vliv okolních pěstovaných plodin na jejich společenstva (obr. 15). Druhové spektrum se na jednotlivých agroceenózách samozřejmě lišilo.

Obr. 15 Počet odchycených druhů střevlíků na agrocenózách 1 a 2 s brambory a kukuřicí a na agrocenóze 3 - sad (J.Jon).



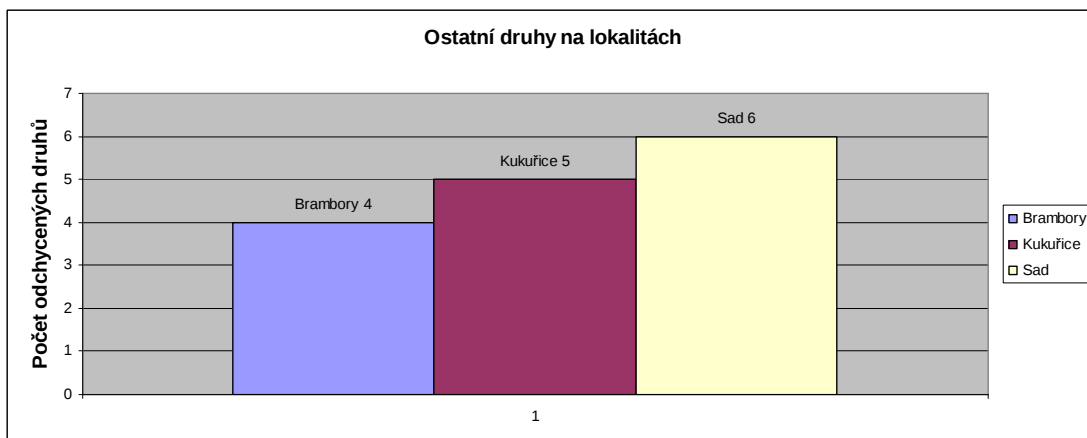
Co se týče drabčů, bylo zjištěno celkem 9 druhů (obr. 16), kde je patrné mírné ovlivnění pestřejší vegetací na lokalitě sad, kde byly nalezeny všechny druhy. Mírný, téměř vyrovnaný pokles je zaznamenán ve výskytu druhů v kukuřici a bramborách.

Obr. 16 Počet odchycených druhů drabčů na agrocenózách 1 a 2 s brambory a kukuřicí a na agrocenóze 3 - sad (J.Jon).



Výskyt 8 ostatních druhů byl téměř rovnoměrně rozložen na všech třech plochách, v sadě mírně vyšší (obr. 17).

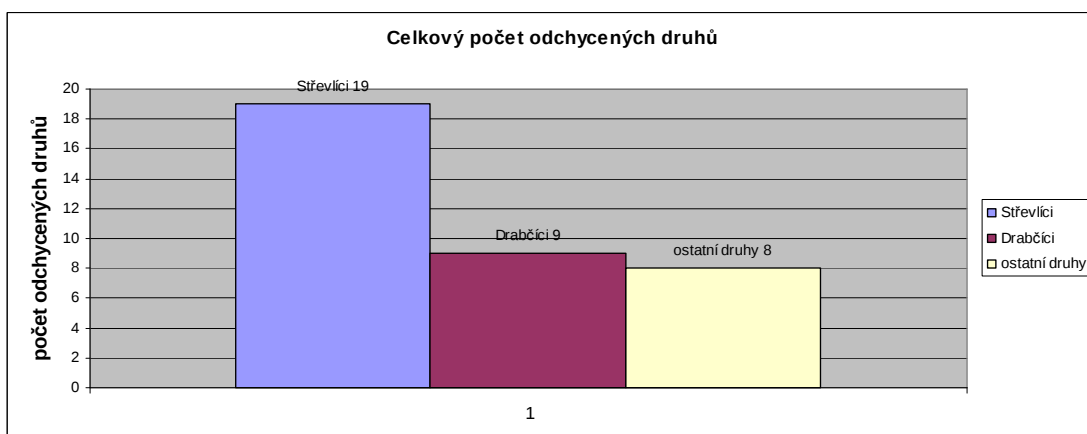
Obr. 17 Počet ostatních druhů na agrocenózách 1 a 2 s brambory a kukuřicí a na agrocenóze 3 - sad (J.Jon).



5.2 Stanovení druhové diverzity a aktivity společenstev

Druhovou diverzitu a aktivitu společenstev jsem stanovil podle celkového počtu odchycených druhů (obr. 18). Čím se jednotlivé druhy více pohybovaly (byly aktivnější), tím častěji byly odchyceny. Největší aktivita byla prokázána u Střevlíků. Na druhém místě se umístili Drabčáci a na třetím místě skončila skupina ostatní druhy s nejméně odchycenými druhy.

Obr. 18 Celkový počet zjištěných druhů (J.Jon).



5.3 Index antropogenního ovlivnění společenstev brouků

Na základě dělení odchycených druhů brouků do skupin podle tolerance k antropogenním vlivům byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění společenstev (ISD)(Boháč, 1990, 1999).

Tento vliv byl určen podle vzorce: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$, kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Index byl vypočten podle hodnot z obr. 13. Hodnota indexu se pohybuje od 0 do 100 (tabulka 2). Hodnota blízká nule ukazuje na krajinu silně ovlivněnou činností člověka, na které se vyskytují jen expanzivní a hojné druhy. Hodnoty blízké 100 poukazují na krajinu původní, neovlivněnou činností člověka. Zde se vyskytují především druhy skupiny R1.

Tabulka 2. Procentuální rozdělení antropogenního ovlivnění agrocenóz.

stav agrocenóz	ovlivnění v %
antropogenně neovlivněné	90-100
antropogenně téměř neovlivněné	80-89,9
antropogenně velmi slabě ovlivněné	70-79,9
antropogenně slabě ovlivněné	60-69,9
antropogenně ovlivněné	50-59,9
antropogenně silně ovlivněné	30-50
antropogenně velmi silně ovlivněné až degradované	méně než 29,9

Na zemědělsky udržovaných agrocenózách 1 a 2 s pěstovanou kukuřicí s podsevem krmné řepy a brambor vyšel index antropogenního ovlivnění $ISD=0$, protože zde nebyl nalezen žádný druh skupiny R1 nebo R2. Na agrocenóze 3 - sad byl $ISD=10,42\%$, protože zde bylo nalezeno 5 druhů skupiny R2. Pokud vypočtené hodnoty srovnáme s tabulkou 2., zjistíme, že stav zkoumaných agrocenóz byl na nejhorším stupni antropogenního ovlivnění, tedy půdy antropogenně velmi silně ovlivněné až degradované.

6. DISKUSE

Přeměna krajiny, znečištění vody, půdy i ovzduší vedou k porušení rovnováhy v ekosystémech. Tyto změny se potom projevují v populacích všech živočichů, včetně hmyzu. Řada střevlíkovitých a drabčíkovitých, kterých se můj výzkum týkal převážně mění svou četnost, diverzitu a prostorové uspořádání v závislosti na změnách stanovišť. U různých druhů se liší upřednostnění konkrétních vlastností stanovišť jako např. pokryvnost vegetace. Mnoho druhů má úzkou vazbu na konkrétní typy stanovišť, ale zase naopak je celá řada druhů, která takové preference nemá (Vanbergen et al., 2005). Střevlíci a drabčíci se vyskytují prakticky ve všech terestrických ekosystémech.

Během sezónního studia různých typů agroekosystémů v Evropě, střední a severní Americe a v Japonsku bylo odebráno řádově několik tisíc jedinců střevlíkovitých na jednotlivých polních biotopech (Holland, 2002). Takový počet střevlíků je dostatečný a použitelný pro statistickou analýzu a interpretaci dat ve většině ekologických prací.

Početnost drabčíchů v opadu a půdě se pohybuje od 5 po 500 exemplářů / m², v lesních ekosystémech většinou mezi 45 – 100 exemplářů / m² (Boháč, 1999, Irmeler, 1995). Počet druhů i jedinců je většinou vyšší ve stabilních biotopech (např. lesní biotopy), než v biotopech často se měnících vlivem abiotických podmínek (např. břehy toků, zaplavované biotopy, biotopy ovlivňované člověkem). Je známo, že drabčíci vytvářejí velké agregace na určitých mikrobiotopech, např. plodnicích hub, kde jejich početnost může dosáhnout několika tisíc jedinců na plodnici.

Hlavními faktory negativně ovlivňujícími početnost populací střevlíků a drabčíchů jsou destrukce biotopů (např. klesající početnost semiakvatických druhů *Carabus clathratus* a *C. variolosus* vlivem meliorací mokřadů), fragmentací biotopů (např. zmenšující se počet biotopů a jejich oddálení u rašeliništního střevlíčka *Agonumericeti*) a použitím insekticidů (např. vyhubení jednoho z dříve nejhojnějších velkých střevlíků *Carabus auratus* v západní Evropě) (Turin, Penev & Kasale, 2003). U mnoha druhů střevlíků, jejichž početnost výrazně klesá, však dosud nevíme přesné příčiny tohoto jevu. Např. velmi krásný střevlík *Carabus intricatus* mizí během posledních desetiletí prakticky v celé střední Evropě. Jako možné příčiny se uvádí klimatické změny (Turin, Penev & Kasale, 2003). Podobně u vymírajících lesních druhů *Carabus glabratus* a *C. irregularis* neznáme příčiny jejich úbytku.

Střevlíkovití i drabčíkovití brouci patří k významným skupinám hmyzu používaným při bioindikačních studiích, zejména v krajinném měřítku. Je to způsobeno relativně jednoduchým způsobem odběru vzorků v terénu metodou

zemních pastí a půdních vzorků (Absolon, 1993, Krásenský, 2004), relativně dobrou znalostí jejich biologických nároků a možností určení. Základní údaje o autekologii střevlíků a drabčků jsou obsaženy v desítkách prací různých autorů, kteří během terénních průzkumů zjistili ekologickou preferenci jednotlivých druhů. V těchto ekologických průzkumech se často vycházelo ze znalostí autekologie druhů v určitých geografických areálech. Nejlépe je prozkoumána bionomie druhů západoevropských a středoevropských, případně skandinávských. Prvotní dělení druhů podle jejich bionomie bylo zaměřeno zejména na poznání jejich výskytu v lesních nebo nelesních biotopech a horských nebo nížinných oblastech. Postupně entomologové soustředili pozornost na preferenci druhů k specializovaným typům biotopů jako jsou například mokřady, slaniska, různé rostlinné asociace, hnízda drobných savců a sociálního hmyzu, atd. Zjistili, že ekologické nároky některých druhů zpětně ovlivňuje jejich rozšíření a že některé druhy svým rozšířením indikují poslední ostrůvky málo ovlivněných biotopů, např. původních lesních biotopů (Horion, 1965, 1967). Studium vlivu antropogenního ovlivnění na společenstva střevlíků a drabčků se dostávalo do popředí až přibližně v polovině minulého století.

Podle vazby na biotop byli střevlíkovití rozděleni do několika skupin odrážejících šíři jejich ekologické niky (stenotop, eurytop), vazbu na člověka (synantrop), teplotu (stenoterm, euryterm), frekvenci výskytu v různém spektru biotopů (ubikvist) (Koch, 1989). Zvláštní vazba nebo tolerance k vybraným faktorům prostředí je charakterizována zařazením střevlíků nebo drabčků mezi následující skupiny: acidofil, koprofil, halofil, hygrophil, mycetofil, myrmekofil, petrofil, foleofil, psamofil, saprofil, termofil, troglofil, tyrfofil, xerofil (Koch, 1989). Poznání obsazení zvláštních ekologických nik v ekosystémech a v krajině posloužilo pro vytvoření charakteristik druhů jako např. arborikol, arenikol, boletikol, kampikol, kavernikol, korticol, fungikol, florikol, humikol, mikrokavernikol, muscikol, paludikol, petrikol, fytodetrikol, ripikol, silvikol, sfagnikol, terikol (Koch, 1989).

Na základě potravní vazby byli střevlíkovití a drabčkovití rozděleni na monofágy, polyfágy, fytofágy, algofágy, zoofágy, afidofágy, koprofágy, mycetofágy, saprofágy, myrmekofágy a nekrofágy (Koch, 1989).

Takový souhrn autekologických informací o jednotlivých druzích, často posuzovaný ze subjektivního hlediska, tvoří základní informaci o ekologických nárocích druhů. Tyto informace jsou však důležité, protože přesná autekologická měření a pozorování s pomocí současného sledování parametrů prostředí většinou scházejí. Až v poslední době jsou častější studie sledující kromě změn společenstev střevlíků a drabčků i korelace s některými charakteristikami prostředí (půdními charakteristikami, krajinnými charakteristikami). Nicméně u většiny druhů takovou

korekci nemáme. V řadě případů, kdy se určité charakteristiky prostředí měří pedologickými a jinými technickými metodami, jsou získané výsledky těžko využitelné pro střevlíky a drabčíky. Důvodem je to, že se tyto brouci často vyskytují v různých mikrobiotopech (trsy trav, mech, zbytky organických látek, mrtvé dřevo, atd.), jejichž charakteristiky jsou klasickými metodami těžko měřitelné. V tomto případě klasické pedologické metody nepomohou a je nezbytný vývoj speciálních postupů.

Znalosti bionomie a ekologických nároků jednotlivých druhů jsou důležité pro interpretaci dalších metod používaných pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčíků.

Sledování společenstev střevlíkovitých a drabčíkovitých brouků ve vzájemně navazujících biotopech (katéně), kde se zároveň plynule mění charakteristiky prostředí umožňují určit ekologickou charakteristiku (preferenci k určitému biotopu) jednotlivých druhů a vliv člověka (managementu) na jejich společenstva. V případě, kdy jsou měřeny některé abiotické charakteristiky prostředí (např. obsah vody, dusíku a organické hmoty v půdě, zasolení půd) lze ještě lépe zpřesnit ekologické nároky nebo toleranci jednotlivých druhů (např. Outerelo, Gamarra, 2001).

Mezi nejčastěji používané statistické metody pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčíků patří shluková analýza, dvoucestná analýza variance a mnohorozměrné metody (ordinace, kanonické analýzy). Tyto metody jsou podrobně popsány např. v práci Lepše (1996).

Shluková analýza slouží k nalezení takové skupiny druhů (střevlíků, drabčíků) v celém souboru, které jsou si podobné a zároveň se liší od jiných skupin. V hodnocení společenstev střevlíků a drabčíků se tato metoda velmi často používá pro klasifikaci společenstev brouků různých rostlinných společenstev nebo společenstev s různým antropogenním narušením (Boháč, 2001). Podle některých autorů (Lepš, 1996) je to metoda prvního stupně analýzy dat, která by měla sloužit k navržení hypotéz.

Dvoucestná analýza variance (ANOVA) byla použita pro laboratorní a terénní sledování střevlíkovitých a drabčíkovitých brouků na výsypkách (Topp et al., 2001). Hlavní faktory ovlivňující společenstva střevlíků a drabčíků byly stáří výsypky, reliéf, typ rostlinného pokryvu a textura.

Velmi často se pro hodnocení společenstev střevlíkovitých a drabčíkovitých používají mnohorozměrné metody (ordinace, kanonické analýzy). Předpokládá se, že společenstva jsou objekty a charakteristikami je zastoupení druhů. Dále se předpokládá, že zastoupení druhů je určeno několika málo významnými gradienty prostředí. Kanonické analýzy hodnotí dvě skupin proměnných, např. soubor

společenstev a charakteristiky prostředí. Podobně jako v agroekosystémech, může být metoda kanonické analýzy využita pro hodnocení vlivu vodního režimu na společenstva brouků (Boháč, Frouz & Syrovátka, 2005).

Střevlíci a drabčíci jsou v krajině často rozptýleni nerovnoměrně a osidlují mikrobiotopy (různé morfologicky ohraničené komponenty např. trsy trávy, mechové polštáře, atd.) (Meissner, Janusch, 1996). Tyto mikrobiotopy mají různou prostorovou mikrostrukturu a abiotické a biotické vlastnosti. Kvantifikace těchto charakteristik mikrostruktur (pórovitost, obsah vody, vzduchu, podíl anorganických a organických látek, pH) a preference výskytu brouků v mikrobiotopech s různou mikrostrukturou umožňuje upřesnit jejich ekologické nároky (Meissner, Janusch, 1996). Pokusy v laboratorních podmínkách prokázaly různou preferenci brouků vzhledem k hustotě a tvaru mikrostruktur (Meissner, Janusch, 1996).

6.1 Srovnání druhové diverzity epigeických brouků

Z výsledků odchycených druhů v mém výzkumu vyplývá vysoká míra poškození až degradace antropogenním ovlivněním sledovaných lokalit. Tyto výsledky je možné srovnávat se studiemi zabývajícími se podobnou tematikou na lokalitách podobného charakteru.

V mém případě lze srovnávat s bakalářskou prací Šebíka (2010), který od 3.6. do 27.9. 2010 zkoumal vliv biopásů v podhůří Novohradských hor na biodiverzitu epigeicky žijících brouků a porovnával druhovou diverzitu těchto pásů s diverzitou přilehlých polí, kde použil stejně jako já metodu odchytu pomocí zemních pastí. Šebík svůj průzkum uskutečnil na pěti lokalitách, kde byly pěstovány zemědělské plodiny jako pohanka, lupina, pšenice špalda, jetelotravní směs, luskooobilná směska a pšenice ozimá. Ve své práci uvádí 41 odchycených druhů z nichž převládali jednoznačně střevlíkovití s 22 určenými druhy a drabčíkovití s 9 druhy. Ostatním druhům jako mršníkovití, mrchožroutovití, chrobákovití, vyklenulcovití, kovaříkovití, mandelinkovití a nosatcovití nevěnuje ve své práci větší pozornost.

Na mnou zkoumaných lokalitách bylo celkem odchyceno 36 druhů, z nichž s 19 druhy převládali střevlíkovití. U drabčíkovitých jsem zaznamenal počet 9 druhů stejně jako Šebík. Ostatní čeledi se vyskytovaly v celkovém počtu 8 druhů. Do pěti mnou nalezených vzácnějších druhů reliktu druhého řádu (RII) patřily dva druhy do skupiny kovaříkovitých (*Athos subfuscus*) a nosatcovití (*Hyper zoila*). Další druhy řádu (RII) byli dva Střevlíci (*Carabus scheidleri* a *Carabus violaceus*) a jeden druh Drabčíka (*Philonthus mannerheimi*).

V Šebíkově práci se biodiverzita v biopásech dle očekávání lišila (byla vyšší) od biodiverzity okolních polí.

Stejně tak z mých výsledků vyplývá vyšší biodiverzita v lokalitě méně zemědělsky využívané, tedy v sadě, viz. podkapitola 5.1 **Vliv pěstovaných plodin na společenstva brouků.**

Jako zajímavost Šebík uvádí nález ohroženého druhu Střevlíka *Carabus scheidleri*, který byl nalezen i mnou v lokalitě sad a náročnějšího druhu (RII) *Philonthus decorus*. Expanzivní druhy (E) silně převládaly nad adaptabilními druhy (RII), stejně jako tomu bylo i v mém případě.

Většina druhů uváděných v obou pracích je shodná a lze ji najít v kapitole 5. **Výsledky** v tabulce 1. Uvádím tedy pouze druhy, které se ve výskytu lišily. V podhůří Novohradských hor nebyly zaznamenány druhy jako *Carabus violaceus* a *Clivina fossor* - Střevlíci, z Drabčíků to nebyly *Omalium rivulare*, *Anotylus rugosus*, *Ontholestes murinus*, *Philonthus carbonarius*, *Philonthus mannerheimi*, Kovaříci *Agrypnus murinus* a *Athous subfuscus*, slunéčkovití *Adalia bipunctata*, nosatcovití *Hypera zoila*.

Druhy, které se nevyskytovaly na Kralupsku byly *Loricera pilicornis*, *Poecilus versicolor*, *Agonum sexpunctatum*, *Amara eurynota*, *Anisodactylus binotatus*, *Harpalus latus*, *Margarinotus merdarius* ze střevlíkovitých, *Oxytelus rugosus*, *Philonthus decorus*, *Ontholestes murinus*, *Staphylinus dimidiaticornis*, *Tachinus laticollis* z drabčíkovitých, *Agriotes obscurus* - kovaříkovití, *Cassida nebulosa* - merlíkovití, *Sitona hispidulus* - nosatcovití, *Silpha obscura* - mrchožroutovití.

Z porovnání obou prací vyplývá vyšší biodiverzita druhů v podhůří Novohradských hor, zejména z čeledi střevlíkovití, kde bylo nalezeno o 5 druhů více. I když nutno podotknout výskyt nízkého počtu exemplářů druhů, které se na Kralupsku nevyskytovaly.

Pokud porovnáme indexy antropogenního ovlivnění, kde Šebík uvádí hodnoty v rozmezí 0 – 3,75% a z mých výsledků vplynuly hodnoty 0 – 10,42%, zjistíme, že lokality na Kralupsku vyšly z našeho porovnání o něco lépe nežli lokality v podhůří Novohradských hor. Nicméně, při srovnání hodnot s tabulkou 2. v podkapitole **5.3 Index antropogenního ovlivnění**, patří oběma zkoumaným oblastem přídomek antropogenně velmi silně ovlivněné až degradované krajiny.

7. ZÁVĚR

V této práci jsem zjišťoval druhové spektrum epigeicky žijících brouků, aktivitu jejich dominantních druhů, hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva těchto brouků a stupeň antropogenního ovlivnění. Bylo to převážně u střevlíkovitých a drabčíkovitých, kteří se vyskytovali na všech třech zkoumaných agroceenózách, kde byla pěstována kukuřice s podsevem řepy, brambory a třetí agroceenózou byla zemědělsky málo využívaná zahrada s ovocnými stromy. Vše se uskutečnilo v okolí obce Lešany na Kralupsku. Průzkum byl prováděn metodou zemních pastí bez zastřešení a jakýchkoliv návnad. V práci nebylo určováno pohlaví uloveného hmyzu.

Během nepřetržitého odchytu v pěti měsících od května do září 2011 bylo odchyceno 36 druhů epigeicky žijících brouků, z nichž pouze 5 druhů patřilo do skupiny RII, tedy mezi náročnější adaptabilní druhy vázané na převládající typ středoevropského klimatu, kterému odpovídají současné přirozené lesní ekosystémy. Nemají tak vyhraněné nároky na charakter lesa jako skupina RI. Patří sem adaptabilnější druhy vyskytující se ve všech typech kulturního lesa, v remízkách a na pasekách. Většina odchycených exemplářů patřila do skupiny E, tedy expanzivních nebo ubikvistních druhů (eurytopní druhy) se schopností pronikat do uměle odlesněné krajiny a osidlovat stanoviště silně ovlivněná činností člověka, jako jsou obhospodařované louky, pole, antropické útvary apod. (Boháč, 1988).

Dále byl stanoven index antropogenního ovlivnění na zkoumaných lokalitách na Kralupsku a porovnán s výsledky bakalářské práce Šebíka (2010), který prováděl podobný průzkum na pěti lokalitách v podhůří Novohradských hor. Dle výsledků byly obě srovnávané lokality shledány jako krajiny silně ovlivněné až degradované činností člověka.

Přílohová část obsahuje obrázky vzácnějších nebo nejčastěji se vyskytujících druhů.

8. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- ABSOLON, K., (1993): Metodika biomonitoringu ve státní ochraně přírody. Český ústav ochrany přírody, Praha, 45 pp.
- ADIS, J., (1979): Problems of Interpreting Arthropod Sampling with Pitfall Traps. *Zool.Anz.*, 177-184 s.
- BOHÁČ, J. & RŮŽIČKA, V. (1990): Size groups of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae). *Acta ent. bohemoslov.* 87: 342-348 s.
- BOHÁČ, J., (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372 s.
- BOHÁČ, J., (2001): Epigeic beetles (Insecta: Coleoptera) in montane spruce forests under long-term synergistic chronic effects in the Giant Mountains (Central Europe). *Ekológia (Bratislava)*, 20: 57-69 s.
- BOHÁČ, J. & MATĚJÍČEK J., (2003): Katalog brouků Prahy – drabčíkovití – Staphylinidae, svazek IV, 256 pp.
- BOHÁČ, J., FROUZ, J. & SYROVÁTKA, O., (2005): Carabids and staphylinids in seminatural and drained peat meadows. *Ekológia (Bratislava)*, 24: 292-303 s.
- BOHÁČ J., KOHOUT P., (2011): Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin – půdní a epigeičtí brouci. *Acta Pruhoniana* 97: 85-96 s.
- CROWSON, R. A., (1981): The Biology of the Coleoptera. Academic Press, London.
- DIGWEED, S. C., CURRIE, C. R., CÁRCAMO H. A., SPENCE J. R. (1995): Digging out the „digging-in effect“ of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)., 561-576 s.
- FAHY, O. GORMALLY, M (1998): A comparison of plant and carabid beetle communities in an Irish oak woodland with a nearby conifer plantation and clearfelled site – *For.Ecol. Manage.*, 110: 263 – 273 s.
- GERLACH, A., VOIGTLÄDER, K. a HEIDGER, C. M., (2009): Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping., 197-205 s.
- HALME, E. a NIEMELÄ, J. (1993): Carabid beetles in fragments of coniferous forest., 287-317 s.
- HALSALL, N. B. a WRATTEN, S. D. (1988): The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory Carabidae., 293-299 s.
- HOLLAND, J. M. (ed.), (2002): The agroecology of carabid beetles. Intercept, Andover, 356 pp.
- HONĚK, A. (1988): The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Aranea) in cereal fields., 233-242 s.

- HONĚK, A.; JAROŠÍK, V.; LAPCHIN, L.; RABASSE, J.M., (1998): The effect of parasitism by *Aphelinus abdominalis* and drought on the walking movement of aphids., 191 – 200 s.
- HORA PETR, (2010): Diplomová práce, Metodologické aspekty používání zemních pastí pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých., 47 s.
- HORION, A., (1965): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer, Bd 11. Staphylinidae 2. Teil (Paederinae bis Staphylininae). Ph. C. W. Schmidt Verlag, Überlingen - Bodensee, 335 pp.
- HORION, A., (1967): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer, Bd 11. Staphylinidae 3. Teil (Habrocerinae bis Aleocharinae, ohne subtribus Athetae). Ph. C. W. Schmidt Verlag, Überlingen-Bodensee, 419 pp.
- HUDEC KAREL, (1927): Příroda České republiky, Vyd. 1., Vydáno: Praha: Academia 2007, Rozsah: 439 s.
- HŮRKA KAREL, (1931): Acta societatis zoologicae Bohemicae, Praha: Czech Zoological Society, 1995, 140 s.
- HŮRKA KAREL, (1931): Carabidae České a Slovenské republiky, Vydáno: Zlín: Kabourek, 1996, Rozsah: 565 s., rejstř., obr.
- HŮRKA KAREL, (1931): Brouci České a Slovenské republiky, Vydáno: Zlín: Kabourek, 2005, Rozsah: 390 s.
- INGS, T. C., HARTLEY, S. E. (1999): The effect of habitat structure on arabadcommunities during regeneration of native Scottish forest – For. Ecol. anage., 119: 123 – 136 s.
- IRMLER, U., (1995): Die Stellung der Bodenfauna im Stoffhaushalt schleswig - holsteinischer W'alder. Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. 18: 1.199.
- KOCH, K., (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 1. Goecke & Evers, Krefeld, 440 pp.
- KOIVULA, M. (2001): Carabids beetles (Coleoptera, Carabidae) in boreal managed forests –meso-scale ecological patterns in relation to modern forestry.,371-374s.
- KOIVULA, M. (2002): Alternative harvesting methods and boreal carabid beatles (Coleoptera, Carabidae) – For. Ecol. Manage., 87-96 s.
- KRÁSENSKÝ, P., (2004): III. – 5. Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých.
- LEPŠ, J., (1996): Biostatistika. Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice, 160 pp.
- LUFF, M. L. (1975): Some Features Influencing the Efficiency of Pitfall Traps., 345-357 s.
- MAGURA, T. (2002): Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect – For. Ecol.Manage., 157: 23 – 37 s.

- MEISSNER, A. & JANUSCH, G., (1996): Untersuchung und Bewertung der Korrelationen von Arthropodengesellschaften mit Makro- und Mikrostrukturen in verschiedenen Landschaftselementen. Institut für Biologie, TU Berlin, 80 pp.
- NIEMELÄ, J.; et al., (1986): Sampling spiders and carabid beetles with pitfall traps: the effect of increased sampling effort. 109 – 111 s.
- OUTERELO, R., GAMARRA, P. & ARANDA, A., (2001): Los Staphylinidae (Coleoptera) del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. *Ecología*, 15: 243-268 s.
- PAOLETTI, M.G. (1999): Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability Agriculture, Ecosystems and Environment., 74: 1-18 s.
- PEKÁR, S. (2002): Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps., 539-547 s.
- POOLE, A., et al. (2003): The flora and carabidbeetle fauna of a mature and regenerating semi-natural oak woodland in south-east Ireland – For. Ecol. Manage., 177: 207 – 220 s.
- ŠEBÍK, (2010): Bc. práce, Úloha biopásů v zemědělské krajině z hlediska ochrany biodiverzity – společenstva epigeických brouků., 46 s.
- THAYER, M., T., (2005): Staphylinidae. In In Beutel R. G. & Leschen A. B. (eds.): *Coleoptera, Beetles*. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Walter de Gruyter, Berlin, New York, pp. 296-344.
- THIELE, H. U. (1977): Carabid beetles in their environments. Berlin, Heidelberg, New York., 369 s.
- TOPP, W., SIMON, M., KAUTZ, G., DWORSCHAK, U., NICOLINI, F., PRÜCKNER, S., (2001): Soil fauna of a reclaimed lignite open-cast mine of the Rhineland: improvement of soil quality by surface pattern. *Ecological Engineering*, 17: 307-322 s.
- TURIN, H., PENEV, L. & CASALE, A., (2003): The genus *Carabus* in Europe. A synthesis. [Collective work with checklist, keys, biology & ecology, etc.]. Pensoft Publishers, Sofia, 536 pp.
- VANBERGEN, J.A, WOODCOCK B.A, WATT A.D., NEMELA J., (2005): Effect of panruse heterogeneity on carabid communities at the landscape scale., 79-92 s.
- VESELÝ PETR, Střevlíkovití brouci Prahy (Coleoptera: Carabidae), Vydáno: Praha: P. Veselý, 2002, 167 s.
- WARD, D. F., NEW, T. R. a YEN, A. L. (2001): Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches., 47-53 s.
- WERNER, S. M., RAFFA, K. F. (2000): Effect of forest management practices on the diversity of ground – occurring beetles in mixed northern hardwood forests of the Great Lakes Region – For. Ecol. Manage., 139: 135 – 155 s.

WILSON, EDWARD O., (1929): The Insect Societies. Cambridge : The Belknap Pr. of Harvard Univ. Press, 1971., 548 s.

WORK, T. T., BUDDLE, CH. M., KORINUS, L. M., SPENCE, J. R., (2002): Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: implications for biodiversity studies., 438-448 s.

Internetové zdroje:

<http://www.cbd.int/convention/text/>

<http://www.entoforum.cz>

<http://www.enviwiki.cz/wiki/Biodiverzita>

http://www.jaroslavbohac.wz.cz/download/pudni_zoologie.pdf

http://www.pravnipredpisy.cz/predpisy/ZAKONY/1999/134999/Sb_134999_-----_.php

http://cs.wikipedia.org/wiki/Biologick%C3%A1_diverzita

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obr. 19 *Carabus scheidleri* – vzácnější exemplář čeledi střevlíkovití. Patří k náročnějším druhům R2 vzhledem k činnosti člověka. Nalezen v sadě (foto J. Dvořák).



Obr. 20 *Carabus violaceus* - vzácnější exemplář čeledi střevlíkovití. Patří k náročnějším druhům R2 vzhledem k činnosti člověka. Nalezen v sadě (foto M. Fiala).



Obr. 21 *Pterostichus melanarius* – exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných agroceenózách (foto J. Barvínek).



Obr. 22 *Poecilus cupreus* – exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných agroceenózách (foto Z. Chalupa).



Obr. 23 *Pseudoophonus rufipes* - exemplář expanzního druhu čeledi střevlíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných agroceenózách (foto M. Deml).



Obr. 24 *Tachyporus chrysomelinus rufipes* - exemplář expanzního druhu čeledi drabčíkovití. Hojně se vyskytující na všech třech sledovaných agroceenózách (foto R. Water).



Obr. 25 *Athous subfuscus* - vzácnější exemplář čeledi kovaříkovití. Patří k náročnějším druhům R2 vzhledem k činnosti člověka. Nalezen v sadě (foto T. Šimek).



Obr. 26 *Hypera zoila* - vzácnější exemplář čeledi nosatcovití. Patří k náročnějším druhům R2 vzhledem k činnosti člověka. Nalezen v sadě (foto S. Krejčík).

