

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMEDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: **N 4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Katedra: **Rostlinné výroby a agroekologie**

**Společenstva epigeických brouků plantáží
rychle rostoucích bylin a okolních biotopů**

diplomová práce

autor

Bc. Zuzana Jahnová

vedoucí práce

doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Zuzana JAHNOVÁ
Osobní číslo: Z09745
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie
Název tématu: Společenstva epigeických brouků plantáží rychle rostoucích bylin a okolních biotopů
Zadávající katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Vypracovat literární rešerši problematiky epigeických brouků na plantážích rychle rostoucích dřevin a bylin a umělých trávníků.
 2. Odběru vzorků epigeických brouků na plochách energetických bylin a na okolních plochách (umělý trávník).
 3. Vyhodnotit ordinačními a klasifikačními metodami podobnost jednotlivých vzorků společenstev brouků na sledovaných plochách.
 4. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků na pokusných plochách a v okolí.
 5. Stanovit hlavní faktory prostředí ovlivňující společenstva epigeických brouků na plantážích energetických bylin. Stanovit stupeň jejich antropogenního ovlivnění.
- Práce bude vypracovaná s podporou projektu MŠMT 2B06131.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


- Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372.
Boháč J., 2008: Biodiverzita na plantážích rychle rostoucích rostlin pro energetické účely. In: Havlíčková K., Boháč J., Hutla P., Knápek J., Stražil Z., Kajan M., 2008: Rostlinná biomasa jako zdroj energie. VÚKOZ, Průhonice, pp. 30 - 37.
Jahnová Z., Boháč J., 2009: Communities of epigeic beetles (*Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae*) on plantations of fast growing grasses. P. 38-41. In: Soldán T., Papáček M., Boháč J. (Eds) *Communications and Abstracts, SIEEC 21, June 28-July 3, 2009*. University of South Bohemia, České Budějovice, 96 pp. Semere T. & Slater F. M., 2007: Invertebrate populations in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass & Bioenergy*, 31: 30-39.
Semere T. & Slater F. M., 2007a: Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass & Bioenergy*, 31: 20-29.

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Datum zadání diplomové práce: 25. února 2010
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ©
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Milošlav Soch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vladislav Čurný, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. února 2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci na téma „Společenstva epigeických brouků plantáží rychle rostoucích bylin a okolních biotopů“ vypracovala 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 diplomové 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.

V Kadešicích, 24. dubna 2011

.....
Bc. Zuzana Jahnová

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., za cenné rady, poskytnuté materiály a determinaci materiálu, Ing. Janu Moudrému, Ph.D., za poskytnutá data a RNDr. Tomáši Kučerovi, Ph.D., za statistické zpracování materiálu v programu Canoco. Nemalý dík patří i rodičům za podporu při studiu na vysoké škole.

Práce vznikla za podpory projektu MŠMT 2BO6131 Nepotravinářské využití fytomasy v energetice.

SOUHRN

Cílem předkládané práce bylo prozkoumat společenstva epigeických brouků v porostech energetických bylin (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Phalaris arundinacea*, *Helianthus tuberosus*) a v okolním biotopu (trávník antropogenního původu). Jako indikátory posloužili střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*), kteří byli odchytáváni metodou zemních pastí v letech 2008 až 2010 vždy v průběhu vegetační sezony. Celkově bylo odchyceno 1789 exemplářů a 69 druhů epigeických brouků. Ve všech porostech převládaly druhy eurytopní (E) nad druhy adaptabilními (R2), rovněž hodnota indexu antropogenního ovlivnění společenstev brouků byla ve všech porostech nízká. Pomocí RDA analýzy byl statisticky prokázán vliv proměnné efekt okolního biotopu na společenstva epigeických brouků. Závěrem bylo konstatováno, že na společenstva epigeických brouků mohl mít vliv průběh počasí v jednotlivých sezonách, dále také meziroční změny v populačních cyklech brouků, okrajový efekt i mikroklimatické podmínky uvnitř porostů.

Klíčová slova: střevlíkovití (*Carabidae*); drabčíkovití (*Staphylinidae*); energetické byliny; index antropogenního ovlivnění společenstev brouků; druhová diverzita

SUMMARY

The aim of the work was to study the communities of epigeic beetles in plantations of energetic plants (*Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Phalaris arundinacea*, *Helianthus tuberosus*) and in surrounding lawn biotope. The method of pitfall trapping was used for beetle sampling from 2008 to 2010 during the growing season. Carabid beetles (*Carabidae*) and rove beetles (*Staphylinidae*) were used as bioindicators. In total 69 species and 1789 individuals were captured and evaluated. Eurytopic species were more common than stenotopic in all habitats, also the value of the index of beetle communities was low in all plots. RDA analysis proved the influence of surrounding biotope on beetle communities. It was concluded that communities of epigeic beetles might be also affected by the climatic factors, long termed population fluctuations of individual species, edge effect and microclimate inside the vegetation.

Key words: ground beetles (*Carabidae*); rove beetles (*Staphylinidae*); perennial biomass crops; index of beetle communities, species diversity

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1. Rychlerostoucí plodiny a jejich využití v energetice	9
2.2. Biodiverzita plantáží energetických plodin.....	14
2.3. Biodiverzita umělých travníků.....	19
2.4. Indikátory biodiverzity.....	19
2.4.1. Střevlíkovití.....	20
2.4.2. Drabčíkovití.....	24
2.5. Statistické metody hodnocení společenstev	26
3. CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH PLOCH A LOKALITY	29
4. MATERIÁL A METODIKA	33
5. VÝSLEDKY	36
5.1. Celková charakteristika získaného materiálu	36
5.2. Střevlíkovití.....	37
5.3. Drabčíkovití.....	40
5.4. Zastoupení druhů s různou ekologickou charakteristikou na pokusných plochách, index ISD	42
5.5. Charakteristika jednotlivých vegetačních sezon	44
5.5.1. Vegetační sezona 2008.....	44
5.5.2. Vegetační sezona 2009.....	44
5.5.3. Vegetační sezona 2010.....	45
5.6. Ordinance společenstev epigeických brouků na studovaných plochách.....	45
6. DISKUSE	48
7. ZÁVĚR	53
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
PŘÍLOHY	61

1. ÚVOD

Plantáže energetických bylin jsou v naší krajině novým jevem. Jak tyto plochy, které v sobě kombinují prvky polí svou monokulturností a prvky extenzivních luk svou travnatou složkou a výčtem jen několika agrotechnických operací, ovlivní naši přírodu a biodiverzitu? Některé studie byly již vydány, stále však chybí údaje o biodiverzitě bezobratlých v těchto plodinách.

Svou prací bych ráda přispěla k poznání této problematiky v porostech polních energetických plodin, konkrétně v porostu srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenaterum elatius*) a lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*). Zaměřila jsem se na epigeické brouky čeledi střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Tito brouci jsou vhodnými indikátory kvality prostředí. Jedná se o početné, snadno determinovatelné skupiny. Pro území České republiky pro ně bylo provedeno zařazení do ekologických skupin dle šíře ekologické valence taxonů a jejich vázanosti ke stanovišti. Pro odchyt brouků jsem použila metodu zemních pastí, kterou řada autorů uvádí jako dostatečnou pro postihnutí většiny druhů epigeických brouků.

Cílem práce bylo prozkoumat druhovou diverzitu společenstev epigeických brouků polních energetických plodin a okolních biotopů, určit dominantní druhy v jednotlivých porostech, zařadit brouky do ekologických skupin a následně porovnat poměr těchto skupin a určit index antropogenního ovlivnění společenstev brouků.

Jedním z dalších cílů práce bylo rovněž vyhodnocení podobnosti jednotlivých vzorků společenstev brouků na sledovaných plochách ordinačními metodami a stanovení hlavních faktorů prostředí ovlivňujících společenstva epigeických brouků na plantážích energetických bylin.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Rychlerostoucí plodiny a jejich využití v energetice

Biomasa se v průběhu několika posledních let stala atraktivním zdrojem energie pro všechny typy uživatelů, a to nejen v České republice, ale i v celoevropském kontextu.

Rozvoj energetiky se potýká s několika problémy. Jedním z nich je, že v celkové spotřebě stoupá podíl fosilních paliv (ropa, zemní plyn, uhlí), jejichž zdroje se rychle vyčerpávají, případně je jejich těžba ekonomicky a energeticky náročná. Vyrůstá také dovozní závislost na importu těchto strategických surovin, často z politicky a ekonomicky nestabilních regionů. Obnovitelné zdroje energie, a biomasa především, jsou tak pro země EU do budoucnosti základními domácími energetickými zdroji (Havlíčková a kol., 2007).

Dalším důvodem zájmu o využití rostlinné biomasy jako obnovitelného energetického zdroje je omezování produkce skleníkových plynů a snižování produkce biologických odpadů. Pěstováním energetických rostlin se snižuje obsah CO₂ v ovzduší, a tím i vliv obávaného skleníkového efektu (Součková a Moudrý, 2006).

Pěstováním energetických plodin můžeme využít přebytečnou půdu nepotřebnou pro potravinářskou produkci, účelně provádět údržbu krajiny a vytvořit nová pracovní místa v regionech (Havlíčková a kol., 2007).

Stupavský (2008) uvádí, že pojem biomasa označuje dle uznávaných definic veškerou hmotu biologického původu. To znamená, že biomasa má široký rozsah druhů zahrnující dendromasu (dřevní biomasa), fytomasu (biomasa z bylin, včetně zemědělských plodin) a biomasu živočišného původu. Jedním z druhů biomasy jsou tak i biologicky rozložitelné odpady (čisté nebo vytříděné z ostatních složek).

Energie z biomasy se ze všech méně tradičních zdrojů energie nejsnadněji získává i skladuje a její potenciál je ze všech obnovitelných zdrojů energie v podmínkách České republiky nejvyšší. Fytopaliva je možné standardizovat co do tvaru, objemové hmotnosti, výhřevnosti a přizpůsobovat je potřebám trhu. Příznivou vlastností fytopaliv je jejich dobrá biologická odbouratelnost (problém manipulačních ztrát a havárií u fosilních paliv) a nízký obsah síry ve spalínách. Popel z fytopaliv, podobně jako digestát z bioplynových stanic, je možné použít jako hnojivo (Fuksa, 2009).

V problematice rozdělení energetických plodin není jednotné stanovisko. Biemans a kol. (2008) ve své zprávě používají dělení na biopaliva první, druhé a třetí generace. Mezi biopaliva první generace řadí bioethanol a bionaftu, které nahrazují benzín a naftu. Jsou vyráběny z rostlin obsahujících olej (slunečnice, řepka), cukr (cukrová třtina, obilí, řepa cukrovka) a škrob (brambory). Tyto rostliny mohou zároveň sloužit k výrobě potravin a krmiv. Biopaliva druhé generace jsou získávána z lignocelulozního materiálu rostlin. Prochází složitým procesem, při kterém je získáván bioethanol. Biopaliva druhé generace se vyrábí z rychlerostoucích bylin nebo dřevin, případně z odpadu ze zemědělské a lesnické výroby. Jako biopaliva třetí generace uvádí řasy. Jejich produkce nekonkuruje výrobě potravin a dají se pěstovat téměř všude. V současnosti probíhá vývoj technologií.

Oproti tomu Weger (2009) vyděluje zbytkovou biomasu ze zemědělství a lesnictví do samostatné kategorie a dělí biomasu vhodnou pro výrobu energie z hlediska vzniku biomasy na tyto základní skupiny:

1. Zbytková biomasa ze zemědělství

- rostlinné posklizňové zbytky zemědělské prvovýroby, zejména sláma obilná a řepková
- organické zbytky zemědělské výroby, zejména chlévská mrva
- organické nebo rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, zejména mlékárenského a potravinářského

2. Zbytková biomasa z lesnictví

- těžební odpad z lesního hospodaření např. z prořezávek, probírek a nehroubí (průměr kmene < 7cm) z mýtní těžby
- spalitelný odpad z pilařské výroby, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu

3. Biomasa energetických plodin 1. generace

- řepka a palma olejná na FAME (metylestery mastných kyselin) a PPO (čistý řepkový olej)
- pšenice a kukuřice (v USA) na bioethanol
- žitovec na pelety

4. Biomasa energetických plodin 2. generace (tzv. ligno-celulózní plodiny)

- dřeviny: např. topoly, vrby nebo v teplejších oblastech eukalyptus
- nedřevnaté rostliny: energetický šťovík, ozdobnice, proso dvojřadé aj.

Pro energetické účely lze využít řadu rostlinných druhů. Přitom může jít o jednoleté, víceleté či vytrvalé energetické rostliny, které nedřevnatí, nebo dřeviny (Zimolka, 2004). Rychlerostoucí plodiny řadíme mezi tzv. energetické plodiny druhé generace (Weger, 2009; Biemans a kol., 2008), jsou považovány za jedny z nejefektivnějších a nejvhodnějších z hlediska trvalé udržitelnosti k produkci bioenergie v regionech mírného klimatu (Dauber a kol., 2010).

VÚKOZ Průhonice vydal Pracovní seznam používaných a potencionálních energetických plodin (Anonymus, 2006), ve kterém jsou energetické plodiny dělené následovně:

Rychle rostoucí dřeviny:

topol černý (*Populus nigra*), topol osika (*Populus tremula*), topol bavlníkový (*Populus trichocarpa*), kříženci topolu, vrba bílá (*Salix alba*), vrba lýkocová (*Salix daphnoides*), vrba košíkářská (*Salix viminalis*), vrba křehká (*Salix fragilis*), kříženci vrby, růže (*Rosa sp.*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), pajasan žláznatý (*Ailantus altissima*), líska (*Corylus sp.*), jilm horský (*Ulmus montana*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), blahovičník (*Eucalyptus sp.*)

Jednoleté byliny:

lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), merlík bílý (*Chenopodium album*)

Dvouleté byliny:

topolovka růžová (*Alcea rosea*), divizna velkokvětá (*Verbascum densiflorum*), sléz meljuka (*Malva meluca*), sléz kadeřavý (*Malva crispa*)

Víceleté a vytrvalé byliny:

mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum*), křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinensis*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), bělotrn modrý (*Echinops ritro*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), vrbka úzkolistá (*Chameiron angustifolium*), tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*),

konopí seté (*Cannabis sativa*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), oman pravý (*Inula helenium*), šťovík krmný „Uteuša“ (*Rumex tianshanicus x R. patientia*), ozdobnice čínská (*Miscanthus sinensis*), ozdobnice cukrolistá (*Miscanthus sachariflorus*), rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), lesknice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*), třtina rákosovitá (*Calamagrostis arundinacea*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), psineček veliký (*Agrostis gigantea*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), bojínek luční (*Phleum pratense*)

Obiloviny:

pšenice setá (*Triticum aestivum*), žito seté (*Secala cereale*), žitovec (*Triticale*), kukuřice setá (*Zea mays*), čirok cukrový (*Sorghum sacharatum*), proso prutnaté (*Panicum virgatum*), laskavec (*Amaranthus sp.*)

Pícniny:

komonice lékařská (*Melilotus officinalis*), komonice bílá (*Melilotus albus*), vojtěška setá (*Medicago sativa*), jestřabina východní (*Galega orientalis*), vičenec setý (*Onobrychis viciifolia*), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphylus*), jehlice rolní (*Ononis arvensis*), sveřep bezbranný (*Bromus inermis*), janovec metlatý (*Sarothammus scoparius*), sveřep samužníkovitý (*Bromus catharticus*)

Olejniny:

řepka olejka (*Brassica napus ssp. oleifera*), ředkev olejná (*Raphanus sativus*), řepice ozimá (*Brassica rapa*), hořčice bílá (*Sinapis alba*), katrán habešský (*Crambe abyssinica*), lnička setá (*Camelina sativa*), světlice barvířská (*Carthamus tinctorius*), slunečnice rolní (*Helianthus annuus*), topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*), pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*)

V současné době je u nás pěstování energetických rostlin v počátcích. Podpora zemědělské nepotravinářské produkce pro její využití jako obnovitelného zdroje energie je považována nejen z ekologických hledisek za perspektivní. Bez této podpory nejsou paliva schopná soutěže s klasickými zdroji energie (Součková a Moudrý, 2005).

V roce 2003 bylo pěstování některých rostlin v České republice podporováno dotacemi (Váňa, 2003). Do seznamu povolených dotovaných energetických rostlin patřily:

Jednoleté:

laskavec (*Amaranthus sp.*), konopí seté (*Canabis sativa*), sléz přeslenitý (*Malva verticilata*)

Dvouleté:

pupalka dvouletá (*Oenothera hiemis*), komonice bílá (*Melilotus alba*)

Víceleté a vytrvalé:

mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum*), jeřabina východní (*Galega orientalis*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), psineček bílý (*Agrostis gigantea*), čičorka pestrá (*Coronilla varia*), oman pravý (*Inula helenium*), šťovík krmný (*Rumex tianshamicus* × *Rumex patientia*), sveřep bezbranný (*Bromus inermis*), sveřep samužníkovitý (*Bromus carharticus*), lesknice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*)

Podpora pěstování probíhala jen do roku 2007. V době podpory této produkce se ale podařilo během krátké doby (cca 5 let) i přes minimální propagaci pěstovat tyto plodiny na více než 2.000 ha. Nyní lze získat pro pěstování energetických plodin pouze tzv. plošnou podporu na zemědělskou a ornou půdu, která se pohybuje ve stejné výši jako např. na pšenici či další běžné plodiny. Netradiční energetické plodiny jsou nové, ne příliš známé, zemědělci o ně tedy nemají zájem. Zrušením speciální podpory se narušil i celý slibně se rozvíjející program, což přispívá k současnému všeobecnému nedostatku biomasy (Petříková, 2011).

Pro rozvoj nepotravinářské produkce je k dispozici velký potenciál orné půdy, který není zdaleka využit. V souvislosti s tím hrozí nebezpečí nedodržení závazků vzniklých při vstupu do EU na úseku využívání obnovitelných zdrojů energie. V oblasti průmyslového využívání fytomasy je legislativa podpory zcela nedostatečná. Rozvoj nepotravinářského využití fytomasy přitom dává nový prostor pro rozvoj zemědělství a rozvoj venkova, pro uplatnění pracovních sil a zlepšení efektivity hospodaření zemědělských podniků i zpracovatelských kapacit (Součková a Moudrý, 2006).

Je třeba mít na paměti, že pěstování energetických plodin s sebou nepřináší pouze výhody. Biemans a kol. (2008) zdůrazňují, že před masivním zaváděním těchto plodin je třeba znát jejich vliv na životní prostředí. S tím souhlasí i Dauber a kol. (2010), který píše, že abychom byli v pěstování energetických plodin úspěšní a co nejefektivnější, je třeba zhodnotit vědecké výsledky, které zkoumají jak energetické plodiny ovlivní biodiverzitu, ekosystémové služby a udržitelnost přírodních a zemědělských stanovišť.

2.2. Biodiverzita plantáží energetických plodin

Šrámek (2001) definuje biologickou diverzitu jako různorodost všech živých organismů včetně jejich suchozemských, mořských a ostatních vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jichž jsou součástí. Podle Brožové (2004) zahrnuje různorodost v rámci druhů, mezi druhy i mezi ekosystémy. Postavení člověka vůči biodiverzitě upřesňuje Jeník (2002). Podle něj je lidská populace svou evoluční minulostí a zejména somatickou podstatou také součástí biodiverzity, avšak oddělujeme ji jako nositele fenoménu zvaného civilizace.

O biodiverzitě uvažujeme na třech úrovních. Biodiverzita na úrovni druhů zahrnuje veškeré organismy žijící na Zemi, od bakterií a jednobuněčných organismů až po říše mnohobuněčných rostlin, živočichů a hub. Biologická rozmanitost chápána v jemnějším měřítku představuje genetickou variabilitu v rámci druhu, a to jak mezi geograficky oddělenými populacemi, tak mezi jedinci jedné populace. Biodiverzita, to je také různorodost ve společenstvech, v nichž druhy žijí, v ekosystémech, ve kterých tato společenstva existují, a rozmanitost interakcí mezi těmito úrovněmi (Primack, 2001).

Od doby, kdy se před osmi tisíci lety objevily první zemědělské systémy, byly přeměněny rozsáhlé oblasti Evropy na ornou půdu a na pastviny s pouze několika málo přírodními refugii. Se vzrůstající intenzitou managementu se snížila diverzita rostlin a zjednodušená vegetační struktura vedla k nižší diverzitě bezobratlých (Batáry a kol., 2008).

Dle Jacksona a kol. (2005) je důležité provádět další a další průzkumy, abychom zjistili, do jaké míry nám ochrana biodiverzity umožní uspokojit stávající i budoucí potřeby ve smyslu trvale udržitelného rozvoje. Nesmíme zapomenout, že ztráta biodiverzity může ovlivnit rozsah ekologických služeb, které nám krajina poskytuje, jako jsou např. dostupná čistá voda, přirozené prostředí pro druhy, ale také prostředí, které nepoškozuje lidské zdraví.

Existuje velké množství publikací (např. Havlíčková a kol., 2007; Součková a Moudrý, 2005; Součková a Moudrý, 2006; Lewandowski a kol., 2003) a internetových článků (např. Stupavský, 2008; Weger, 2009; Váňa, 2003) o energetických plodinách, jejich nárocích, agrotechnice, biologii, fenologii, ekologii a dalších vlastnostech. Již ale jen minimum prací se zabývá biodiverzitou v těchto porostech (Jahnová a Boháč, 2009; Boháč a kol., 2007a; Kohout a kol., 2010; Semere a Slater, 2007a, 2007b; Havlíčková a kol., 2008; Elek a kol., 2010).

Článek shrnující dostupné informace o vlivu rostlin pěstovaných na biomasu na biodiverzitu vydali Dauber a kol. (2010). Autoři prozkoumali 47 publikací a zpráv z mezinárodních konferencí z Evropy a USA. Práce byly zaměřené především na topoly, vrby, olše, *Miscanthus*, chrastici rákosovitou a proso (tab. č. 1). Uvádí, že mnoho dat mohlo zůstat nepovšimnutých, protože nebyly publikovány v angličtině, ale pouze v národních časopisech nebo jen na menších konferencích.

Podle Daubera a kol. (2010) je druhá generace energetických rostlin považována za výhodnou pro biodiverzitu v porovnání s klasickými plodinami pěstovanými na orné půdě z několika důvodů:

- mají delší rotační periodu
- požadují méně hnojiv a pesticidů
- lépe chrání půdu
- dochází jen k několika málo operacím v průběhu růstu
- sklizeň probíhá v zimě nebo se může posunout do doby po hnízdění ptáků

Tab. č. 1. Počet studií v jednotlivých zemích, které zkoumaly diverzitu v energetických plodinách mírného pásma Evropy a USA (USA – Spojené státy americké, VB – Velká Británie, D – Německo, DK – Dánsko, S – Švédsko, CZ – Česká republika, P – Polsko, I – Itálie, CH – Švýcarsko). Upraveno dle Dauber a kol. (2010).

Plodina	skupina druhů	celkem	USA	VB	D	DK	S	CZ	P	I	CH	
vrba	ptáci	7	1	3		2	1					
	savci	1				1						
	motýli	3		3								
	bezobratlí žijící na rostlinách	2		2								
	žížaly	3			2	1						
	další půdní fauna	1	1									
topol	rostliny	5		4			1					
	ptáci	3	2	1								
	savci	2	2									
	bezobratlí žijící na rostlinách	1		1								
	střevlíkovití	5		1	1			1	1	1		
	drabčíkovití	2		1				1				
	pavouci	2		1	1							
	žížaly	2			2							
	další půdní fauna	1			1							
	rostliny	4		2	1		1					
mix topol vrba	ptáci	5	1	2	2							
	savci	1		1								
	střevlíkovití	2		1	1							
	drabčíkovití	1		1								
	pavouci	1		1								
	epigeičtí bezobratlí	1			1							
	žížaly	1		1								
	rostliny	2		1	1							
	ambroň	střevlíkovití	1	1								
Miscanthus x giganteus	ptáci	4		3	1							
	savci	3		2	1							
	motýli	2		2								
	bezobratlí žijící na rostlinách	2		2								
	střevlíkovití	1		1								
	pavouci	1			1							
	epigeičtí bezobratlí	2		1	1							
	žížaly	2		1	1							
	rostliny	2		2								
	M. sinensis	střevlíkovití	1									1
Chrastice rákosovitá	ptáci	2		2								
	savci	2		2								
	motýli	1		1								
	bezobratlí žijící na rostlinách	1		1								
	střevlíkovití	2		1				1				
	drabčíkovití	1						1				
	rostliny	2		2								
	proso	ptáci	1	1								
		střevlíkovití	1	1								

Semere a Slater (2007a, 2007b) uvádí podobné výhody energetických plodin. Podle nich má přímý dopad na bezobratlé to, že se v porostech neprovádí aplikace pesticidů a porosty se nehnojí tak intenzivně, na rozdíl od obilnin, které jsou v průběhu roku ošetřeny několika pesticidy. Plodiny jsou zasívány v březnu a půda není rušena kultivačními procesy, absence aplikace herbicidů pak umožňuje růst plevelům, které biodiverzitu zvyšují. Autoři dále zkoumali i diverzitu dalších modelových skupin (drobní savci, ptáci) a zjistili, že biodiverzita může u některých modelových skupin vzrůstat, ale tento efekt neplatí pro všechny skupiny obratlovců. Některé druhy ptáků se plantážím energetických rostlin vyhýbají.

Biodiverzitu v porostech rychle rostoucích dřevin zkoumali Boháč a kol. (2007a). Ti ve své práci studovali šest ploch rychle rostoucích dřevin v okolí Českých Budějovic. Jednalo se především o porosty topolu, olše a vrby. Na zkoumaných plochách se lišil druh stromů, počet stromů ve skupině a okolní zemědělská krajina. Bylo zjištěno, že početnost druhů na jednotlivých plochách se výrazně nelišila, na ploše situované v nivě a na ploše v okolí rybníka byl zjištěn největší počet druhů brouků. Druhy skupiny R1, druhy přirozených stanovišť, nebyly nalezeny, druhy eurytopní se vyskytovaly na stanovištích s intenzivním management v okolní krajině, na suché půdě s mělkým půdním horizontem. Druhy skupiny R2, tedy adaptabilní druhy, byly odchyceny v největším počtu na plochách v blízkosti nivy, rybníku a lesa. Na společenstva bezobratlých měla největší vliv okolní zemědělská krajina a intenzita jejího managementu.

Srovnání biodiverzity na plantážích různých energetických rostlin v Evropě jasně ukazuje, že druhově nejpočetnější a zároveň nejvýznamnější skupinou v plantážích energetických rostlin jsou jednoznačně bezobratlí živočichové. Na plantážích energetických rostlin v ČR se vyskytuje 150 – 300 druhů bezobratlých. Je zřejmé, že v tropických oblastech s vysokou biodiverzitou a významným zastoupením přirozených biotopů může pěstování energetických rostlin významně poškozovat biodiverzitu (ničení lesa a jeho fragmentace, znečištění vodních biotopů agrochemikáliemi, atd.). V Evropě, kde většina krajiny byla již v dávné minulosti přetvořena člověkem, mohou mít plantáže energetických rostlin na biodiverzitu neutrální nebo i kladný vliv (Havlíčková a kol., 2008).

Gobbi a Fontaneto (2005) píší, že funkční skupiny brouků se jeví jako lepší ukazatel než druhová bohatost. Hlavním problémem biodiverzity v agroekosystémech dle nich není ztráta druhové diverzity, ale ztráta funkčních skupin.

Podle Daubera a kol. (2010) jejich review prokazuje, že společenstva jsou významně ovlivněna okolní krajinou. Pokud plantáž umístíme do homogenního zemědělského prostředí, může mít velmi dobrý vliv na biodiverzitu, neměla by však být příliš velká. Již pouhé pásy energetických plodin nám mohou zajistit určité ekologické služby. Daly by se využít jako ochranné pásy v okolí potoků, nebo jako přechodné pásy mezi lesy a otevřenou zemědělskou krajinou.

Havlíčková a kol. (2008) uvádí, že plantáže energetických plodin hostí podobnou faunu bezobratlých jako okolní agroekosystémy, to znamená, že převažují druhy s širokou ekologickou valencí. Dochází k intenzivním migracím mezi agrosystémy a plantážemi energetických rostlin, společenstva plantáží jsou odlišná od společenstev okolních agrosystémů. Společenstva bezobratlých plantáží jsou silně ovlivněna strukturou okolní krajiny, zejména okolními polopřirozenými biotopy, jejichž druhy často pronikají na plantáže. Je zřejmé, že v době změny obhospodařování agrosystémů (sklizeň, orba) jsou plantáže vhodným refugiem v zemědělské krajině s nízkým zastoupením remízků.

Dauber a kol. (2010) pro zvýšení biodiverzity v porostech energetických plodin doporučují:

- pěstovat takové rostliny, které vyžadují málo hnojiv
- minimalizovat využití pesticidů a snažit se o využití přirozených nepřátel
- pěstovat původní druhy
- používat klony, které kvetou v různou dobu
- zakládat smíšené plantáže
- zakomponovat plantáže mezi ostatní pole a nepřekročit u nich velikost 15ha
- pokud máme velké plantáže, rozdělit je na plochy s různě starou výsadbou
- podpořit růst plevelů

2.3. Biodiverzita umělých trávníků

Šťastný (2008) zkoumal ve své diplomové práci biodiverzitu brouků na trávníku antropogenního původu v CHKO Šumava. Trávník sloužil jako doplňková zeleň parkovacích ploch rekreačního střediska Marina. Již při výsevu docházelo k umělé preferenci některých druhů trav, dále k častému sečení a trávníky byly také zbaveny větších kamenů, tedy přirozených útočišť některých druhů bezobratlých. Na této lokalitě zjistil, že spektrum ekologických skupin je tvořeno z více než dvou třetin druhy expanzivními (E) a z jedné třetiny relikty druhého řádu (R2). Zastoupení skupiny R1 je nulové. Hodnota ISD je 15,95, to naznačuje silné antropogenní ovlivnění. Paradoxně k tomu vyznívá silné zastoupení vzácnějšího střevlíka *Carabus scheidleri* (R2), což nemusí značit jeho trvalý výskyt na daném biotopu, ale spíše zvýšenou migrační aktivitu.

Obdobný trávník zkoumal ve své diplomové práci i Černý (2006). Pasti umístil na sídlišti Vltava v Českých Budějovicích v letech 2004 až 2005. Trávník mezi bytovými jednotkami je sečen zhruba 4 – 5 krát do roka. Zajímavé je, že zde nebyl odchycen ani jeden exemplář čeledi drabčíkovití a ani jeden exemplář druhu *Carabus scheidleri*. Poměr expanzivních druhů a reliktních druhů druhého řádu byl vyrovnaný, vzácné druhy člověkem neovlivněných stanovišť nebyly nalezeny. Hodnota ISD byla rovna 25. Černý takto vysokou hodnotu vysvětluje častými sečeními a velkým množstvím lidí a psů, kteří se zde vykytují, a také fragmentací, která je způsobena chodníky a parkovišti.

2.4. Indikátory biodiverzity

Diverzita organismů, její měření a hypotézy o výši diverzity v závislosti na různých faktorech jsou v centru zájmu ekologů již delší dobu (Barták, 2002). Jako nástroje shrnující komplexní informaci o všeobecném stavu a trendech biodiverzity jsou vnímány indikátory biodiverzity (Brožová, 2004). Jejich využití má celou řadu výhod (Rainio a Niemelä, 2003), jedním z nejdůležitějších je úspora nákladů. Pomocí bioindikátorů můžeme zkoumat vliv lidských aktivit na biodiverzitu a přitom nemusíme zkoumat celou biotu.

Biologický monitoring efektně ukazuje, jak populace reaguje na změny prostředí (Primack, 2001). Bez biologického monitorování a využití bioindikátorů nebudeme nikdy znát odezvu přírody na různorodou činnost člověka, která ji často negativně ovlivňuje (Boháč, 1999b).

Podle Brožové (2004) je základním účelem rozvoje indikátorů vyjádření informace o biodiverzitě v kvantitativní, jednoduché a srozumitelné podobě. Indikátory by měly být relevantní ve vztahu k politikám ovlivňujícím využití krajiny, vědecky obhajitelné, měly by být citlivé na změny, snadno analyzovatelné a mělo by být reálné získat data potřebná k jejich sestavení. Rainio a Niemelä (2003) uvádí, že vhodný indikátor by dále měl mít známou a prozkoumanou taxonomii a ekologii, žít v širokém geografickém areálu, být citlivý vůči vlastnostem prostředí a indikovat včas změnu.

Indikační klasifikace vychází z předpokladu, že organizmy opakovaně nacházené na určitém typu biotopu lze zpětně využít k indikaci tohoto biotopu. Bývá vypracována na podkladě dlouhodobých bionomických pozorování (Chobot a kol., 2005). Je třeba vzít v úvahu, že využití takto definovaných indikátorů je komplikováno skutečností, že druhy jsou v různém prostředí limitovány odlišnými faktory. Proto lze takovéto indikátory použít v zásadě pouze v prostředí, ze kterého klasifikace vzešla. Pro praktickou potřebu postačí rámeček území státu. Jako indikační lze hodnotit vysoký počet systematických skupin. V České republice byla vypracována klasifikace pro několik skupin bezobratlých. Jako první se objevily práce využívající pavouky, následovaly práce, ve kterých sloužili k indikaci střívkovití, drabčíkovití a mravenci.

2.4.1. Střívkovití

Střívkovití jsou druhově početná a rozšířená skupina obývajících agroekosystémy i přirozené ekosystémy po celém světě. Dosud bylo popsáno více než 40 000 druhů, z toho téměř 2700 v Evropě (Kromp, 1999).

Povrch těla je u valné většiny střívkovitých dobře sklerotizován. Jen výjimečně jsou především krovky tenké a měkké. Zbarvení je většinou černé nebo tmavě hnědé, poměrně častý bývá mosazný, měděný, zelený nebo i modrý kovový lesk (často u druhů s denní aktivitou) těla nebo jeho částí. Lesklost nebo matnost povrchu

těla je do značné míry závislá na jeho hladkosti nebo strukturnosti. Hlava je prognátní, v podélné ose těla. Horní část předohrudi tvoří velký, často více nebo méně srdčitý štít. Spodní strana předohrudi vybíhá mezi předními kyčlemi ve výběžek, jehož tvar či vroubení jsou taxonomicky využívány. Ze středohrudi vyrůstají krovky a z její horní části je patrný jen trojúhelníkovitý štítek na bázi krovek. Ze zadohrudi vyrůstá druhý, blanitý pár křídel. U mnoha druhů jsou křídla částečně nebo skoro úplně redukována. U některých druhů se setkáváme s různou délkou křídel, zpravidla u různých populací. Nohy jsou u většiny druhů běhavé. Samčí pohlavní orgán je v klidu uložen v koncové části zadečku. Samičí vnější pohlavní orgány (kladélko) tvoří pár stylů připojených k mohutnějším, rodově nebo i tribově typicky utvářeným gonobázím (Hůrka, 1992, 1996).

Vývoj druhů mírného klimatického pásu Evropy je většinou jednoletý, někdy může část populace přežít následující zimu a na jaře vyprodukovat druhou generaci (Kromp, 1999). Larvy jsou protáhlé, rovnoběžné, s mohutnými kusadly bez kanálku, předposlední zadečkový článek nese zpravidla pár pevných nebo pohyblivých urogomfů (koncové štěty na posledním zadečkovém článku larvy). Kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě (Hůrka, 2005).

Hůrka (1992, 1996) dále uvádí, že naši zástupci jsou potravně 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 nebo žížaly. Mnoho druhů je všežravých s převahou masožravosti nebo býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Známe i vysloveně specializované býložravce (*Zabrus*, *Ophonus*), a to jak v imaginálním, tak i v larválním stadiu. Larvy druhů *Lebia* jsou ektoparazitoidi a vyvíjejí se na larvách a kuklách různých mandelinkovitých.

Střevlíci obývají nejrůznější stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou a v hnijcím dřevě. Známe druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Vyskytují se jako mikrokavernikolní druhy žijící v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině, jiné jen v alpinském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíše vlhkomilných, s noční aktivitou (Hůrka, 1996).

Populace střevlíkovitých žijící na orných půdách patří k nejprostudovanějším ze všech střevlíkovitých. Dlouho se předpokládalo, že tyto neustále narušované biotopy jsou obývány ubikvistními (všudypřítomnými) druhy, které se formovaly jako pozůstatek lesních druhů a několika migrantů ze stepí. Později se zjistilo, že i přes rozdílné klimatické podmínky jsou pole obývána stejnými druhy polních střevlíkovitých, žádný druh není spojen jen s jednou plodinou (Thiele, 1977).

To potvrzují i Farkač a Hůrka (2003). Podle nich nemá naprostá většina střevlíkovitých přímou vazbu na konkrétní strukturu rostlin vegetačního krytu, ale především na stanovištní mikroklimatické podmínky, tedy vlhkost, pH podkladu, oslunění, teplo (nadmořská výška), kamenité, bahnité, písčité břehy vod, pralesní typ lesa apod. Eurytopní druhy jsou rozšířené všude, nemají přímou vazbu na konkrétní stanoviště.

Střevlíkovití jsou vhodnými indikátory biodiverzity (Thiele, 1977; Lövei a Sunderland, 1996; Niemelä, 2001; Avgin a Luff, 2010). Jsou citliví k narušení životního prostředí a reagují na aktivity člověka, jako je urbanizace, zemědělství a lesnictví, znečištění půdy nebo turistika (Avgin a Luff, 2010). Vyskytují se skoro ve všech geografických oblastech kromě nejsušších oblastí pouště. Jsou závislí na několika abiotických a několika biotických faktorech (např. teplota, vlhkost, dostatek potravy, konkurence) (Rainio a Niemelä, 2003). Zároveň je taxonomie i ekologie střevlíkovitých dobře zdokumentována (Lövei a Sunderland, 1996), ačkoliv například v Austrálii nebo v jižní Africe je známo stále jen velmi málo dat o jejich biologii, ekologii a taxonomii (Niemelä, 2001).

V České republice k poznání střevlíkovitých přispěl Kult (1947), jenž ve svém díle vypracoval klíč střevlíkovitých, které dále rozděluje z hlediska národohospodářského na užitečné, škodlivé a prakticky bezvýznamné. Pro Čechy je zde popsáno 361 druhů a pro Moravu 399 druhů. Střevlíkovité Slezska zpracoval podrobně Stanovský a Pulpán (2006). Kompletní monografický popis čeledi na našem území zpracoval Hůrka (1996). Co se týče zahraničních autorů, můžeme za jedny z nejhodnotnějších a nejobsáhlejších považovat práce, které vydali Thiele (1977) a Holland (2002).

Další výhodou střevlíkovitých je jednoduchý a celkem věrohodný způsob sběru pomocí zemních pastí, který předurčuje možnost využít je pro monitorování změn

životního prostředí, a to i přesto, že tato metoda má několik menších nedostatků (Niemelä, 2001; Bezděk, 2001). Dalšími vhodnými metodami pro sběr epigeických brouků jsou individuální sběr na vhodných stanovištích, sběr prosevem listů a hrabanky, sběr na rostlinách smykem nebo sklepáváním nebo sběr na světlo (Hůrka, 1992, 1996). Více metod sběru doporučuje i Dykyjová a kol. (1989) a Vysoký (2010). Pro věrohodnost je dobré odchyt opakovat v několika sezonách a provádět ho po celou sezonu, jelikož aktivita některých druhů se v průběhu roku liší (Rainio a Niemelä, 2003; Porhajašová a kol., 2008).

Použití střevlíkovitých jako bioindikátorů pro podmínky agrocenóz navrhl poprvé Heydemann v roce 1955 v Německu. Jejich využití spočívá v zařazení odchycených druhů do indikačních skupin. Zjištěné druhy přiřadíme k základním skupinám a podíl druhů stanovených skupin vypovídá o hodnotě studovaného území či stanoviště (Hůrka a kol., 1996). Vhodné je průzkum opakovat po několik let, aby výsledky byly statisticky průkazné (Irmeler, 2003; Kromp, 1999) a při designování pokusu je rovněž důležité zvážit počet pastí, které umístíme na dané lokalitě, a to z důvodu zaznamenání celého druhového spektra lokality (Obrtel, 1971; Hora, 2010; Soviš, 2010).

Hůrka a kol. (1996) vymezili tři základní skupiny druhů a poddruhů čeledi *Carabidae* České republiky. Kritériem pro zařazení do těchto skupin je především šíře ekologické valence taxonů a jejich vázanost ke stanovišti. Jedná se o skupiny R, A a E.

Do skupiny R patří druhy s nejužší ekologickou valencí, které dnes mají charakter reliktních. Jedná se vesměs o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepřilíš poškozených ekosystémů, druhy sutí, skalních stepí, druhy vřesovišť, klimaxových lesů všech typů, pramenišť, bažin a močálů, přirozených břehů vod a druhy niv, dále druhy s arктоalpinním a boreomontánním rozšířením. Tato skupina zahrnuje v České republice 174 druhů a poddruhů, což je 33,1 % všech taxonů (Hůrka a kol., 1996).

Ke skupině A patří adaptabilnější druhy, osidlující více nebo méně přirozená nebo přirozenému stavu blízká stanoviště. Vyskytují se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech, zvláště v blízkosti původních ploch. Tato nejpočetnější skupina zahrnuje především typické druhy lesních porostů, i umělých, pobřežní druhy stojacích i tekoucích vod, druhy lučin, pastvin a jiných travních porostů typu

paraklimaxů. Lze sem zařadit 259 druhů a poddruhů uváděných z České republiky, což činí 49,2 % všech taxonů (Hůrka a kol., 1996).

Skupinu E tvoří eurytopní druhy, které nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, druhy nestabilních, měnících se stanovišť, stejně jako druhy, které obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu. Zahrnuje i expanzivní druhy šířící se v současné době na těchto nestabilních stanovištích a rozšiřující svůj areál, stejně jako expanzivní druhy, které v současnosti ustupují, a také nestálé migranty. Obsahuje 93 druhů a poddruhů, což je 17,7 % druhů a poddruhů České republiky (Hůrka a kol., 1996).

Zajímavostí je, že Hůrka a kol. (1996) řadí nápadný druh *Carabus scheidleri* do skupiny R2, naproti tomu Andorkó a Kádár (2009) jej považují za druh, který si vyvinul schopnost přežít v nestabilním prostředí a je velmi dobře adaptovaný k narušení, které je způsobeno člověkem, a v biotopech narušených člověkem je schopen bez problémů přežívat.

Většina autorů (Kromp, 1999; Irmeler, 2003) se zabývá studiem střevlíkovitých v základních zemědělských plodinách, např. v obilninách, nebo zkoumají společenstva střevlíkovitých na pastvinách (Magura a Ködöböcz, 2007). Biodiverzitu v porostech rychle rostoucích dřevin zkoumali Boháč a kol. (2007a), Kohout a kol. (2010) a Elek a kol. (2010) a biodiverzitu v porostech rychle rostoucích bylin Jahnová a Boháč (2009).

2.4.2. Drabčíkovití

Drabčíkovití jsou považováni za jednu z největších skupin brouků. Celosvětově bylo již popsáno více než 45 000 druhů, pravděpodobně více jak 75 % druhů obývajících tropické oblasti však stále nebylo zaznamenáno. Z tohoto počtu je 1500 až 1700 druhů zaznamenáno ze střední Evropy (Balog a kol., 2009). V České republice se vyskytuje okolo 1400 druhů (Boháč a kol., 2007b). Po zařazení podčeledí *Dasycerinae*, *Scaphidiinae* a *Pselaphinae*, dříve samostatných čeledí, do čeledi *Staphylinidae*, je to nejpočetnější skupina brouků na našem území.

Pro střední Evropu zpracovali podrobný klíč drabčíkovitých Lohse (1964) a Lohse a kol. (1974).

Podle Boháče a Matějčka (2003) kolísá velikost těla drabčíkovitých mezi 0,5 až 60,0 mm. Ve střední Evropě se velikost nejčastěji pohybuje mezi 1 až 35 mm. Od ostatních brouků jsou dobře odlišitelní zkrácenými krovkami, které pokrývají jen část jejich ohebného zadečku. Tělo je oválné až dlouze protáhlé, nažloutlé až tmavě hnědé či černé. Jiné barvy jsou vzácné. Hůrka (2005) uvádí, že křídla, pokud jsou funkční, jsou složena pod krovkami zvláštním způsobem. Téměř všichni zástupci mají vyvinut na konci zadečku alespoň jeden pár velkých žláz, jejichž sekret má obrannou funkci.

Vajíčka drabčků jsou kulatá nebo oválná s dobře vyvinutým chorionem. Během vývoje absorbují vodu a zvětšují se (Boháč a Matějček, 2003). Larvy lze na první pohled odlišit od larev ostatních brouků podle přítomnosti páru článkovitých přívěsků na konci devátého zadečkového článku (Boháč, 1999a). Larvy jsou převážně protáhlé a štíhlé, jejich vývoj má 3 instary (Hůrka, 2005). Larvy drabčíkovitých brouků jsou velmi málo známy, přestože jsou relativně častou součástí půdní fauny (Boháč a Matějček, 2003). Kuklení probíhá nejčastěji v komůrce v půdě. Kukla druhů podčeledi *Staphylininae* je mumiová (Hůrka, 2005).

Dle Boháče a kol. (2007b) se drabčci vyskytují prakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů. Asi polovina druhů žije v opadu a tvoří důležitou součást půdní fauny. Řada druhů je vázána na původní lesní porosty, mokřadní biotopy či lesostepní biotopy. Boháč a Matějček (2003) dále specifikují, že někteří jsou svým výskytem vázáni na hnízda sociálního hmyzu či drobných savců a ptáků. V těchto hnízdech, která mají specifické mikroklima, se živí především jinými bezobratlými obyvateli hnízd (blechy, roztoči atd.). Některé druhy prodělávají larvální vývoj v hnízdech a dospělci zde také žijí, jiné druhy upřednostňují chodby a hnízda jako své prostředí a existují i druhy, které se vyskytují v hnízdech z důvodu jejich zvýšené vlhkosti, organických zbytků atd.

Larvy i dospělci jsou většinou dravci, mnoho z nich je vázáno na tlející organické látky. Některí jsou býložraví, žerou části květů, houby i řasy (Hůrka, 2005). Potravní vztahy u drabčíkovitých jsou mnohem rozmanitější než u střevlíků a slouží jako základ klasifikace jejich životních forem. (Boháč a Matějček, 2003).

Boháč (1999a) navrhl rozdělení drabčků do tří ekologických skupin vzhledem k jejich ekologické charakteristice. Skupina R1 zahrnuje druhy biotopů nejméně

ovlivněných činností člověka. Jedná se především o druhy s arктоalpinním, boreoalpinním a boreomontánním rozšířením, dále druhy charakteristické pro rašeliniště (tyrfobionti a tyrfofilové), druhy vyskytující se jen v původních lesních porostech atd. Skupina R2 obsahuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků. Skupina E reprezentuje druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka.

Dělení střevlíkovitých a drabčíkovitých do ekologických skupin se využívá pro výpočet indexu společenstev drabčíků pro hodnocení antropogenních vlivů na ekosystém (ISD). Index se stanoví dle vzorce $ISD = 100 - (E + 0.5 R2)$. Ve vzorci jsou zahrnuty všechny tři uvedené skupiny, kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Hodnota indexu se pohybuje v rozmezí 0 – 100. Společenstvo drabčíků, které je nejvíce ovlivněno aktivitami člověka, má hodnotu indexu blízkou nule a společenstvo drabčíků, které není aktivitami člověka ovlivněno, má hodnotu indexu 100. Pokud známe hodnotu indexu, můžeme jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez nutnosti porovnávat pokus s dalšími (Boháč, 1999a).

Boháč (1999a) konstatuje, že v některých případech jsou drabčíkovití mnohem vhodnějšími indikátory než střevlíkovití, protože jsou citlivější ke změnám prostředí. Jejich využití je ale menší než u čeledi *Carabidae*, a to z důvodu jejich obtížnější determinace. Menší četnost využití drabčíkovitých jako indikátorů kvůli obtížnější determinaci potvrzuje i Honěk a Kocian (2003).

2.5. Statistické metody hodnocení společenstev

Boháč (2005) uvádí, že pro hodnocení společenstev je vhodné využít různé statistické metody. Mezi základní statistické metody můžeme zařadit již samotné zhodnocení počtu odchycených čeledí, druhů, ekologických skupin a určení dominantních druhů. Mezi další nejčastěji používané statistické metody pro hodnocení společenstev střevlíků a drabčíků patří shluková analýza, dvoucestná analýza variance a mnohorozměrné metody (ordinace, kanonické analýzy).

Metody pro analýzu druhového složení jsou často rozdělovány na analýzy gradientové (ordinace) a klasifikaci. Toto rozdělení (částečně) odráží historii vývoje metod, ale dnes již tak úplně neplatí. Zmíněné metody se doplňují a jejich použití závisí přednostně na cíli studia (Lepš a Šmilauer, 2000).

Existují čtyři základní ordinační techniky, založené na modelu druhové odpovědi a na tom, zda je ordinace přímá či nepřímá (tab. č. 2).

Tab. č. 2. Rozdělení ordinačních technik, upraveno dle Ter Braak & Prentice (1998) in Lepš a Šmilauer (2000).

	Metody lineární	Metody váženého průměrování
neomezené (nepřímé)	analýza hlavních komponent (PCA)	korespondenční analýza (CA)
omezené (přímé)	redundanční analýza (RDA)	kanonická korespondenční analýza (CCA)

V práci Lepše a Šmilauera (2000) jsou tyto analýzy vysvětleny následovně. Přímá gradientová analýza analyzuje změny druhového složení podle známého a předem stanoveného jednoho nebo několika gradientů prostředí (podle nadm. výšky, vlastností půdy, intenzity hnojení atd.). Nepřímá gradientová analýza analyzuje variabilitu druhového složení společenstva nezávisle na prostředí. Při použití přímé ordinace hledáme nejlepší vysvětlující proměnné, zatímco v nepřímých ordinacích hledáme jakoukoli proměnnou, která je schopna vysvětlit nejlépe druhové složení (a tu potom vezmeme jako ordinační osu). V ordinacích přímých jsou ordinačními osami vážené charakteristiky prostředí.

Typy modelu odpovědi druhu na gradienty prostředí rozlišujeme lineární a unimodální (Lepš a Šmilauer, 2000). Lineární odpověď je nejjednodušším odhadem, uvažujeme při ní pouze lineární (monotónní) změnu. Předpokladem unimodální odpovědi je, že druh má na gradientu prostředí své optimum. Dále se předpokládá, že druh bude mít optimum na každé z ordinačních os a že jeho pravděpodobnost výskytu bude ve všech směrech od tohoto bodu symetricky klesat. Odhadnutá pozice optima druhu se zobrazí jako skóre druhu, tedy jako bod. Optimum se počítá jako

vážený průměr z pozic vzorku, kde váhami jsou relativní abundance druhu v jednotlivých vzorcích.

Dále Lepš a Šmilauer (2000) uvádí, že trendů zbavená korespondenční analýza DCA se používá jako první krok ordinační analýzy ke zjištění délky gradientu. Podle hodnoty délky gradientu volíme buď lineární metody ordinační analýzy (PCA, RDA) nebo unimodální metody (DCA, CCA).

Výsledky ordinací se obvykle prezentují jako ordinační diagramy. Ve všech metodách jsou plochy (vzorky) zastoupeny body (symboly). Druhy jsou v lineárních metodách zobrazeny jako šipky ve směru, v jakém roste abundance druhu a jako body (symboly) v metodách váženého průměru (pak označují optimum druhu). Kvantitativní charakteristiky prostředí jsou značeny jako šipky ve směru, v jakém roste jejich hodnota. Cílem klasifikace je získat skupiny objektu (vzorku nebo druhu) vnitřně homogenní a odlišné od jiných skupin. Pokud klasifikujeme druhy, znamená homogenita podobné ekologické chování, které se projevuje podobností distribuce druhu (Lepš a Šmilauer, 2000).

Jednodušší pohled na danou problematiku přináší ve své práci Boháč (2005). Shluková analýza slouží k nalezení takové skupiny druhů (střevlíků, drabčků) v celém souboru, které jsou si podobné a zároveň se liší od jiných skupin. V hodnocení společenstev střevlíků a drabčků se tato metoda velmi často používá pro klasifikaci společenstev brouků různých rostlinných společenstev nebo společenstev s různým antropogenním narušením. U mnohorozměrných metod (ordinace, kanonické analýzy) pro hodnocení společenstev střevlíkovitých a drabčkovitých se předpokládá, že společenstva jsou objekty a charakteristikami je zastoupení druhů. Dále se předpokládá, že zastoupení druhů je určeno několika málo významnými gradienty prostředí.

3. CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH PLOCH A LOKALITY

Průzkum probíhal na pokusných plochách na pozemcích Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (obr. č. 1). Charakteristika stanovištních podmínek je uvedena v tabulce č. 3, průměrný měsíční úhrn srážek a průměrná měsíční teplota vzduchu v letech 2008 – 2010 na obrázku č. 3 a 4. Pasti byly umístěny v porostech rychle rostoucích bylin. Konkrétně se jednalo o tyto plodiny – srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) a lesknice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). Všechny tyto pokusné plochy mají velikost 6 x 60 m a navazují na sebe (obr. č. 2, příloha č. 3, příloha č. 4, příloha č. 5). Porosty byly na lokalitě založeny na jaře 2007, výčet proběhlých agrotechnických operací je uveden v tabulce č. 4. Jako porovnávací plocha byl ve vegetační sezoně 2008 použit topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*), pokusná plocha 34 x 12 m. Ve vegetační sezoně 2009 a 2010 byly pasti umístěny v okolním travnatém biotopu antropogenního původu s pravidelným managementem, který se nachází jižně od porostů energetických plodin. Na severním okraji plodin se v letech 2009 i 2010 nic nepěstovalo, pole ležela ladem, pasti zde proto nebyly umístěny.

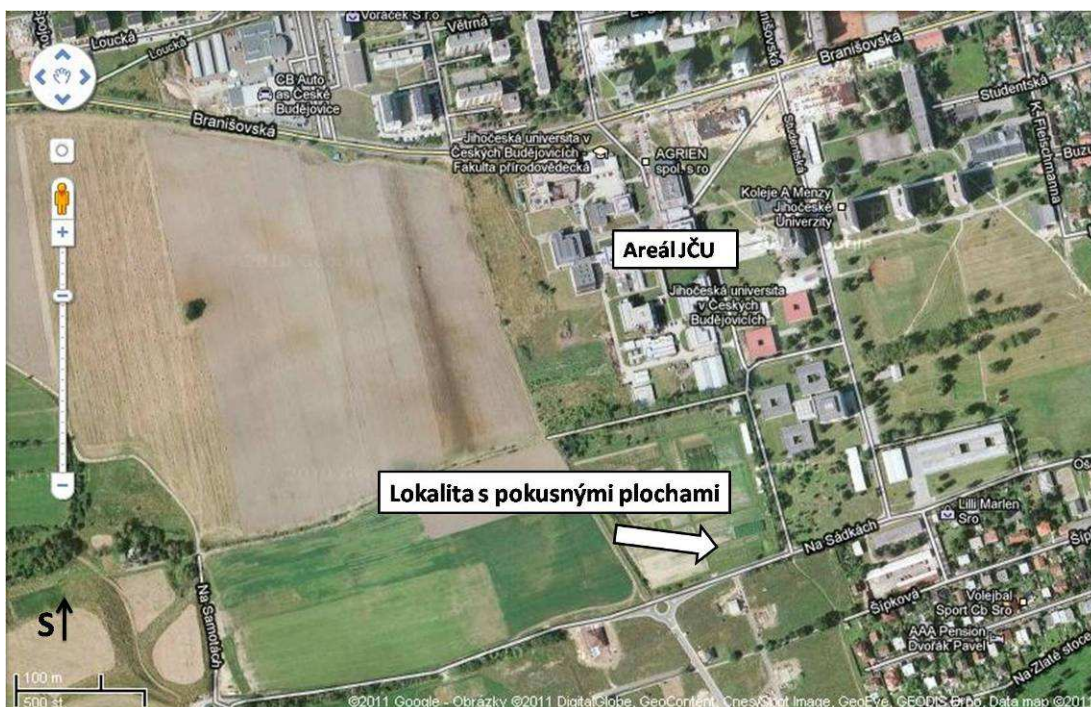
Tab. č. 3. Charakteristika stanovištních podmínek na pokusných plochách Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zdroj: Moudrý (2011, nepublikováno).

Kraj	Jihočeský
Výrobní typ	Bramborářský
Nadmořská výška	380 m.n.m.
Půdní typ	Kambizem pseudo-glejová (hnědá půda oglejená)
Půdní druh	Písčitohlinitý
Skeletovitost/expozice	0/0
pH	6,4
Klimatický region	Mírně teplá oblast (MT4), okrsek-mírně teplý, vlhký
Roční prům. teplota vzduchu	7,8 °C
Roční průměrný úhrn srážek	620 mm

Tab. č. 4. Charakteristika jednotlivých ploch a proběhlých agrotechnických operací. Zdroj: Moudrý (2011, nepublikováno); Bárta (2009, ústní sdělení).

Plodina	Termín setí	Výsevek	Ošetá plocha	Ošetření porostu
srha laločnatá	29. 3. 2007	1,15 kg	360 m ²	První odplevel. seč: 22. 5. 2007 Postřik proti plevelům: 1. 6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2. 8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16. 10. 2007 Hnojení: 27. 3. 2008 Hnojení: 9. 4. 2009
ovsík vyvýšený	29. 3. 2007	1,3 kg	360 m ²	První odplevel. seč: 23. 5. 2007 Postřik proti plevelům: 1. 6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2. 8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16. 10. 2007 Hnojení: 27. 3. 2008 Hnojení: 9. 4. 2009
lesknice rákosovitá	17. 4. 2007	1,25 kg	360 m ²	První odplevel. seč: 1. 6. 2007 Postřik proti plevelům: 1. 6. 2007 Druhá odplevel. seč: 2. 8. 2007 Třetí odplevel. seč: 16. 10. 2007 Hnojení: 27. 3. 2008 Hnojení: 9. 4. 2009
topinambur hlíznatý	18. 4. 2008	-	408 m ²	chemicky neošetřeno mechanická proorávka proti plevelům průběžně dle potřeby

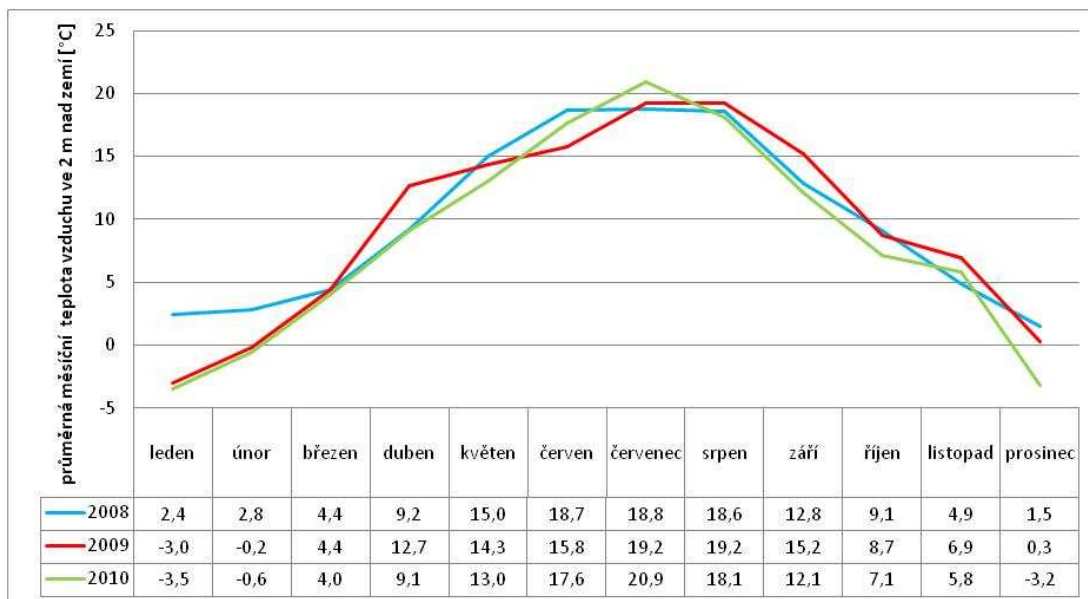
Obr. č. 1. Umístění pokusných pozemků v areálu Školního zemědělského podniku. Zdroj: <http://maps.google.cz/>, cit. 10.2.2011, upraveno.



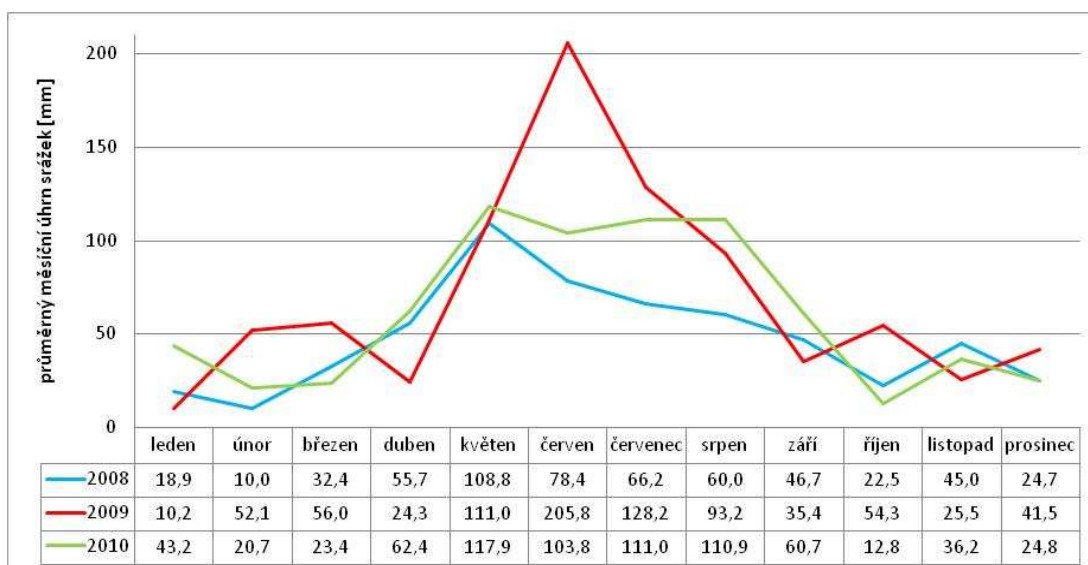
Obr. č. 2. Rozmístění pokusných ploch a pastí na lokalitě. Zdroj: <http://maps.google.cz/>, cit. 10.2.2011, upraveno.



Obr. č. 3. Průměrná měsíční teplota vzduchu ve 2 m nad zemí [°C] pro oblast České Budějovice v letech 2008 – 2010. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2011, upraveno do grafické podoby.



Obr. č. 4. Průměrný měsíční úhrn srážek [mm] pro oblast České Budějovice v letech 2008 – 2010. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, 2011, upraveno do grafické podoby.



4. MATERIÁL A METODIKA

Sběr epigeických brouků byl uskutečněn pomocí metody zemních pastí. Byla použita metodika vycházející z metodiky Absolona a kol. (2004). Do země byly zahloubeny sběrné nádoby sestávající se ze dvou do sebe vložených plastových kelímku o objemu 0,3 l. Pasti byly zarovnaný s povrchem. Spodní kelímek sloužil k udržení tvaru pastí, při manipulaci zůstával vždy v zemi. Do svrchního kelímku byla umístěna fixační tekutina do výšky jedné třetiny kelímku. Jako fixační tekutina a zároveň návnada byl použit ethylenglykol (Fridex). Při kontrole pastí byl vyjmut svrchní kelímek, jeho obsah byl přelit do skleněné uzavíratelné nádoby, do kelímku byla nalita nová fixační tekutina a poté byl zasunut zpět do spodního kelímku. Aby se zamezilo znehodnocení pastí dešťovými srážkami, byly pasti kryty stříškou z plechu.

Sběr dat probíhal po dobu tří let, od května do října 2008, od dubna do září 2009 a od června do října 2010. Začátek a konec sběru byl určen s ohledem na počasí. V rychle rostoucích bylinách probíhal sběr ve všech letech. V roce 2008 proběhl sběr i v porostu topinamburu hlíznatého a v letech 2009 a 2010 v okolním travnatém biotopu antropogenního původu s pravidelným managementem přiléhajícím k plochám energetických plodin z jižní strany. Pole severně od ploch nebyla v roce 2009 a 2010 oseta, pasti zde proto nebyly umístěny.

Na každé ploše byla vždy ve středu porostu umístěna linie pěti pastí, v rozestupu cca 5 metrů (obr. č. 2). Kontrola pastí byla prováděna každých 14 dní.

Ze získaných vzorků byly v laboratoři odstraněny hrubé nečistoty. Brouci čeledi *Carabidae* a *Staphylinidae* byli fixováni v 75 % roztoku ethanolu, vypreparováni a uloženi do sbírky autorky. K determinaci materiálu byly použity klíče Hůrky (1996), Lohseho (1964) a Lohseho a kol. (1974), pro sjednocení nomenklatury posloužila díla Hůrky (1996) a Boháče a kol. (2007b).

Na studovaných plochách bylo v roce 2008 odchyceno 594 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 45 exemplářů z čeledi drabčíkovití. V roce 2009 bylo odchyceno 775 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 131 exemplářů z čeledi drabčíkovití a v roce 2010 pouze 215 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 29 exemplářů z čeledi drabčíkovití.

K základnímu hodnocení společenstev patřilo určení dominantních druhů jednotlivých ploch a zařazení druhů do ekologických skupin na základě reliktnosti výskytu. Pro zařazení drabčů byla použita práce Boháče a kol. (2007b). Zařazení střevlíků do jednotlivých ekologických skupin dle reliktnosti výskytu stanovili Hůrka a kol. (1996). Boháč a kol. (2007b) i Hůrka a kol. (1996) dělí střevlíky a drabčů dle stejného schématu a do stejných skupin, liší se v názvech jednotlivých skupin. Pro tuto práci bylo použito značení dle Boháče a kol. (2007b) a platí následující pravidlo: R dle Hůrky a kol. (1996) = R1 dle Boháče a kol. (2007b), A dle Hůrky a kol. (1996) = R2 dle Boháče a kol. (2007b) a E dle Hůrky a kol. (1996) je totožné se skupinou E dle Boháče a kol. (2007b).

Dále byl pro každou plochu vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev brouků ISD dle Boháče (1999a). Boháč tento index původně vypracoval pro drabčovitě, dá se ale velice dobře použít i u střevlíkovitých. Index je počítán na základě již zmíněného rozdělení drabčů a střevlíků do ekologických skupin dle jejich vztahu k přirozenosti biotopu. Index se vypočítá dle následujícího vzorce: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$. Platí, že E je frekvence jedinců skupiny E v procentech a R2 je frekvence jedinců skupiny R2 v procentech. Výsledná hodnota se pohybuje v intervalu 0 – 100. Čím je výsledná hodnota pro společenstvo bližší nule, tím více je společenstvo ovlivněno lidskými aktivitami. Společenstvo brouků s hodnotou indexu blízkou 100 není lidskými aktivitami nijak ovlivněno.

Na závěr byl materiál statisticky vyhodnocen pomocí programu Canoco for Windows, který slouží k mnohorozměrnému hodnocení společenstev (ter Braak a Šmilauer, 1998). Ke grafickému znázornění analýz byl využit program CanoDraw verze 3.1.

Primární data byla zpracována do tabulek pomocí programu Microsoft Office Excel. V kategorii vzorky byl pro každý druh zaznamenán počet odchycených druhů v jednotlivých letech a plodinách (I2008, I2009, I2010, II2008, II2009, II2010, III2008, III2009, III2010, T2008, C2009, C2010) viz příloha č. 1. Dále bylo zvoleno 10 hodnot environmentálních proměnných (*environmental variables*): srha (plocha s porostem srhy laločnaté), ovsík (plocha s porostem ovsíku vyvýšeného), lesknice (plocha s porostem lesknice rákosovité), topinambur (plocha s porostem topinamburu hlíznatého), kontrola (kontrolní plocha reprezentovaná okolním biotopem), 2008 (představující rok 2008), 2009 (představující rok 2009), 2010 (představující rok

2010) pole (oddělující všechny energetické rostliny a kontrolní plochy) a year (představující plynulou proměnnou času, která v sobě zahrnuje prvky sukcese) viz příloha č. 2. Tyto tabulky jsou nutné k dalšímu kroku analýzy, k importování dat pomocí programu CanoImp.

Prvním krokem analýzy byla metoda nepřímé gradientové analýzy *Detrended Correspondence Analysis (DCA)* zjišťovaná pro druhová data (*species*). DCA analýza zjišťuje délku gradientu, na základě tohoto výsledku volíme buď lineární metody, a to pokud je hodnota menší než 3, nebo unimodální metody, pokud je výsledná hodnota větší než 4. Pokud leží v intervalu 3-4, pak lze použít obě metody (Lepš a Šmilauer, 2000). U druhových dat jsem použila logaritmickou transformaci (*$\ln(Ay+B)$ -transformation of species data*), zjištěná délka gradientu po odfiltrování vzácných druhů (*downweighting of rare species*) byla rovna 1,32, byly proto použity lineární metody.

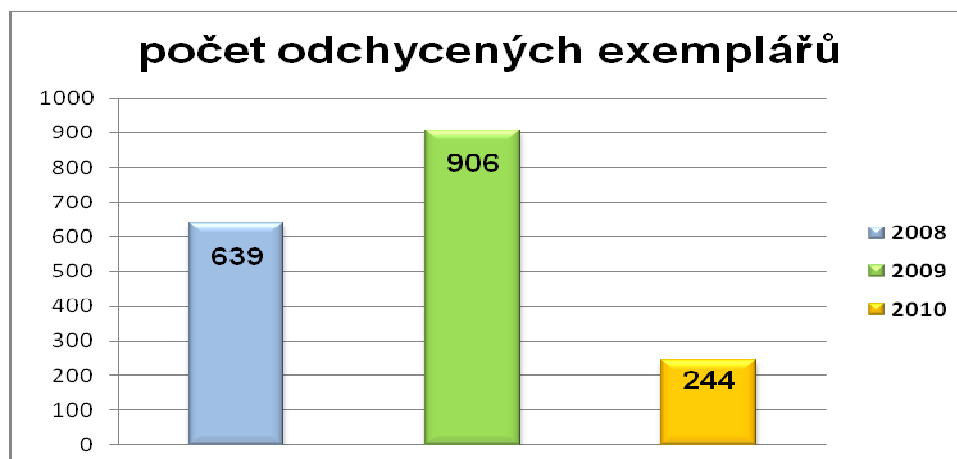
V dalším kroku byla metodou RDA (přímá gradientová analýza, tzv. *Redundancy Analysis*) testována variabilita druhových dat (*species data*) a environmentálních proměnných pomocí Monte Carlo permutačního testu při 999 permutacích. Výběr environmentálních dat pro test byl manuální.

5. VÝSLEDKY

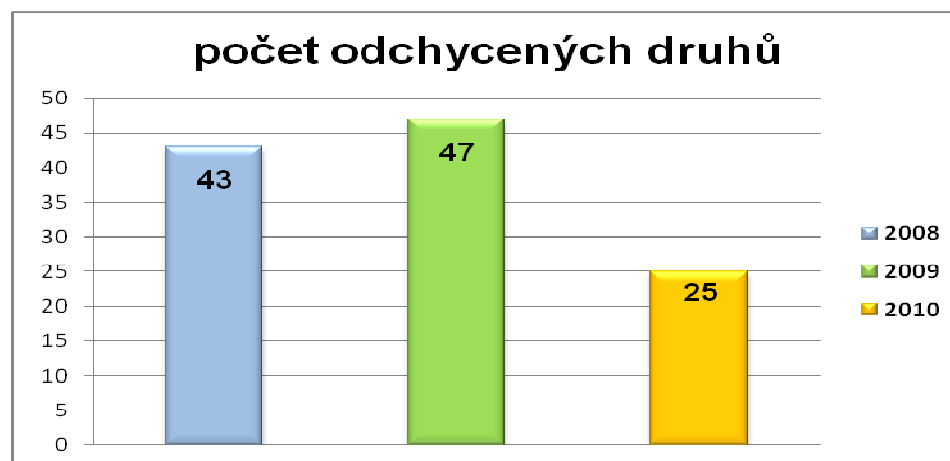
5.1. Celková charakteristika získaného materiálu

Na studovaných plochách bylo v roce 2008 odchyceno 594 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 45 exemplářů z čeledi drabčíkovití. V roce 2009 bylo odchyceno 775 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 131 exemplářů z čeledi drabčíkovití a v roce 2010 pouze 215 exemplářů z čeledi střevlíkovití a 29 exemplářů z čeledi drabčíkovití. Celkově bylo tedy za tři roky výzkumu odchyceno 1584 exemplářů čeledi Carabidae, které náleží k 40 druhům, a 205 exemplářů čeledi Staphylinidae patřící do 29 druhů. Z obrázku č. 5 a obrázku č. 6 je patrné, že po mírném nárůstu počtu odchycených druhů i exemplářů v roce 2009, tyto počty v roce 2010 výrazně poklesly.

Obr. č. 5. Počet odchycených exemplářů epigeických brouků v jednotlivých letech na všech lokalitách. Zdroj: autorka.



Obr. č. 6. Počet odchycených druhů epigeických brouků v jednotlivých letech na všech lokalitách. Zdroj: autorka.



Pokud se na jednotlivé roky podíváme podrobněji (tab. č. 5, tab. č. 6), je tento trend mírného vzrůstu počtu druhů i exemplářů v roce 2009 a následného prudkého poklesu v roce 2010 patrný na všech odchytných plochách.

Tab. č. 5. Střevlíkovití: přehled počtu odchycených druhů a kusů v jednotlivých letech a plodinách. Zdroj: autorka.

střevlíkovití		lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý	trávník
ks	2008	228	76	102	188	
	2009	253	134	217		171
	2010	77	23	70		45
druhů	2008	19	14	19	12	
	2009	21	23	23		16
	2010	13	8	9		9

Tab. č. 6. Drabčíkovití: přehled počtu odchycených druhů a kusů v jednotlivých letech a plodinách. Zdroj: autorka.

drabčíkovití		lesknice rákosovitá	ovsík vyvýšený	srha laločnatá	topinambur hlíznatý	trávník
ks	2008	18	14	11	2	
	2009	27	20	24		60
	2010	6	2	10		11
druhů	2008	8	7	9	2	
	2009	7	9	11		12
	2010	3	2	1		4

5.2. Střevlíkovití

Hojný výskyt druhů *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes* a *Calathus fuscipes* byl zaznamenán na všech lokalitách (tab. č. 7). Tyto druhy řadíme mezi druhy eurytopní bez vyhraněných ekologických nároků. Ve velkém počtu se vyskytoval i chráněný druh skupiny R2 *Carabus scheidleri* (příloha č. 6). Tento druh se vyhýbá porostu topinamburu, ale na ostatních plochách jeho počty v průběhu let narůstaly.

Druh *Nebria brevicollis* se vyskytoval hojně v letech 2008 a 2009. V roce 2010 nebyl zaznamenán, nepotvrdil se ani jeho výskyt v porostu okolního travnatého biotopu.

V okolním travnatém biotopu rovněž nebyl odchycen žádný exemplář druhu *Anchomenus dorsalis* a *Calathus melanocephalus*, u kterých byl potvrzen výskyt ve všech travách i v topinamburu.

Druhy *Agonum assimile*, *Agonum viduum*, *Amara familiaris*, *Amara ovata*, *Amara similata*, *Anisodactylus signatus*, *Bembidion mannerheimi*, *Carabus granulatus*, *Cicindela campestris campestris*, *Harpalus affinis*, *Harpalu signaticornis*, *Notiophilus pusillus*, *Poecilus versicolor*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus ovoideus*, *Pterostichus strenuus* a *Pterostichus vernalis* se vyskytovaly do počtu pěti kusů. U druhů *Agonum gracilipes* a *Pterostichus minor* byl dokonce odchycen pouze jeden exemplář.

Z celkového počtu 40 odchycených druhů jich 13 náleží ke kategorii R2 a 27 řadíme do kategorie E. Nebyl odchycen žádný exemplář patřící do kategorie R1.

Tab. č. 7. Střevlíkovití: seznam odchycených druhů a počet odchycených exemplářů v letech 2008 – 2010 na jednotlivých pokusných plochách. Zdroj: autorka.

Druh	Kategorie	Lesknice rákosovitá			Ovsík vyvýšený			Srha laločnatá			Topinambur hlíznatý	Okolní biotop (trávník)	
		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<i>Agonum assimile</i> (Paykull, 1790)	R2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812)	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	2	2	-	4	-	1	3	-	-	-	1
<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1796)	R2	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	11	13	-	1	1	-	1	4	-	2	8	-
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)	E	20	3	-	1	2	-	1	1	-	-	12	-
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	E	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	E	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Anisodactylus signatus</i> (Panzer, 1797)	E	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-

Anchomenus dorsalis (Pontopiddan, 1763)	E	3	37	1	-	15	-	-	12	3	1	-	-
Bembidion lampros (Herbst, 1784)	E	2	9	-	1	3	-	1	8	-	2	5	-
Bembidion mannerheimi (Sahlberg, 1827)	R2	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Calathus fuscipes (Goeze, 1777)	E	6	16	1	5	5	-	2	5	3	28	28	1
Calathus melanocephalus (Linnaeus, 1758)	E	4	2	1	-	3	-	1	2	1	-	-	-
Carabus granulatus (Linnaeus, 1758)	E	-	3	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Carabus scheidleri (Panzer, 1799)	R2	8	27	17	3	9	11	10	15	32	-	14	19
Cicindela campestris camp. (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-
Clivina fossor (Linnaeus, 1758)	E	1	1	-	-	7	-	-	10	-	-	-	-
Harpalus aeneus (Schrank, 1781)	E	11	-	-	5	1	-	3	-	-	4	-	-
Harpalus affinis (Schrank, 1781)	E	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Harpalus atratus (Latreille, 1804)	R2	9	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-
Harpalus griseus (Panzer, 1796)	E	-	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Harpalus signaticornis (Duftschmid, 1812)	E	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Harpalus rubripes (Duftschmid, 1812)	E	1	20	1	-	2	-	-	5	-	-	1	-
Leistus ferrugineus (Linnaeus, 1758)	E	-	1	1	1	1	-	-	1	-	-	1	-
Loricera pilicornis (Fabricius, 1755)	E	1	1	-	-	2	-	1	6	-	-	1	-
Nebria brevicollis (Fabricius, 1792)	R2	15	2	-	25	1	-	20	3	-	5	-	-
Notiophilus pusillus (Waterhouse, 1833)	R2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-
Poecilus cupreus (Linnaeus, 1758)	E	66	53	39	20	44	4	35	93	20	100	45	4
Poecilus versicolor (Sturm, 1824)	E	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pseudophonus rufipes (De Geer, 1774)	E	64	44	7	9	16	3	19	26	8	35	28	8
Pterostichus melanarius (Illiger, 1798)	E	3	-	-	-	-	-	1	-	1	6	-	-

Pterostichus minor (Gyllenhal, 1827)	R2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Pterostichus niger (Schaller, 1783)	R2	-	10	4	1	10	1	1	10	1	-	23	5
Pterostichus nigrita (Paykull, 1789)	E	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Pterostichus ovoideus (Sturm, 1824)	R2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-
Pterostichus strenuus (Panzer, 1796)	E	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
Pterostichus vernalis (Panzer, 1796)	R2	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-
Trechus quadristriatus (Schrank, 1781)	E	-	-	-	-	2	-	-	3	-	-	1	-

5.3. Drabčíkovití

Jedinci z čeledi drabčíkovití se kromě několika výjimek vyskytovali pouze v minimálních počtech. Od druhů *Aleochara bipustulata*, *Atheta triangulum*, *Gabrius pennatus*, *Gyrophypnus atratus*, *Lathrobium volgense*, *Philonthus atratus*, *Philonthus concinnus*, *Quedius molochinus*, *Staphylinus nero semialatus*, *Stenus ater* a *Tachyporus obtusus* byl dokonce odchycen pouze jeden exemplář (tab. č. 8).

Významnější výskyt byl zaznamenán pouze u druhů *Drusilla canaliculata*, *Philonthus cognatus* a *Staphylinus dimidiaticornis* (příloha č. 7), všechny tyto druhy patří mezi eurytopní, běžně se vyskytující.

Z tabulky č. 8 je dále patrné, že druh *Staphylinus dimidiaticornis* nebyl v roce 2008 vůbec odchycen a druh *Philonthus cognatus* byl v roce 2010 odchycen pouze v okolním biotopu v počtu 4 kusy, což je oproti rokům 2008 a 2009 značný pokles.

Z celkového počtu 29 odchycených druhů jich 25 náleží do kategorie E a pouze 4 řadíme do kategorie R2. Druhy z kategorie R1 nebyly odchyceny.

Tab. č. 8. Drabčíkovití: seznam odchycených druhů a počet odchycených exemplářů v letech 2008 – 2010 na jednotlivých pokusných plochách. Zdroj: autorka.

Druh	Kategorie	Lesknice rákosovitá			Ovsík vyvýšený			Srha laločnatá			Topinambur hlíznatý	Okolní biotop (trávník)	
		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1761)	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	E	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Anthobium atrocephalum</i> (Gyllenhal, 1827)	R2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	E	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856)	E	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bolitobius castaneus</i> (Stephens, 1832)	R2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	E	6	5	-	-	2	1	2	-	-	-	18	4
<i>Gabrius pennatus</i> (Sharp, 1910)	E	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Gyrophypnus atratus</i> (Heer, 1839)	R2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Lathrobium volgense</i> (Hochhuth, 1851)	E	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ontholestes murinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Philonthus atratus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	E	4	15	-	8	9	-	2	10	-	-	21	4
<i>Philonthus concinnus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Philonthus politus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Philonthus varius</i> (Gyllenhal, 1810)	E	-	2	-	-	1	-	-	1	-	-	3	-
<i>Quedius molochinus</i> (Gravenhorst, 1806)	E	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Staphylinus dimidiaticornis</i> (Gemming, 1851)	E	-	1	3	-	1	1	-	1	10	-	3	-

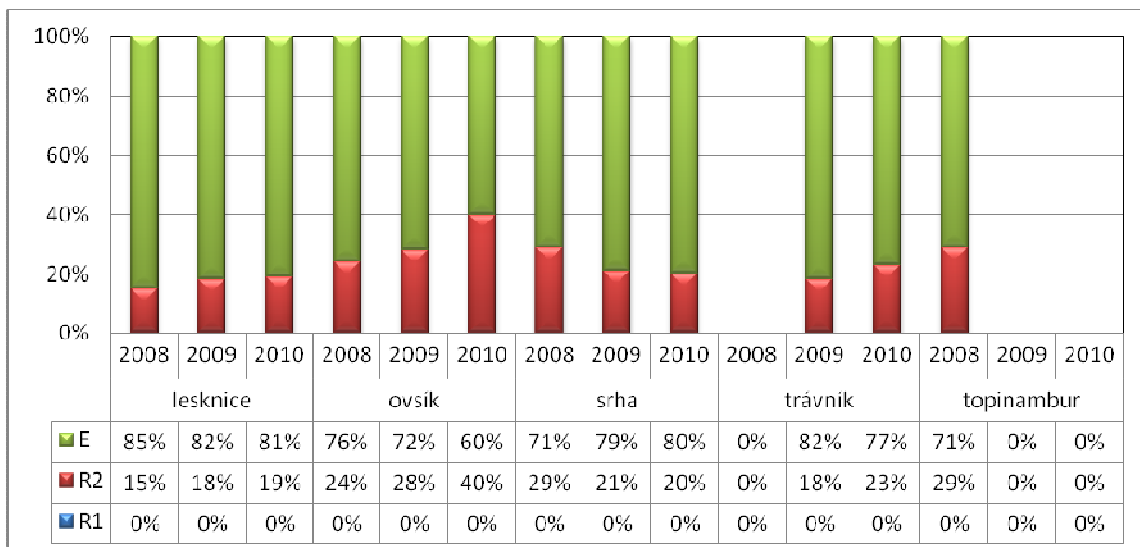
Staphylinus nero semialatus (J. Muller, 1904)	E	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenus ater (Mannerheim, 1830)	E	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenus clavicornis (Scopoli, 1763)	E	1	-	-	-	-	-	1	3	-	-	1	-
Tachinus corticinus (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Tachinus signatus (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	4	-
Tachinus signaticornis (Gravenhorst, 1802)	E	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	2
Tachyporus hypnorum (Fabricius, 1781)	E	-	-	-	1	2	-	1	1	-	-	2	-
Tachyporus chrysomelinus (Linnaeus, 1758)	E	1	2	-	1	-	-	-	2	-	-	1	-
Tachyporus obtusus (Luze, 1902)	E	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Xantholinus linearis (Olivier, 1794)	E	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Zyras limbatus (Paykull, 1789)	R2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-

5.4. Zastoupení druhů s různou ekologickou charakteristikou na pokusných plochách, index ISD

Z obrázku č. 7 je patrné, že všechny porosty můžeme charakterizovat jako člověkem silně ovlivněné. Poměr procentuálního zastoupení druhů eurytopních k poměru procentuálního zastoupení druhů charakteru reliktní druhého řádu je ve všech porostech výrazný ve prospěch druhů eurytopních, druhů bez vyhraněných ekologických nároků. Jako porost nejvíce ovlivněný lidskými aktivitami můžeme charakterizovat porost lesknice rákosovité.

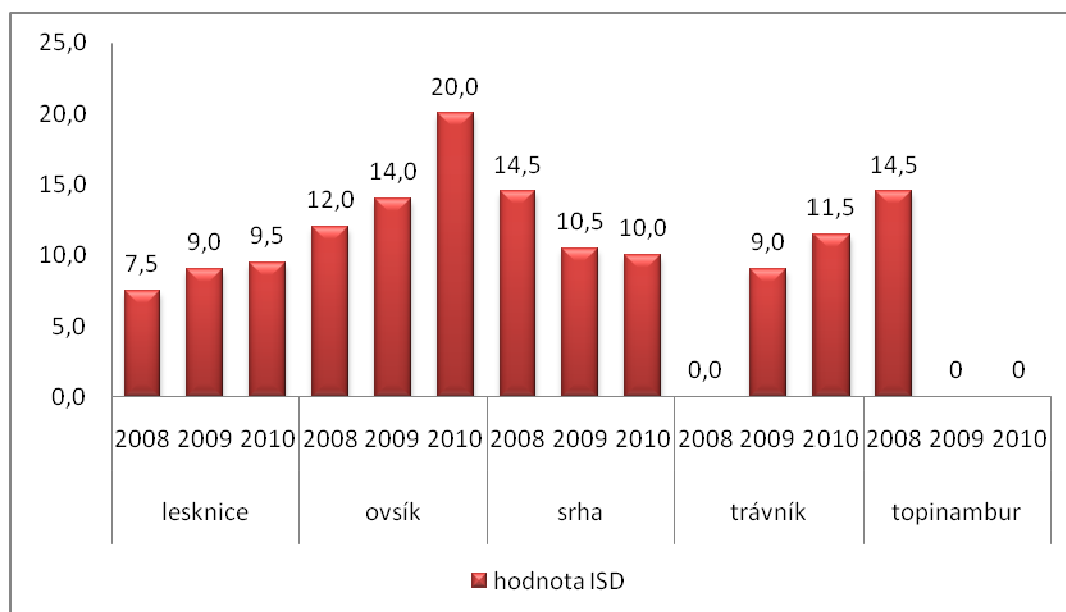
Druhy kategorie reliktní prvního řádu nebyly v žádném porostu odchyceny.

Obr. č. 7. Procentuální zastoupení skupin R1, R2 a E v jednotlivých porostech v letech 2008 – 2010 (R1 – reliktů prvního řádu, R2 – reliktů druhého řádu, E – druhy eurypní). Zdroj: autorka.



Stejné trendy ale v jiném vyjádření zobrazuje obrázek č. 8. Poměr reliktních skupin je zde vyjádřen pomocí hodnoty indexu ISD. Z tohoto obrázku není patrné rozdělení jednotlivých skupin, ale na charakter plochy se usuzuje dle hodnoty indexu ISD. Nejvíce člověkem ovlivněný porost je porost lesknice rákosovité, který má nejnižší hodnoty indexu ISD.

Obr. č. 8. Hodnoty indexu ISD pro jednotlivé plochy v letech 2008 – 2010. Zdroj: autorka.



5.5. Charakteristika jednotlivých vegetačních sezon

5.5.1. Vegetační sezona 2008

Jako porost s nejvyšším procentuálním zastoupením eurytopních druhů byl v roce 2008 vyhodnocen porost lesknice rákosovité. Můžeme jej charakterizovat jako člověkem nejvíce ovlivněný. Pro porost srhy laločnaté i topinamburu hlíznatého je ISD roven stejné hodnotě 14,5, i když je zde velmi rozdílný počet druhů. V porostu srhy laločnaté bylo odchyceno 28 druhů a v topinamburu hlíznatém 14 druhů.

Jedinci z čeledi *Staphylinidae* se vyskytovali v malých počtech a převážně v travách. Ve všech porostech trav, ale ne v topinamburu, byl odchycen druh *Philonthus cognatus*. Z čeledi *Carabidae* se na všech lokalitách hojně vyskytovaly druhy *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes* a *Harpalus aeneus*, druhy patřící mezi druhy eurytopní, široce rozšířené a bez velkých ekologických nároků. Druh *Nebria brevicollis* byl odchycen rovněž na všech plochách, řadíme jej však do skupiny R2. Ve všech porostech trav, mimo topinambur, byly odchyceny druhy *Amara eurynota*, *Carabus scheidleri* a *Harpalus signaticornis*.

5.5.2. Vegetační sezona 2009

Jako porost s nejvyšším procentuálním zastoupením eurytopních druhů byl v roce 2009 vyhodnocen porost lesknice rákosovité a trávníku. Oba porosty na sebe bezprostředně navazují. Ve všech porostech se hojně vyskytovaly druhy *Calathus fuscipes*, *Carabus scheidleri*, *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Pterostichus niger*, *Philonthus cognatus*. Druh *Anchomenus dorsalis* se vyskytuje v hojných počtech, ale pouze v travách. Něteré druhy drabčků byly odchyceny pouze na trávníku, od těchto druhů však byl odchycen pouze jeden exemplář.

V této sezoně bylo odchyceno nejvíce druhů i exemplářů. Výrazně vzrostl počet odchycených exemplářů druhu *Carabus scheidleri*, *Pterostichu niger* a *Philonthus cognatus*, naopak poklesla početnost druhu *Nebria brevicollis*.

5.5.3. Vegetační sezona 2010

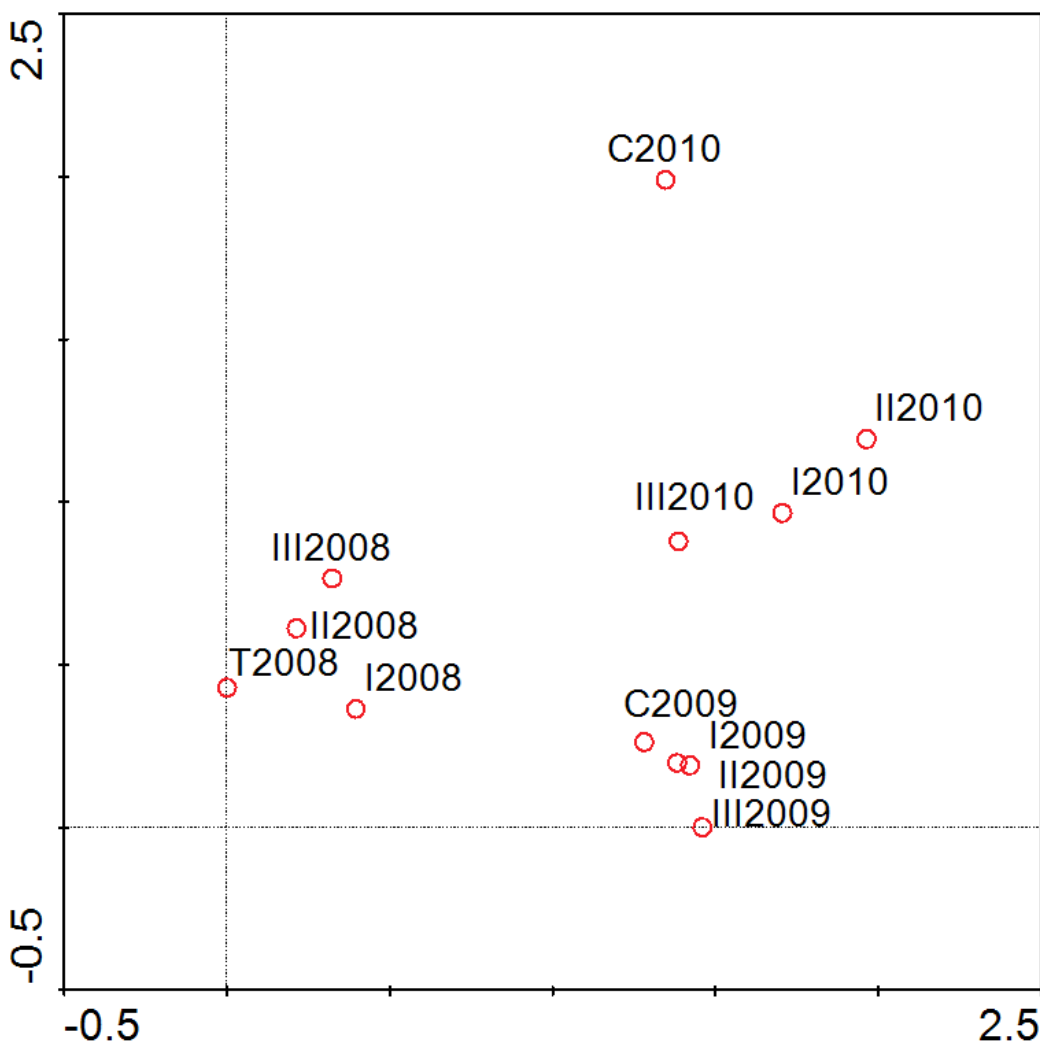
Ve vegetační sezoně 2010 výrazně poklesl počet odchycených druhů i exemplářů. Navíc se většina druhů vyskytovala v počtu do pěti exemplářů. Nejvíce odchycených exemplářů bylo zaznamenáno u druhu *Carabus scheidleri*, celkem 79. Tento druh se vyskytoval na všech plochách. Poklesla početnost druhu *Poecilus cupreus* a výrazně i druhu *Pseudophonus rufipes*. Druh *Nebria brevicollis* nebyl v této sezoně vůbec zaznamenán. Ve všech porostech trav, kromě trávníku, byl odchycen druh *Staphylinus dimidiaticornis*. Nedá se ale říci, že by se tento druh trávníku vyhýbal, protože v roce 2009 byl odchycen i zde.

I v roce 2010 byl jako porost s nejvyšším zastoupením eurytopních druhů vyhodnocen porost lesknice rákosovité. V porostu ovsíku vzrostl poměr reliktní druhého řádu na 40 % z celkového počtu odchycených druhů, hodnota ISD tedy vzrostla na hodnotu 20 a dosáhla nejvyšších hodnot v průběhu sledování. Musíme však brát v úvahu, že v roce 2010 bylo odchyceno pouze 10 druhů o 25 exemplářích.

5.6. Ordinace společenstev epigeických brouků na studovaných plochách

Prvním krokem analýzy byla metoda nepřímé gradientové analýzy *Detrended Correspondence Analysis (DCA)* zjišťovaná pro druhová data (*species*). V této analýze první kanonická osa vysvětlila 21,5 % celkové variability, druhá kanonická osa 12,1 % celkové variability a třetí osa 6,3 % celkové variability. Analýza DCA ukázala, že jednotlivé roky měly na společenstva střevlíků a drabčků největší vliv, zatímco efekt ploch vykázal nižší variabilitu (obr. č. 9).

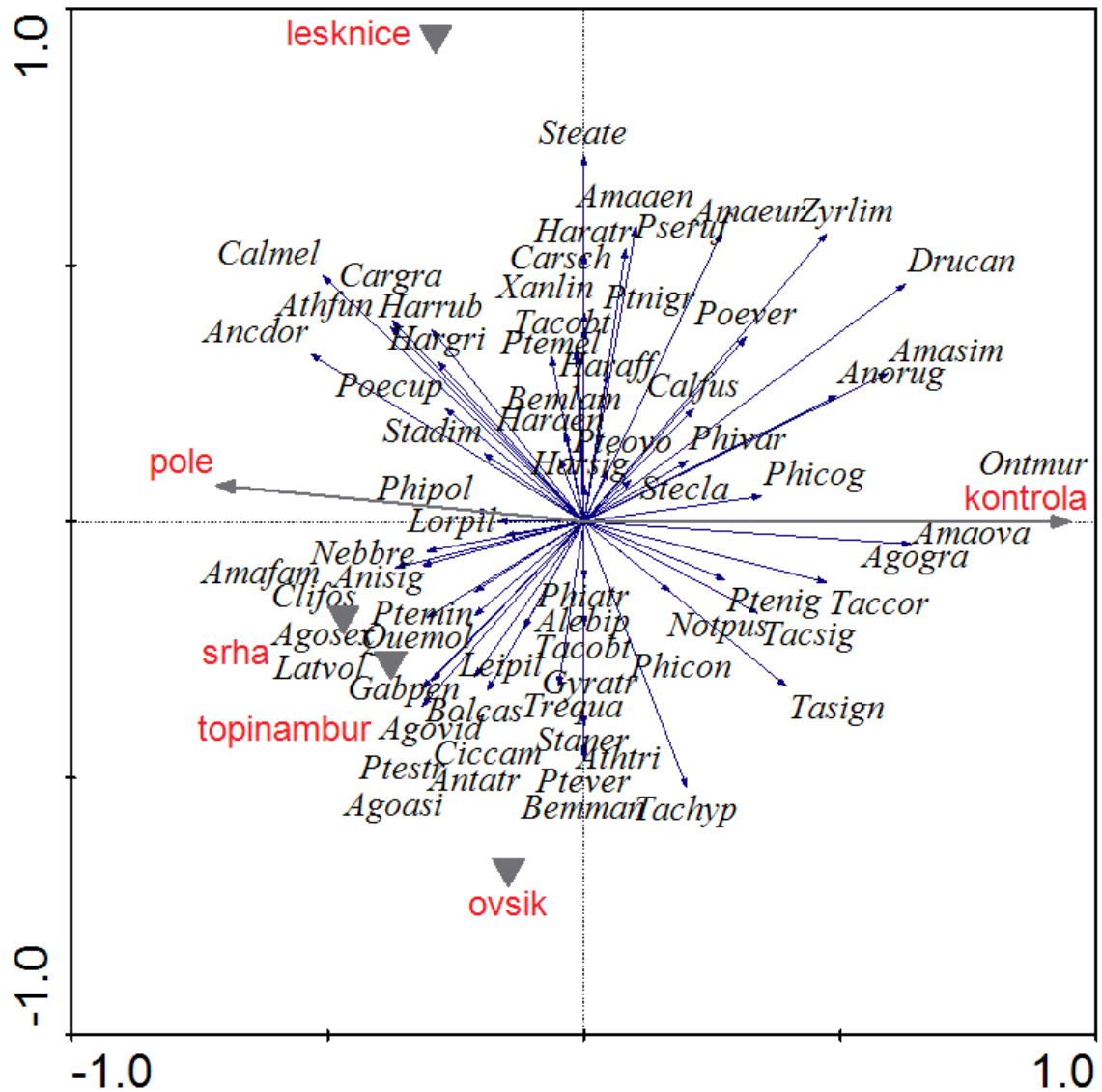
Obrázek č. 9. DCA analýza pro druhová data. Délka gradientu 1,2. První kanonická osa 21,5 % celkové druhové variability, druhá kanonická osa 12,1 % celkové druhové variability. Zdroj: autorka. Legenda: I – lesknice rákosovitá, II – ovsík vyvýšený, III – srha laločnatá, T – topinambur hlíznatý, C – okolní biotop. Jednotlivé roky značí sezonu odchyty.



V dalším kroku byla metodou RDA (přímá gradientová analýza, tzv. *Redundancy Analysis*) testována variabilita druhových dat (*species data*) a efekt ploch (P-value 0.0460; F-ratio = 2.00). Testovala se hypotéza, že druhové složení stěvlíkovitých a drabčíkovitých je nezávislé na efektu testované plochy. Tato hypotéza byla testována pomocí RDA analýzy při stanovení proměnné rok (2008, 2009 a 2010) jako kovariáty (*covariables*). Vliv proměnné kontrola byl statisticky významný na hladině průkaznosti do p menší než 0,05 (P-value 0.043; F-ratio = 2.00), přičemž první osa reprezentuje 20 % druhové variability. Nulová hypotéza byla vyvrácena. V grafu je zobrazen i efekt ploch (srha, ovsík, lesknice, topinambur, pole) jako tzv. doplňkové proměnné (*supplementary*), pro lepší znázornění situace (obr. č. 10).

Obrázek č. 10. Ordinační diagram RDA - reakce střívkovitých a drabčikovitých na efekt ploch. Zobrazen statisticky průkazný vliv proměnné kontrola (P -value 0.043, F -ratio = 2.00) a doplňkové vysvětlující proměnné (srha, ovsík, lesknice, topinambur, pole). V analýze byly použity proměnné 2008, 2009 a 2010 jako kovariáty. Zdroj: autorka.

Legenda: Označení druhu je kombinace prvních tří písmen rodového jména a prvních tří písmen druhového jména dle přehledu odchycených druhů.



6. DISKUSE

Dostupné informace shrnující současné poznatky o vlivu rostlin pěstovaných pro biomasu na biodiverzitu vydali Dauber a kol. (2010). Dle nich je k úspěšnému pěstování těchto rostlin třeba zhodnotit vědecké výsledky, které zkoumají, jak energetické plodiny ovlivní biodiverzitu, ekosystémové služby a udržitelnost přírodních a zemědělských stanovišť. Autoři prozkoumali 47 publikací a zpráv z mezinárodních konferencí z Evropy a USA, které zkoumaly vliv energetických plodin na biodiverzitu. Zjistili, že studie se zaměřovaly především na topoly, vrby, olše, *Miscanthus*, chrastici rákosovitou a proso. Dále uvádějí, že mnoho dat mohlo být skryto, protože nebyla publikována v angličtině, ale pouze v národních časopisech nebo jen na menších konferencích. Předložená práce tedy vhodně přispívá k doplnění těchto poznatků, a to v porostech lesknice rákosovité, ovsíku vyvýšeného a srhy laločnaté.

Semere a Slater (2007a, 2007b) zkoumali vliv na bezobratlé a další modelové skupiny (drobní savci, ptáci) v porostech *Miscanthus* a lesknice rákosovité. Podle nich má přímý dopad na bezobratlé to, že se v porostech neprovádí aplikace pesticidů a porosty se nehnojí tak intenzivně, na rozdíl od obilnin, které jsou v průběhu roku ošetřeny několika pesticidy. Plodiny jsou zasívány v březnu a půda není rušena kultivačními procesy, absence aplikace herbicidů pak umožňuje růst plevelům, které biodiverzitu zvyšují. Minimální management byl aplikován i na pokusných plochách. Od založení porostů v roce 2007 byly provedeny tři odplevelovací seče a dvakrát byly plochy hnojeny. Boháč a kol. (2007a) došli k závěru, že společenstva mohou být ovlivněna nejen samotným managementem plodin, ale i managementem okolních ploch. Při intenzivním využívání okolních biotopů mohou plantáže energetických plodin posloužit jako refugia, kam se střevlíkovití a drabčíkovití ukrývají.

Podle Daubera a kol. (2010) jsou společenstva epigeických brouků významně ovlivněna okolní krajinou. S tím souhlasí i Boháč a kol. (2007a). Tyto závěry potvrzují i výsledky mé práce, téměř všechny mnou odchycené druhy trávníku antropogenního původu se vyskytovaly i v porostech energetických bylin.

Semere a Slater (2007a, 2007b) dále uvádí, že počty odchycených druhů epigeických brouků mohly být ovlivněny hustším porostem lesknice oproti *Miscanthus*. Mezi mnou zkoumanými plochami nejsou významné rozdíly, je tedy

pravděpodobné, že společenstva epigeických brouků v těchto porostech byla nejvíce ovlivněna zastíněním a mikroklimatem uvnitř porostů (Boháč, 2011, ústní sdělení). Obdobně i Kromp (1999) naznačuje, že střevlíkovití nejsou vázáni k určité plodině, ale jejich početnost je závislá na změnách ve fenologických fázích a v mikroklimatu.

Závěrem práce autorů Semere a Slater (2007a, 2007b) je poznatek, že biodiverzita může u některých modelových skupin vzrůstat, ale tento efekt neplatí pro všechny skupiny. Obdobně v mém výzkumu byly některé druhy např. *Nebria brevicollis*, *Anchomenus dorsalis*, *Calathus melanocephalus* nalezeny ve větších počtech pouze v energetických travách, jiné naopak co do počtu odchycených exemplářů preferovaly pouze okolní trávník s pravidelným managementem (*Amara aenea*, *Calathus fuscipes*, *Pterostichus niger*, *Drusila canaliculata*, *Philonthus cognatus*).

Biodiverzitu v porostech rychle rostoucích dřevin, především topolu, olše a vrby zkoumali Boháč a kol. (2007a). Na zkoumaných plochách se lišil druh stromů, počet stromů ve skupině a okolní zemědělská krajina. Bylo zjištěno, že početnost druhů na jednotlivých plochách se výrazně nelišila. V průběhu let 2008 – 2010 nebyla v mém výzkumu rovněž zaznamenána výrazně větší odlišnost v počtu odchycených druhů a exemplářů v jednotlivých plodinách. Tyto počty se výrazně lišily pouze v porovnání mezi sezonami, což mohlo ovlivnit počasí (Rainio a Niemelä, 2003) nebo populační cykly střevlíkovitých (Hora, 2010). Se skutečností, že výkyvy v počtech odchycených střevlíků a drabčičků v průběhu let jsou ovlivňovány populačními cykly těchto brouků, souhlasí i Porhajašová a kol. (2008). Jako další faktor, který ovlivňuje meziroční změny, uvádí kompetici. Výsledky ordinační analýzy uvedené v diplomové práci ukázaly, že faktor jednotlivých sezon má na druhové rozložení střevlíkovitých a drabčičkovitých největší vliv. Rainio a Niemelä (2003) i Porhajašová a kol. (2008) navrhují dostatečně dlouhou dobu pozorování, která tyto sezonní výkyvy eliminuje.

Irmeler (2003) kritizuje práci mnoha autorů. Dle jeho údajů má největší vliv na společenstva střevlíků typ půd, ale mnoho prací porovnává společenstva v různých plodinách, aniž by typ půdy vzala v úvahu. Tento problém je v mém případě vyloučen, jelikož se jedná o pokusné plochy, které na sebe přímo navazují a půdní typ je tedy pro všechny plochy stejný.

V porostu lesknice rákosovité bylo odchyceno 13 až 21 druhů střevlíků a 3 až 8 druhů drabčků, v porostu ovsíku vyvýšeného 8 až 23 druhů střevlíků a 2 až 9 druhů drabčků a v porostu srhy laločnaté 9 až 23 druhů střevlíků a v roce 2010 dokonce pouze jeden druh drabčika. Tato data jsou v rozporu s údaji Havlíčkové a kol. (2008), která uvádí, že v plantážích lesknice rákosovité se v Evropě vyskytuje 30 – 40 druhů střevlíků a 35 – 40 druhů drabčků, v plantážích ovsíku vyvýšeného 25 – 38 druhů střevlíků a 30 – 35 druhů drabčků a v plantážích srhy říznačky 20 – 30 druhů střevlíků a 35 – 40 druhů drabčků. Neuvádí ale, v jakých přírodních podmínkách byly údaje měřeny.

Ve své práci jsem použila pouze jednu metodu sběru, metodu zemních pastí. Při odchytu drabčkovitých pro účely indikace lze využít metodu zemních pastí nebo metodu zemních čtverců (Boháč, 1999a). Dle Vysokého (2010) je důležitým faktorem při sběru fakt, že při použití jen jedné metody sběru nalezeneme jen vymezenou skladbu druhů. Jako další metody uvádí individuální sběr, použití exhaustoru, prosívadel nebo odchyt na světlo. Více metod sběru doporučuje i Dykyjová a kol. (1989).

Některé diplomové práce se zabývají souvislostí mezi počtem pastí a počtem odchycených druhů. Soviš (2010) došel k závěru, že optimální počet pastí pro odchyt více než 90 % doložených druhů se dle charakteru lokality a konkrétní taxonomické skupiny pohybuje mezi 8 a 10. Hora (2010) doporučuje ještě více pastí. Jeho výsledky ukazují, že 10 – 15 zemních pastí na lokalitě je dostačující počet na ulovení a popsání druhového společenství střevlíkovitých brouků, kteří jsou do zemních pastí zachycováni. Oba autoři však zkoumali společenstva střevlíkovitých v pestrých přírodních podmínkách. Design jejich pastí vycházel z předpokladu, že pasti musí být umístěny do co nejrozmanitějších podmínek, aby postihly všechny druhy. Linie pastí procházela např. loukou, pastvinou, lesním fragmentem, lužním lesem a lomem. Obrtel (1971) uvádí, že na poznání dominantních druhů lokality stačí 5 – 7 zemních pastí na lokalitu. S tím se shoduje i Hora (2010), v jehož studii bylo při těchto počtech zemních pastí na všech lokalitách odloveno vždy průměrně více než 75 % všech druhů studované lokality. V mé práci byla celá plocha homogenní, přikláním se tedy k názoru, že pět pastí byl dostačující počet.

Dle Dykyjové (1989) se pro charakteristické a homogenní zoocenózy studie pořizují na plochách vymezených pro jednotky vegetační. Pro louky, které se

plochám s energetickými plodinami nejvíce podobají, udává dostačující plochu 10 – 25 m². Irmeler (2003) naopak konstatuje, že na malých polích je v porovnání s velkými odchyceno více druhů.

Vzhledem k umístění ploch, kdy jsou jednotlivé plochy ve tvaru úzkého obdélníku a porost ovsíku se nachází uprostřed, a na základě předložených výsledků, je možné usuzovat na působení okrajového efektu. Dle něj je různé složení a charakteristiky druhů uvnitř ploch oproti jejich okraji (Primack, 2001).

Kromp (1999) uvádí, že v agrocenózách se nejčastěji vyskytují druhy *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Harpalus aeneus*, *Bembidion lampros* a *Carabus cheidleri*. Dominantní druhy zjištěné na všech studovaných plochách energetických bylin byly v mém případě následující: *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes*, *Calathus fuscipes* a *Carabus scheidleri*. Druhy *Pterostichus melanarius*, *Harpalus aeneus* a *Bembidion lampros* byly rovněž odchyceny. Tyto druhy udávají jako běžné druhy pro agroekosystémy i jiní autoři (Thiele, 1977; Irmeler, 2003).

Dle Hůrky (1996) jsou *Poecilus cupreus* a *Pseudophonus rufipes* druhy eurytopní, široce rozšířené na polích a loukách od nížin až do hor. Hůrka a kol. (1996) je řadí mezi druhy skupiny E. Má práce potvrdila jejich výskyt na všech stanovištích s energetickými bylinami.

Zajímavým nálezem je druh *Carabus scheidleri*, který se vyskytuje často v lesích, ale i na polích, loukách a pastvinách, od nížin až do lesního pásma hor. Jedná se o nápadně zbarveného a velkého střevlíka, který se řadí mezi druhy ohrožené (Hůrka, 2005). Druh *Carabus scheidleri* patří mezi adaptabilní druhy (Hůrka a kol., 1996), v České republice je chráněný. Byl odchycen v hojném počtu ve všech porostech kromě topinamburu. Andorkó a Kádár (2009) dospěli k závěru, že druh si vyvinul schopnost přežít v nestabilním prostředí a je velmi dobře adaptovaný k narušení, které je způsobeno člověkem, a v biotopech narušených člověkem je schopen bez problémů přežívat.

Celkové zhodnocení druhové pestrosti provedli Elek a kol. (2010) a dospěli k závěru, že topolové plantáže neochuzují diverzitu střevlíkovitých výrazným způsobem, ale ani ji neobohacují. Druhy, které zde byly odchyceny, se běžně vykytují i na polích. V kontrastu s tím Gobbi a Fontaneto (2005) píší, že funkční

skupiny brouků se jeví jako lepší ukazatel než druhová bohatost. Hlavním problémem biodiverzity v agroekosystémech není ztráta druhové diverzity, ale ztráta funkčních skupin.

Poměr procentuálního zastoupení druhů eurytopních k poměru procentuálního zastoupení druhů charakteru reliktních druhů je ve všech porostech výrazný ve prospěch druhů eurytopních, druhů bez vyhraněných ekologických nároků. Druhy kategorie reliktních druhů prvního řádu nebyly v žádném porostu odchyceny. Odchyt těchto druhů v takto člověkem narušeném biotopu nebyl ani předpokládán.

Studiem různého vlivu člověka na společenstva epigeických brouků v okolí přehrady Lipno se zabýval Šťastný (2008). Sledoval parametry biotopu antropogenního původu, konkrétně umělého travního společenstva, ve kterém jsou preferovány 2 – 3 druhy trav, které podléhají intenzivnímu kosení. Jím zjištěná hodnota indexu ISD pro tento porost se rovnala 15,95. Mnou zjištěné hodnoty na biotopu obdobného původu, který se nacházel v okolí ploch s energetickými plodinami, byly ještě menší. Konkrétně v roce 2009 se hodnota rovnala 9 a v roce 2010 byla hodnota indexu ISD 11,5.

Obdobný trávník zkoumal ve své diplomové práci i Černý (2006) a to na sídlišti Vltava v Českých Budějovicích v letech 2004 až 2005. Trávník mezi bytovými jednotkami je sečen zhruba 4 – 5 krát do roka. V porovnání s mými výsledky je zajímavé, že zde nebyl odchycen ani jeden exemplář čeledi drabčíkovití a ani jeden exemplář druhu *Carabus scheidleri*, ačkoliv zkoumaná plocha je od té mé vzdálena jen několik set metrů a má obdobný management. Hodnota indexu ISD, zjištěná Černým (2006) byla výrazně odlišná, rovna 25.

Z výše uvedeného vyplývá, že na společenstva epigeických brouků působí celá řada faktorů. Podle mého názoru nelze jednoznačně říci, jak působí samotné pěstování energetických plodin. Vždy bude třeba brát v úvahu, s jakou intenzitou se plodiny pěstují, v jakém prostředí, a na jak velkých plochách. Samotné hnojení, které by podpořilo intenzivní růst rostlin, a sečení porostu nebude mít výrazný negativní efekt. V porovnání s jednoletými energetickými plodinami je nejdůležitější, že přezimující stádia brouků nejsou rušena agrotechnickými zásahy jako je orba, kypření či vláčení. V zimním období zůstává na pozemku strniště, které má dozajista kladný vliv i na jiné skupiny živočichů a zároveň plní protierozní funkci.

7. ZÁVĚR

V letech 2008 až 2010 proběhl na pokusných plochách Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích projekt, při kterém byla zkoumána společenstva epigeických brouků (střevlíkovitých a drabčíkovitých) v porostech energetických bylin a v okolním biotopu.

V porostu srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*), lesknice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), v topinamburu hlíznatém (*Helianthus tuberosus*) a v okolním travnatém biotopu antropogenního původu s pravidelným managementem byla vždy instalována linie pěti zemních pastí. Celkem bylo za tři roky výzkumu odchyceno 1584 exemplářů čeledi *Carabidae*, které náleží k 40 druhům, a 205 exemplářů čeledi *Staphylinidae* patřící do 29 druhů, přičemž počty odchycených druhů i exemplářů v roce 2010 výrazně poklesly. Bylo konstatováno, že tento pokles se dá vysvětlit meziročními změnami v populačních cyklech brouků a také počasím v jednotlivých letech.

Dále bylo zjištěno, že na všech stanovištích převládaly druhy eurytopní (druhy skupiny E) nad druhy adaptabilními (druhy skupiny R2). Vzácné druhy skupiny R1 nebyly odchyceny. Rovněž index antropogenního ovlivnění společenstev brouků byl ve všech letech velice nízký, což indikuje, že společenstva brouků v porostech energetických bylin jsou silně ovlivněna činností člověka, i když zde probíhají pouze minimální agrotechnické zásahy.

Pomocí RDA analýzy byla vyvrácena nulová hypotéza „druhové složení střevlíkovitých a drabčíkovitých je nezávislé na efektu testované plochy“. Vliv proměnné kontrola (tzn. okolního biotopu) byl statisticky významný, největší vliv na společenstva brouků měly meziroční změny.

Z výsledků a z diskuse dále vyplývá, že svoji roli mohl sehrát i okrajový efekt a mikroklimatické podmínky uvnitř porostů, což ale nelze tvrdit s jistotou, protože tyto údaje nebyly měřeny.

Moje práce neprokázala výrazný negativní efekt plodin na epigeické brouky. Pokud by se mé výsledky z pokusných ploch potvrdily i na větších plochách polí, nevidím důvod, proč pěstování těchto energetických bylin z hlediska vlivu na epigeické brouky nedoporučit.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ABSOLON, K. a kol. *Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích*. Praha: Český ústav ochrany přírody, 2004.
2. ANDORKÓ, R., KÁDÁR, F. *Life-history characteristics of the ground beetles *Carabus Scheidleri* (Coleoptera: Carabidae) in Hungary*. Acta zool. Hung., 2009, vol. 55 (4), p. 381-393.
3. ANONYMUS. *Pracovní seznam používaných a potencionálních energetických plodin* [online]. c 2006 [cit. 2010-12-21]. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. Dostupné z WWW: <http://www.vukoz.cz/index.php?p=seznam_plodin&site=default>.
4. AVGIN, S. S., LUFF, M. L. *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact*. Mun. Ent. Zool., 2010, vol. 5, no. 1, p. 209-215.
5. BALOG, A., MARKÓ, V., IMRE, A. *Farming systems nad habitat structure effects on rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) assembly in Central European apple nad pear orchards*. Biologia, 2009, vol. 64, p. 343-349.
6. BARTÁK, M. *Ekologie řízených autotrofních ekosystémů*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002. ISBN 80-213-0941.
7. BATÁRY, P., KOVÁCS, A. BÁLDI, A. *Management effects on carabid beetles and spiders in Central Hungarian grasslands and cereal fields*. Community ecology, 2008, vol. 9, no. 2, p. 247-254.
8. BEZDĚK, A. *Význam střevlíků (Carabidae) jako indikátorů ekologických změn*. In MÁNEK, J. (ed.) *Aktuality šumavského výzkumu, Srní 2. – 4 .4. 2001*. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, 2001, p.176-177. ISSN 1214 – 9063.
9. BIEMANS, M., WAARTS, Y., NIETO, A., GOBA, V., JONE-WALTERS, L. ZÖCKLER, CH. *Impacts of biofuel production on biodiversity in Europe*. Tilburg: European Centre for Nature Conservation, 2008. ISBN 978-90-76762-27-2.
10. BOHÁČ, J. *Staphylinid beetles as bioindicators*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., 1999a, vol. 74, p. 357-372. ISSN 0167-8809.

11. BOHÁČ, J. *Organismy jako bioindikátory měnícího se prostředí*. Život. prostr., 1999b, vol. 33, no. 3. ISSN 0044 – 4863.
12. BOHÁČ, J. *Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (case study)*. In *Závěrečná zpráva projektu VaV/610/03/03 - Participativní management chráněných území – klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních komunit* [online]. c 2005 [cit. 2009-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.infodatasys.cz/vav2003/drabcikoviti.pdf>>.
13. BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J. *Katalog brouků Prahy: Drabčíkovití – Staphylinidae*. Praha: Clarion Production, 2003. ISBN 80-239-2027-8.
14. BOHÁČ, J., CELJAK, I., WOTAVOVÁ, K. *Communitites of Carabid beetles in plantations of fast growing plant species for energetic purposes*. In PENEV, L., ERWIN, T., ASSMANN, T. (eds.). *Back to the Roots and Back to the Future: a synthesis between taxonomic, ecological and biogeographical approaches in Carabidology. XIII European Carabidologists Meeting, Blagoevgrad, 2007*. Sofia: Pensoft, 2007a. ISBN 9789546423252.
15. BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R. *Check-list of staphylinid Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence*. Čas. Slez. Muz. Opava (A), 2007b, vol. 56, p. 227-276.
16. BROŽOVÁ, J. (ed). *Biologická rozmanitost v České republice*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2004. ISBN 80-7212-244-0.
17. ČERNÝ, J. *Vesnická sídla jako biocentra*. České Budějovice: Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006. Diplomová práce.
18. DAUBER, J., JONES, M.B., STOUT, J.C. *The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity*. GCB Bioenergy, 2010, vol. 2, p. 289 - 309.
19. DYKYJOVÁ, D., et al. *Metody studia ekosystémů*. Praha: Academia, 1989.

20. ELEK, Z., DAUFFY-RICHARD, E., GOSSELIN, F. *Carabid species responses to hybrid poplar plantations in floodplains in France*. Forest Ecology and Management, 2010, vol. 260, p. 1446-1455. ISSN 0378-1127.
21. FARKAČ, J., HŮRKA, K. *Hodnocení biotopů na základě zjištění prezence indikačně významných druhů brouků čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae)*. In SEJÁK, J., DEJMAL, I., et al. *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky*. Praha: Český ekologický ústav, 2003.
22. FUKSA, P. *Netradiční využití biomasy v praxi* [online]. c2009 [cit. 2010-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/netradicni-vyuziti-biomasy-v-praxi>>. ISSN: 1801-2655.
23. GOBBI, M.; FONTANETO, D. *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in different agroecosystems in the Plo Plain (Italy)*. Proceeding of the 15th Meeting of the Italian Society of Ecology. Torino: Italian Society of Ecology, 2005.
24. HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J., KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2007. ISBN 978-80-85116-00-7.
25. HAVLÍČKOVÁ, K., et al. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2008. ISBN 078-80-85116-65-6.
26. HOLLAND, J.M. *The Agroecology of Carabid Beetles*. Andover: Intercept Ltd., 2002.
27. HONĚK, A.; KOCIAN, M. *Importance of woody and grassy areas as refugia for field Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera)*. Acta Soc. Zool. Bohem., 2003, vol. 67, p. 71-81. ISSN 1211-376X.
28. HORA, P. *Metodologické aspekty používání zemních pastí pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, 2010. Diplomová práce.
29. HŮRKA, K. *Střevlíkovití: Carabidae I*. Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0430-0.

30. HŮRKA, K. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, 1996. ISBN 80-901466-2-7.
31. HŮRKA, K. *Brouci České a Slovenské republiky*. Zlín: Kabourek, 2005. ISBN 80-86447-11-1.
32. HŮRKA, K., VESELÝ, P., FARKAČ, J. *Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí*. Klapalekiana, 1996, vol. 32, p. 15-26. ISSN 1210-6100.
33. CHOBOT, K. ŘEZÁČ, M., BOHÁČ, J. *Epigeické skupiny bezobratlých a jejich indikační schopnosti*. In VAČKÁŘ, D. (ed.). *Ukazatele změn biodiverzity*. Praha: Academia, 2005. ISBN 80-200-1386-5
34. IRMLER, U. *The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators*. Agriculture, Ecosys. and Envir., 2003, vol. 98, p.141-151. ISSN 0167-8809.
35. JACKSON, L., BAWA, K., PASCUAL, U., PERRINGS, C. *Agrobiodiversity: a new science agenda for biodiversity in support of sustainable agroecosystems, agrobiodiversity science plan and implementation strategy*. Diversitas report, 2005, no. 4. ISSN 1813-7105.
36. JAHNOVÁ, Z., BOHÁČ, J. *Communities of epigeic beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) on plantations of fast growing grasses*. In SOLDÁN, T., PAPÁČEK, M., BOHÁČ, J. (eds.). *Communications and Abstracts, SIEEC 21, June 28-July 3, 2009*. České Budějovice: University of South Bohemia, 2009.
37. JENÍK, J. a kol. *Biodiverzita, udržitelný rozvoj horských oblastí*. In MOLDAN, B., HÁK, T., KOLÁŘOVÁ, H. (eds.). *K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. Svazek 1. Zdroje a prostředí*. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2002. ISBN 80-238-8378-X.
38. KOHOUT, P., JAHNOVÁ, Z., BOHÁČ, J. *Non-food utilization of Biomass in the energy sector of EU and its effect on biodiversity (Case study from the Czech Republic)*. Herald of the International Academy of sciences, 2010, special issue, p. 99-100. ISSN 1819-5733.

39. KROMP, B. *Carabids beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., 1999, vol. 74, p. 187-228. ISSN 0167-8809.
40. KULT, K. *Klíč k určování brouků čeledi CARABIDAE Československé republiky (Zpracováno se zvláštním zřetelem k druhům zemědělsky důležitým), II. část*. Praha: Československá společnost entomologická, 1947.
41. LEPŠ, J., ŠMILAUER, P. *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2000.
42. LEWANDOWSKI, I., SCURLOCK, J.M.O., LINDVALL, E., CHRISTOU, M. *The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe*. Biomass and Bioenergy, 2003, vol. 25, p 335-361.
43. LOHSE, G. A. *Staphylinidae I (Micropeplinae bis Tachyporina)*. In FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (eds.). *Die Käfer Mitteleuropas*. Krefeld: Goecke & Evers Verlag, 1964.
44. LOHSE, G. A., BENICK, G., LIKOVSKY, Z. *Staphylinidae II (Hypocyphtinae bis Aleocharinae)*. In FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (eds.). *Die Käfer Mitteleuropas*. Krefeld: Goecke & Evers Verlag, 1974.
45. LÖVEI, G. L., SUNDERLAND, K. D. *Ecology and Behavior of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae)*. Annual Review of Entomology, 1996, vol. 41, p. 231-256. ISSN 0066-4170.
46. MAGURA, T., KÖDÖBÖCZ, V. *Carabid assemblages in fragmented sandy grasslands*. Agriculture, Ecosyst. and Envir., 2007, vol. 119, p. 396-400. ISSN 0167-8809.
47. NIEMELÄ, J. *Carabid beetles (Coleoptera:Carabidae) and habitat fragmentation: a review*. Eur. J. Entomol., 2001, vol. 98, p. 127-132. ISSN 1210-5759.
48. OBRTTEL, R. *Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera*. Acta ent. bohemoslov., 1971, vol. 68, p. 3000–3009.

49. PETŘÍKOVÁ, V. Nedostatek biomasy [online]. c 2011 [cit. 2011-03-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedostatek-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.
50. PORHAJAŠOVÁ, J., PETŘVALSKÝ, V., ŠUSTEK, Z., URMINSKÁ, J., ONDRIŠÍK, P., NOSKOVIČ, J. *Long-termed changes in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in a field treated by organic fertilizer*. *Biologia*, 2008, vol. 63, p. 1184-1195.
51. PRIMACK, R. *Biologické principy ochrany přírody*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-552-0.
52. RAINIO, J., NIEMELÄ, J. *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators*. *Biodiversity and Conservation*, 2003, vol. 12, p. 487-506. ISSN 0960-3115.
53. SEMERE, T., SLATER, F. M. *Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (Miscanthus x giganteus) and reed canary-grass (Phalaris arundinacea) fields*. *Biomass & Bioenergy*, 2007a, vol. 31, p. 20-29. ISSN 0961-9534.
54. SEMERE, T., SLATER, F. M. *Invertebrate populations in miscanthus (Miscanthus x giganteus) and reed canary-grass (Phalaris arundinacea) fields*. *Biomass & Bioenergy*, 2007b, vol. 31, p. 30-39. ISSN 0961-9534.
55. SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J. (eds.). *Nepotravinářské využití fytomasy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2006. ISBN 80-7040-857-X.
56. SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J. (eds.). *Využití fytomasy pro energetické účely*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2005. ISBN 80-7040-833-2.
57. SOVIŠ, M. *Nadměrný odchyt epigeonu – kolik zemních pastí postačuje pro poznání druhového spektra?* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, 2010. Diplomová práce.
58. STANOVSKÝ, J., PULPÁN, J. *Střevlíkovití brouci Slezska (severovýchodní Moravy)*. Frýdek – Místek: Muzeum Beskyd, 2006. ISBN 80-86166-20-1.

59. STUPAVSKÝ, V. *Víme, co se pod pojmem biopaliva ve skutečnosti skrývá? Mají biopaliva negativní vliv na rostoucí ceny potravin?*[online]. c 2008 [cit. 2010-12-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vime-co-se-pod-pojmem-biopaliva-ve-skutecnosti-skryva-maji-biopaliva-negativni-vliv-na-rostouci-ceny-potravin>>. ISSN: 1801-2655.
60. ŠRÁMEK, P., et al. *Zvyšování biodiverzity travních porostů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. ISBN 80-7271-091-5.
61. ŠŤASTNÝ, J. *Vliv turismu a managementu krajiny v Šumavském národním parku a Chráněné krajinné oblasti na společenstva epigeických brouků*. České Budějovice: Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008. Diplomová práce.
62. ter BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P. *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Ithaca: Microcomputer Power, 1998.
63. THIELE, LU. *Carabid Beetles in Their Environment*. Berlin: Springer-Verlag, 1977.
64. VÁŇA, J. *Energetické využívání biomasy*. In MOTLÍK, J., et al. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice : Studie analyzující současný stav, předpoklady rozvoje do r. 2010 a výhled vzdálenějšího horizontu*. Praha : ČEZ, 2003.
65. VYSOKÝ, V. *Drabčici Českého středohoří (Coleoptera: Staphylinidae)* [online]. c2010 [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskestredohori.cz/zvirena/drabcici-ceskeho-stredohori.htm>>.
66. WEGER, J. *Biomasa jako zdroj energie* [online]. c 2009 [cit. 2010-12-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>. ISSN: 1801-2655.
67. ZIMOLKA, J. *Využití biomasy k energetickým účelům*. In ŠNOBL, J., et al. *Rostlinná výroba IV*. Praha: Česká zemědělská univerzita Praha, 2004. ISBN 80-213-1153-3.

PŘÍLOHY

Příloha č. 1. Primární soubor dat pro ordinální analýzy. Zdroj: autorka.

	I2008	II2008	III2008	T2008	I2009	II2009	III2009	C2009	I2010	II2010	III2010	C2010
Agoasi						1				1		
Agogra												1
Agosex			1		2	4	3		2			1
Agovid						1	3					
Amaaeen	11	1	1	2	13	1	4	8				
Amaeur	20	1	1		3	2	1	12				
Amafam									1	1		
Amaova												3
Amasim	1											3
Anisig									2	1		
Ancdor	3			1	37	15	12		1		3	
Benlam	2	1	1	2	9	3	8	5				
Bemman		1	1	1								
Calfus	6	5	2	28	16	5	5	28	1		3	1
Calmel	4		1		2	3	2		1		1	
Cargra					3		1				1	
Carsch	8	3	10		27	9	15	14	17	11	32	19
Ciccam				1		2						
Clifos	1				1	7	10					
Haraen	11	5	3	4		1						
Haraff					2		1	1				
Haratr	9		1	3								
Hargri					5	1						
Harsig	1	1	1									
Harrub	1				20	2	5	1	1			
Leipil		1			1	1	1	1	1			
Lorpil	1		1		1	2	6	1				
Nebbre	15	25	20	5	2	1	3					
Notpus							2	1				
Poecup	66	20	35	100	53	44	93	45	39	4	20	4
Poever					1			1				
Pseruf	64	9	19	35	44	16	26	28	7	3	8	8
Ptemel	3		1	6							1	
Ptemin										1		
Ptenig		1	1		10	10	10	23	4	1	1	5
Ptnigr	1		1									
Pteovo					1		2	1				
Ptestr						1	1					
Ptever		2	1									
Trequa						2	3	1				
Alebip				1								
Anorug					1			3				
Antatr						2						
Athfun	1				1	1	1					
Athtri		1										
Bolcas						2						
Drucan	6		2		5	2		18		1		4
Gabpen							1					
Gyratr			1									
Latvol							1					
Ontmur								1				1
Phiatr				1								
Phicog	4	8	2		15	9	10	21				4
Phicon			1									
Phipol									2			
Phivar					2	1	1	3				
Quemol							1					
Stadim					1	1	1	3	3	1	10	
Staner		1										
Steate	1											
Stecla	1		1				3	1				
Taccor			1					1				
Tacsig						1	2	4				
Tassign		1	1						1			2
Tachyp		1	1			2	1	2				
Tacobt	1	1			2		2	1				
Tacobt			1									
Xanlin	2	1										
Zyrlim	2							2				

Příloha č. 2. Hodnoty charakteristiky prostředí (environmentální proměnné). Zdroj: autorka.

	2008	2009	2010	lesknice	ovsík	srha	topinambur	kontrola	pole	
I2008	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
II2008	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
III2008	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
T2008	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
I2009	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
II2009	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
III2009	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
C2009	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
I2010	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
II2010	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
III2010	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
C2010	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0

Příloha č. 3. Pohled na lokalitu, vpravo topinambur hlíznatý, vlevo srha laločnatá. Foto: autorka.



Příloha č. 4. Pohled na lokalitu, vlevo okolní biotop, který vpravo postupně přechází v lesknici rákosovitou. Foto: autorka.



Příloha č. 5. Pohled na lokalitu. Zleva leskice rákosovitá, ovsík vyvýšený, srha laločnatá. Foto: autorka.



Příloha č. 6. Střevlík *Carabus scheidleri*, skupina R2. Foto: O. Zicha, <http://www.biolib.cz>.



Příloha č. 7. Drabčák *Staphylinus dimidiaticornis*, skupina E. Foto: M. Deml, <http://www.biolib.cz>.

