

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn Ph.D.

Bakalářská práce

Vliv konvenčního pěstování pšenice a kukuřice na biodiverzitu epigeických brouků

Biodiversity of epigeic beetles in wheat and maize fields in
conventional management

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Konzultant: Ing. Zuzana Jahnová, doktorandka

Autor: Karolína Slováková

České Budějovice, 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **KAROLÍNA SLOVÁKOVÁ**

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Název tématu: **Vliv konvenčního pěstování pšenice a kukuřice na biodiverzitu epigeických brouků**

Biodiversity of epigeic beetles in wheat and maize fields in conventional management

Zásady pro vypracování:

(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

1. Vypracovat literární rešerši problematiky biodiverzity epigeických brouků na polích pšenice a kukuřice. Úloha této skupiny z hlediska ekosystémových služeb pro zemědělce.
2. Seznámit se s metodikou odebráním vzorků a hodnocením biodiverzity epigeických brouků v modelových agroekosystémech.
3. Seznámit se s taxonomií a autekologií základních druhů epigeických brouků vyskytujících se v kulturní krajině na území ČR.
4. Seznámit se statistickými metodami hodnocení vzorků (dominance, biotický index antropogenního ovlivnění).
5. Odběr vzorků v modelových biotopech.
6. Stanovit druhovou diverzitu a aktivitu společenstev epigeických brouků v modelových agroekosystémech.
7. Stanovit stupeň antropogenního ovlivnění společenstev. Porovnání společenstev v různých agroekosystémech.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha

Rozsah průvodní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek

Seznam odborné literatury:

Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372.

- Boháč J., 2003: The effect of environmental factors on communities of carabid and staphylinid beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). Frouz, J., Šourková, M., Frouzová, J. (eds.): Soil physical properties and their interactions with soil organisms and roots of plants, Institute of Soil Biology AS CR, České Budějovice, p. 113-118.
- Boháč J., Jahnová Z., 2015: Land Use Changes and Landscape Degradation in Central and Eastern Europe in the Last Decades: Epigeic Invertebrates as Bioindicators of Landscape Changes. In: Armon R. H., Hanninen O. (Eds) : *Environmental Indicators*, - Springer, pp. 395-419.
- Hůrka K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. *Kabourek, Zlín*, 565 pp.
- Hůrka K., Veselý J. & Farkač J., 1996: Using of carabid beetles for bioindication of the environmental quality (in Czech). *Klapalekiana*, 32, p. 15-26.
- Lee J. C. & Landis D. A., 2002: Non-crop habitat management for carabid beetles. In Holland J. M. (ed.): The agroecology of carabid beetles. *Intercept Limited, Andover*, pp. 279 - 303.
- Luff, M.L., 1966: The abundance and diversity of beetle fauna of grass tussocks. *Journal of Applied Ecology*, 35, p. 189-208.
- Thomas C. F. G., Holland J. M. & Brown N. J., 2002: The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In Holland J. M. (ed.): The agroecology of carabid beetles. *Intercept Limited, Andover*, pp. 305 - 344.
- Turin H., Penev L., Casale A., 2003: The genus *Carabus* L. in Europe. A synthesis. *Fauna Europaea Invertebrata*. No. 2. Sofia-Moscow-Leiden, 536 pp.

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

Konzultant: Ing. Zuzana Jahnová, doktorandka

Datum zadání bakalářské práce: 10.3. 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2018

L.S.

Prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

Prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Vedoucí katedry

Děkan

V Českých Budějovicích dne 15. 3. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Karolína Slováková

Poděkování

Nejvíce bych chtěla poděkovat panu doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi DrSc. za velkou trpělivost, ochotu a pomoc při realizaci odborné stránky mé bakalářské práce. Za pomoc při praktických činnostech této práce děkuji celé své rodině a zvláště svému otci Milanu Slovákovi a své sestře Elišce Slovákové, kteří mi byli nápomocni při sběru vzorků a aplikaci pastí.

Abstrakt

V roce 2016 probíhal průzkum vlivu konvenčního pěstování pšenice a kukuřice na biodiverzitu epigeických brouků. Pole vybrána k tomuto průzkumu spadala do katastrálního území Českých Budějovic a nacházela se mezi obcemi Pašinovice a Římov. Na těchto polích hospodařilo zemědělské družstvo Ločenice.

Pomocí zemních pastí s roztokem etylenglykolu bylo v průběhu května až září odchyceno 622 ks brouků. Ti byli využiti ke stanovení aktivity, dominance, biodiverzity podle Shannon-Weaverova indexu (H), reliktnosti a antropogennímu ovlivnění společenstev epigeických brouků těchto lokalit.

Nejvyšší aktivita byla zaznamenána v kukuřičném poli (353 ks) a 269 ks v poli pšeničném. Nejčastějšími čeleděmi obou lokalit byli střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Nejpočetnějším druhem byl *Poecilus cupreus*, který byl v kukuřičném poli nalezen 153x a v pšeničném poli 140x. Biodiverzita vyšla v porovnání s jinými lokalitami nízká – H kukuřičného pole 1,11 a H pšeničného pole 0,87. Obě lokality se ukázaly jako velmi silně ovlivněné z hlediska antropogenního ovlivnění – ISD kukuřičného pole 1,5 a ISD pšeničného pole 0. Tyto hodnoty poukázaly na 100 procentní výskyt expanzivních druhů v pšeničném poli. Velmi nízký počet (9 ks) reliktnů 2. Řádu – adaptabilních druhů - byl zaznamenán v kukuřičném poli. Adaptabilní druhy byly 2 z čeledi střevlíkovití - *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758) a *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1778) a 3 z čeledi drabčíkovití: *Othius punctulatus* (Goeze, 1777), *Philonthus quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810) a *P. umbratilis* (Gravenhorst, 1802). V žádném z polí, jak už z předešlého vyplývá, nebyly zaznamenány relikty 1. Řádu, tedy vzácné a ohrožené druhy.

Výsledky této práce byly ovlivněny klimatickými podmínkami a pohybem zvěře v průběhu období sběru vzorků.

Klíčová slova: biodiverzita, epigeičtí brouci, agroekosystém, pšeničné pole, kukuřičné pole, antropogenní ovlivnění, aktivita, dominance.

Abstract

In 2016, a survey of the effect of conventional wheat and maize cultivation on the epigeic beetles biodiversity was conducted. The field selected for this survey fell into the cadastral area of České Budějovice and was located between the municipalities of Pašínovice and Římov. The agricultural cooperative Ločenice was operating in these fields.

Using ground traps with ethylene glycol solution, between May and September, 622 beetles were captured. These were used to determine activity, dominance, biodiversity according to the Shannon-Weaver index (H), relictness and anthropogenic impact on communities of epigeic beetles in these localities.

The highest activity was recorded in the corn field (353 pieces) and 269 pieces in the wheat field. The most frequent families of both localities were *Carabidae* and *Staphylinidae*. The most frequent species was *Poecilus cupreus*, found 153 times in the maize field and 140 times in the wheat field. Biodiversity has been low compared to other localities - H corn field 1,11 and H wheat field 0,87. Both sites proved to be very heavily influenced from the anthropogenic point of view - ISD maize field 1.5 and wheat field ISD 0. This value showed a 100 percent presence of expansive species in the wheat field. A very low number (9 pieces) of the 2nd order relicts - adaptable species - was recorded in the maize field. Adaptable species were 2 of the family of *Carabidae* - *Harpalus latus* (Linnaeus, 1758) and *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1778) and 3 of the *Staphylinidae* family: *Othius punctulatus* (Goeze, 1777), *Philonthus quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810) and *P. umbratilis* (Gravenhorst, 1802). In neither field, as mentioned above, no relicts of the 1st order - rare and endangered species were recorded.

The results of this work were influenced by climatic conditions and movement of game during the sampling period.

Key words: biodiversity, epigeic beetles, agroecosystem, wheat field, maize field, anthropogenic influence, activity, dominance.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1. Biodiverzita v agroekosystémech.....	11
2.2. Epigeičtí brouci jako modelová skupina pro studium agroekosystémů a jejich význam pro zemědělce	12
2.2.1 Bionomie brouků.....	12
2.2.2 Hospodářský význam a využití epigeických brouků	13
2.3. Společenstva epigeických brouků v agroekosystému	14
2.3.1 Střevlíkovití kukuřičného pole.....	14
2.3.2 Střevlíkovití pšeničného pole	14
2.3.3 Drabčíkovití kukuřičného pole.....	14
2.3.4 Drabčíkovití pšeničného pole.....	14
2.4. Zástupci brouků	15
2.5. Metody hodnocení rozmanitosti a podobnosti společenstev epigeických brouků	19
2.5.1 Metoda sběru vzorků pomocí zemních pastí.....	19
2.5.2 Výpočet jednotlivých charakteristik v rámci společenstva	20
2.6. Obilniny	23
2.7. Pšenice obecná (<i>Triticum aestivum</i> L.)	23
2.7.1 Agrotechnika pšenice	23
2.7.2 Škůdci pšenice.....	24
2.8. Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.).....	24
2.8.1 Agrotechnika kukuřice	24
2.8.2 Škůdci kukuřice.....	25
2.9. Vliv agrotechniky na biodiverzitu brouků.....	25
2.10. Cíle práce	26
3. Metodika	27
3.1. Pšeničné pole	28
3.2. Kukuřičné pole	28
3.3. Odběr vzorků	29
4. Výsledky	31
4.1. Aktivita a dominance druhů	31
4.1.1 Aktivita druhů	31
4.1.2 Dominance druhů.....	33
4.1.3 Zastoupení čeledí	37
4.2. Ekologické zařazení (reliktnost).....	40

4.3. Index antropogenního ovlivnění brouků (ISD)	41
4.4. Druhová diverzita	42
5. Diskuze.....	44
6. Závěr	47
7. Citace.....	48

1. ÚVOD

Biodiverzita je v současné době často zmiňovaným termínem. Přestože biodiverzita neboli rozmanitost života, je základem pro všechny procesy utvářející funkční zemědělskou krajinu, jako je např.: tvorba půdy, čištění vody a koloběh živin (LOUISE et al., 2005), má na jejím snižování největší podíl právě zemědělská činnost. Vlivem kolektivizace zemědělství na počátku 2. pol. 20. století došlo k fragmentaci krajiny, ztrátě vztahu zemědělce k půdě a likvidaci přirozených a polopřirozených ekosystémů (meze, remízky, aleje,...). S tím je spojeno vymírání druhů vázaných na taková stanoviště (Brožová, 2004; Brejšková a kol., 2005). K hodnocení vlivu hospodaření na biodiverzitu daného pole (nebo jiného agroekosystému) jsou využíváni tzv. bioindikátoři, živočichové, kteří jsou vázáni na určitá stanoviště a jsou různě citliví na jeho narušení. K tomu mohou být využíváni právě epigeičtí brouci. Zvláště sledovanou skupinou jsou čeledi střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*), jejichž taxonomie a autekologie je dostatečně prozkoumána a jsou pro ně vytvořeny ekologické klasifikační stupnice (stupně reliktnosti). Tyto stupnice vytvořené Hůrkou a kol. (1996) pro čeled' střevlíkovití a Boháčem (1999) pro drabčíkovité lze využít i pro ostatní epigeické brouky.

Vzhledem ke zmíněným vlivům na snižování biodiverzity jsem se chtěla dozvědět, do jaké míry jsou pole v okolí mého bydliště ovlivněna hospodařením a pěstovanou plodinou. S metodou odchytu epigeických brouků pomocí zemních pastí jsem se seznámila při školní praxi a tato metoda mi přišla poměrně jednoduchá a vhodná pro realizaci mého záměru.

Cílem této práce je zhodnotit stav biodiverzity epigeických brouků na polích kukuřice a pšenice, které jsou obhospodařovány v systému konvenčního zemědělství. Dalším úkolem je zjistit do jaké míry jsou tato pole ovlivněna člověkem, neboli jak moc jsou svým druhovým složením vzdálená druhovému složení přirozené krajiny. Nakonec jsou výsledky této práce porovnány s výsledky prací prováděných v jiných agroekosystémech, případně v agroekosystémech se stejnou plodinou, ale různým místem nebo typem hospodaření.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

V literárním přehledu je rozebrána biodiverzita v zemědělských ekosystémech. Je zde popsán současný stav biodiverzity ve světě a v České republice. Dále se tato práce zaměřuje na brouky vyskytující se v agroekosystémech a možné metody jejich sběru. Jsou zde zmíněny některé metody hodnocení biologické rozmanitosti. Nakonec jsou dodány stručné informace o obilovinách, ve kterých byla prováděna praktická část této práce.

2.1. Biodiverzita v agroekosystémech

Biodiverzita nebo také biologická diverzita je definována mnoha způsoby. V základním slova smyslu je to rozmanitost života na Zemi. Na biodiverzitu lze nahlížet z mnoha pohledů. Z hlediska detailnosti pohledu (velikosti sledovaného objektu) lze rozlišit biodiverzitu genetickou (rozmanitost genů), druhovou (rozmanitost rostlinných a živočišných druhů) a ekosystémovou (rozmanitost stanovišť a společenstev), (Šarapatka, 2010; Jelínek, 1999). Dále je možné se zabývat diverzitou z hlediska komplexity, času, funkce v krajině nebo měřítka (velikosti sledovaného území), (Šarapatka, 2010). Celosvětová diverzita není doposud dostatečně prozkoumána. Obecně platí, že biodiverzita roste směrem k rovníku. Předpokládá se, že je zatím objeveno jen asi 1,75 mil. druhů ze 14 mil. druhů na Zemi. Doposud je známo přibližně 4 000 druhů bakterií, 80 tis. řas a prvoků, 1,32 mil. živočichů, 270 tis. rostlin a 70 tis. hub. Nejvíce prozkoumanou třídou jsou savci a ptáci. Pokud se zaměříme na bezobratlé, je nejpočetnější třídou hmyz, který je zároveň nejpočetnější třídou ze všech na Zemi (objeveno 950 tis. druhů). Z hlediska počtu ohrožených druhů podle Plesníka (2004) a Roudné (2003) je na Zemi nejvíce ohrožených druhů kvetoucích rostlin (5 390 druhů), poté ptáků (1 183 druhů) a savců (1 130 druhů). Dále je ohroženo 938 druhů měkkýšů, 752 druhů ryb, 555 druhů hmyzu a 408 korýšů. Méně ohrožených druhů je u plazů (296 druhů), obojživelníků (146 druhů) a jehličnanů (141 druhů). Následně v počtu 80 druhů jsou ohroženy mechorosty a 27 ohrožených ostatních druhů z bezobratlých (Plesník, 2004; Roudná, 2003).

Agroekosystém zahrnuje všechny rostliny, živočichy a mikroorganismy, které se v něm vyskytují nebo k němu mají určitý vztah. Tyto zástupce agrobiodiverzity můžeme dále rozdělit na dvě složky. Do první spadají kulturní plodiny a hospodářská zvířata chovaná a pěstovaná zemědělcem (Šarapatka, 2010). Tato diverzita je oproti přírodním ekosystémům velice malá (Laštůvka a Krejčová, 2000; Šarapatka, 2010). Z rostlin je využito jen asi 15 druhů z celkového popsání počtu cca 30 tis. druhů potravně využitelných člověkem (Roudná, 2003 uvádí 7 000 druhů využívaných jako zdroj potravin, z čehož 95% tvoří 30 druhů). Do druhé složky spadají producenti a konzumenti různých řádů a dekompozitoři vstupující do agroekosystému z okolního prostředí. Tyto organismy ovlivňují funkci agroekosystému. Zajišťují např. opylení rostlin, rozklad organického odpadu, jsou přirozenými nepřáteli vyskytujících se škůdců, vytvářejí konkurenci a mohou potlačovat choroby pěstovaných plodin (Šarapatka, 2010). Zastoupení těchto organismů je však v agroekosystémech značně potlačována a nahrazována chemickými vstupy. Proto je tento systém velmi nestabilní a citlivý na biotické a abiotické vlivy okolního prostředí (Laštůvka a Krejčová, 2000; Jelínek, 1999).

Vlivem růstu lidské populace dochází ke zvětšování ploch zemědělské půdy (LOUISE et al., 2005; Jelínek, 1999). Počátky intenzifikace zemědělského hospodaření a zvýšení využívání průmyslových hnojiv a pesticidů byly v České republice zaznamenány počátkem 2. poloviny 20. století. Zvyšováním rozlohy obhospodařovaných ploch došlo k likvidaci krajinných prvků, u kterých Šarapatka (2010) uvádí nejvyšší druhovou rozmanitost oproti např. lesům a křovinám. K těmto oblastem patří mokřady, remízky, meze, keřové porosty, stromořadí, solitérní stromy a extenzivní sady, druhově pestré louky a pastviny a odvodněné pozemky v nivách řek (Brožová, 2004; Brejšková a kol., 2005). V současnosti se Česká republika rozkládá na ploše 7 886 512 ha. Tato plocha je rozčleňována podle využití na zemědělskou a nezemědělskou půdu. Nezemědělská půda zahrnuje lesy, vodní plochy, zastavěné plochy a nádvoří a ostatní plochy, které tvoří 46 % plochy ČR. Zbývá tedy 64 % plochy, na kterých se rozkládá zemědělská půda. Orná půda tvoří 38 % zemědělského půdního fondu (ZPF) což je cca 3 mil. ha ze 4,2 mil. ha celkové rozlohy ZPF. Oproti ostatním zemím EU (Evropské unie) je tento podíl orné půdy vysoký. Podobně jsou na tom pouze Německo a Francie. Dále do zemědělské půdy spadají travní porosty zaujímající 12 % ZPF (HRDP, 2009). Podle Šarapatky a kol. (2008) v ČR klesl počet TTP z 1 400 tis. ha v letech 1949 – 1955 na 828 tis. ha v letech 1986 – 1996. Poslední složkou zemědělských půd jsou trvalé plodiny, které mají 3 % podíl na ZPF. Mezi trvalé plodiny jsou zahrnuty vinice, chmelnice, zahrady a ovocné sady (HRDP, 2009).

Přes vliv intenzivního zemědělství se z hlediska biodiverzity podle Brožové (2004) v ČR vyskytuje vysoké množství druhů a rostlin. Tuto rozmanitost si zachovala nejen díky heterogenitě prostředí - výskytu v několika biogeografických oblastech – jehož vliv na množství druhů dokázal Tews (2004), ale také jejím historickým a kulturním vývojem. Je zde popsáno přes 5 000 druhů rostlin, kolem 380 druhů obratlovců a 50 000 druhů bezobratlých (Brožová, 2004). Laštůvka a Krejčová (2000) uvádí 26 000 popsáných druhů bezobratlých. Tato skupina je tvořena dvoukřídlými (6 700 druhů), blanokřídlými (6 400 druhů), motýli (3 300 druhů) a brouky. Počet brouků se pohybuje od 5 700 druhů podle Laštůvky a Krejčové (2000) do 6 100 druhů podle Hudce a kol. (2007) a Zahradníka (2007). Někteří z těchto organismů jsou svým životem vázáni na ekosystémy pravidelně narušované činností člověka. Jednou z významných a často studovaných skupin bezobratlých obývajících agroekosystémy jsou epigeičtí brouci.

2.2. Epigeičtí brouci jako modelová skupina pro studium agroekosystémů a jejich význam pro zemědělce

2.2.1 Bionomie brouků

Brouci (*Coleoptera*) jsou nejpočetnějším řádem na Zemi. Je popsán asi milion druhů (např. střevlíkovitých – *Carabidae*) - je asi 35 tis. druhů), (Hůrka, 1996). Pravděpodobně díky pevnosti jejich těl, mnohotvárnosti a různému způsobu života a vývoje se přizpůsobili životu ve většině ekosystémů (Boháč, 2003a; Hůrka, 1996) a lze je nalézt v každé roční době (Novák a kol., 1969). Zvláště významnou skupinou jsou epigeičtí brouci, kteří se ve střední Evropě vyskytují přibližně ve 2 000 druzích. Do této skupiny jsou zařazovány čeledi brouků žijících na povrchu nebo ve svrchní vrstvě půdy, případně v opadu listí. Aktivita epigeických brouků v agroekosystémech může být dělena v rámci dne i v rámci ročního období. Aktivita během ročních

období je závislá především na vývoji daného druhu. Například střevoevropští střevlíkovití zahrnují brouky spíše s noční aktivitou. Jejich rozmnožování a vývoj larev probíhá během jara a léta. Noví dospělci se pak líhnou v létě a na podzim a následně přezimují. Což znamená jednoletý vývojový cyklus s diapauzou (tzn. zastavení nebo zpomalení vývoje, neovlivněný klimatickými podmínkami) gonád (pohlavních orgánů), (Hůrka, 1996). Nejvíce početnými čeledi epigeických brouků jsou střevlíkovití a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Dále sem patří například hrobaříkovití (*Silphidae*) a vrubounovití (*Geotrupidae*), (Boháč et. Jahnová, 2015).

2.2.2 Hospodářský význam a využití epigeických brouků

Epigeičtí brouci na polích jsou většinou dravci, kteří napadají nejrůznější kořist nebo jsou rozkladači uhynulých bezobratlých či obratlovců. Lovenou potravou jsou zejména různí bezobratlí, včetně druhů škodlivých pro zemědělce (mšice, housenky, drátovci, slimáci, atd.). Proto jsou používáni jako tzv. „biologická zbraň“ proti nim (Hůrka, 1996; Thiele, 1977; Zahradník, 1993). Tento způsob je využíván převážně v ekologickém systému hospodaření.

Nejznámějším příkladem dravce je asi sluněčko z čeledi *Coccinellidae*, jehož larvy i dospělci se živí mšicemi. Mšicemi se však živí i rody *Bembidion* a *Anchomenus* z čeledi střevlíkovití. Někteří z této čeledi jsou predátorem i mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). Jsou to např. střevlík měděný (*Carabus cancellatus*), střevlík zlatý (*C. auratus*) a střevlík zrnitý (*C. granulatus*), (Zahradník, 1993) a dále rod *Lebia*, který je mandelince ektoparazitem (jejich larvy se vyvíjí v jejich kuklách a larvách). Jiní brouci se specializují jen na určitou kořist. Např. housenky motýlů loví krajník – *Calosoma*; chvostokoky se živí druhy rodu *Leistus* a dále druhy *Loricera* a *Notiophilus*. Larvy i imaga některých drabčků loví někteří z rodu *Dyschirius*. (Hůrka, 1996). Někteří střevlíkovití se živí semeny plevelů v polních kulturách (např. druh *Poecilus cupreus* – střevlíček měděný). Plicnatými plži se živí rody *Cychrus* a *Licinus* (Hůrka, 1996). Slimáky se také živí druh *Pterostichus melanarius*, který je však za kořist vyhledává pouze v nepřítomnosti alternativní potravy, kterou jsou např. žížaly a larvy dvoukřídlých (Symondson et al., 2006).

Jako člověku prospěšné lze označit i ty brouky, kteří opylují květy. Jsou to brouci živící se nektarem rostlin (např. drabčci – *Staphylinidae* nebo lesknáči – *Nitidulidae*, tesaříci – *Cerambycidae*, zlatohlávci - *Scarabaeidae*) anebo pouze čekají na květech na svou kořist (Zahradník, 1993).

Některé čeledi (střevlíkovití a drabčíkovití) lze využít i jako indikátory stupně antropogenního ovlivnění a pro další ekologické a biocenologické vědecké studie. Tyto čeledi se totiž vyskytují jak v polo-přirozených, tak v umělých stanovištích. Dalším důvodem využití těchto čeledí je znalost jejich nároků a jejich citlivost na změny prostředí (pH, vlhkostní poměry, toxické látky – insekticidy, herbicidy, těžké kovy - nadměrné užívání hnojiv). Častěji jsou využíváni střevlíkovití, protože se snadněji určují (Avgin & Luff, 2010; Boháč, 2003b; Boháč, 1999; Hůrka, 1996).

2.3. Společenstva epigeických brouků v agroekosystému

Nejčastějšími druhy čeledi střevlíkovití v agroekosystémech jsou: *Pterostichus melanarius*, *Harpalus rufipes* a *Poecilus cupreus*, jak uvádí Jahnová (2014), která provedla shrnutí nejčastěji se vyskytujících brouků čeledi střevlíkovitých v agroekosystémech jihočeského kraje.

Z čeledi drabčíkovití se v kulturní krajině nejčastěji setkáme s těmito druhy: *Staphylinus dimidiaticornis*, *S. fosfor* a *S. erythropterus*, dále pak s druhy *Drusilla canaliculata* a *Tachyporus hypnorum* (Boháč, 2007).

2.3.1 Střevlíkovití kukuřičného pole

Nejčastější druhy střevlíkovitých v kukuřičných polích na jihu Moravy podle Štěrby (2010) byli: *Pseudoophonus rufipes*, *Pterostichus melanarius*, *Amara aenea*, *Harpalus affinis*, *Anchomenus dorsalis*, *Zabrus tenebroides*. Na kukuřičném poli u Litvínovic sledovaném Svobodou v roce 2012 byly nejpočetnější podobné druhy jako u Štěrby (2010), (*Pterostichus melanarius* a *Pseudoophonus rufipes*) a dále druh *Agonum sexpunctatum*. Nejpočetnější střevlíkovití v kukuřici pěstované ve východním Rumunsku byli: *Pseudoophonus rufipes*, *Poecilus cupreus*, *Pterostichus stenos*, *Pterostichus macer* a *Metophonus rupicola* (Varvara et al., 1998).

2.3.2 Střevlíkovití pšeničného pole

Thiele (1977) uvádí jako nejčastější druhy střevlíkovitých vyskytující se v pšenici těchto 8: *Pterostichus vulgaris*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes*, *H. aeneus*, *Agonum dorsale*, *A. muelleri*, *Bembidion lampros* a *Trechus quadristriatus*. Tyto druhy se vyskytují (v menším množství) i v trvalých kulturách (louky, pastviny a pole jetele a vojtěšky). Péter et al. (1998), kteří sledovali v letech 1992 a 1993 pole ozimé pšenice a jeho okraje v Maďarsku uvádějí jako nejčastější druh také *Poecilus cupreus* avšak dále rozdílně uvádí druhy: *Poecilus sericeus*, *Platynus dorsalis*, *Microlestes minutulus*, *Calosoma auropunctatum* a v roce 1992 i *Bembidion properans*. Oproti tomu Svoboda (2012), který v rámci své diplomové práce prováděné v okolí Litvínovic sledoval mimo jiné i pole pšenice, uvádí jako nejvíce zastoupené druhy *Pterostichus melanarius*, *Pseudoophonus rufipes* a dále druh *Amara plebeja*.

2.3.3 Drabčíkovití kukuřičného pole

Podle Boháče (1999), který prováděl průzkum na polích kukuřice, jsou nejčastějšími druhy *Aleochara bipustulata*, *Oxytelus rugosus*, *Tachyporus hypnorum* a *Philonthus cognatus*.

2.3.4 Drabčíkovití pšeničného pole

Nejčastěji se vyskytující druhy drabčíkovitých na pšeničném poli jsou *Dinaraea linearis*, *Philonthus cognatus* a *Tachinus rufipes* (Boháč, 1999).

2.4. Zástupci brouků

Zde jsou uvedeni zástupci čeledí střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*), kteří se nejčastěji vyskytují na polích pšenice a kukuřice.

STŘEVLIKOVITÍ (Obr. č. 1)

- ❖ *Amara aenea* (De Geer, 1774) - **kvapník kovový, E**, (Obr. 1a)
Amara aenea je jeden z nejpočetnějších druhů střevlíčků vyskytujících se na suchých (i vlhkých – Zahradník a Severa, 2004) místech. Lze ho nalézt na polích, loukách, okrajích vod i ve městech a to od nížin po hory v Evropě (Zahradník, Severa, 2004; Veselý, 2002). Je tedy zařazen mezi eurytopní druhy, což znamená, že obývá i stanoviště velmi silně ovlivněná člověkem (Veselý 2002).

- ❖ *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), = *Agonum dorsale* - **střevlíček ošlejchový, E**, (Obr. 1b)
Tento druh se vyskytuje v palearktické oblasti od západu až po střední Asii jako eurytopní druh. Žije na sušších, nezastíněných, přirozených i druhotných stanovištích. Patří mezi nejhojnější druhy (Veselý, 2002).

- ❖ *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) - **šídlatec lesklý, E**, (Obr. 1c)
Tento palearktický druh obývá nezastíněná stanoviště ruderalů, luk, okrajů polí a lesních pasek. Je řazen k eurytopním a nejhojnějším druhům (Pulpán a Stanovský, 2006; Veselý, 2002).

- ❖ *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777), **střevlíček hnědý, E**, (Obr. 1d)
Podle Veselého (2002) obývá tento eurytopní druh suchá místa, okraje polí, úhory, písčiny a louky (stepi).

- ❖ *Harpalus affinis* (Scharnk, 1781) = *Harpalus aeneus* (Fabricius, auctorum) - **kvapník modrý, E**, (Obr. 1e)
Tento transpalearktický druh se vyskytuje na okrajích polí, ruderálech, mezích a dalších sušších stanovištích. Patří mezi nejhojnější druhy (Veselý, 2002).

- ❖ *Poecilus cupreus* (Linné, 1758) – **střevlíček měděný, E**
Střevlíček spadá do podčeledi *Harpalinae*. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí od 9,6 do 14 mm. Patří mezi nejběžnější druhy střevlíkovitých. Je eurytopním druhem. Vyskytuje se na zastíněných stanovištích stepí, polí, luk, ruderalů i břehů vod a to od nížin po hory (Hůrka, 2005).

- ❖ *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774) = *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774) - **kvapník plstnatý, R2**, (Obr. 1f)
Tento palearktický druh se vyskytuje od nížin po hory. Patří mezi adaptabilní druhy. Jeho výskyt je častý na ruderálech, v agrocenózách i intravilánech obcí (Pulpán a Stanovský, 2006).

- ❖ *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) - **střevlíček obecný, E**, (Obr. 1g)
Tento druh je hojný, obývá zejména okraje polí a mladé lesy. Přesto ho Veselý (2002) zařazuje mezi adaptabilní A/R2. Pulpán a Stanovský (2006) ho však jmenují mezi eurytopními druhy brouků.

Obrázek č. 1: Přehled nejčastěji se vyskytujících druhů brouků čeledi střevlíkovití (*Carabidae*) v agroekosystémech.



a) *Amara aenea* (De Geer, 1774) - **kvapník kovový**
(zdroj: biolib.cz-a)



b) *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) - **střevlíček ošlejkový**
(zdroj: biolib.cz-b)



c) *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) - **šídlatec lesklý**
(zdroj: biolib.cz-c)



d) *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777), **střevlíček hnědý**
(zdroj: biolib.cz-d)



e) *Harpalus affinis* (Scharnk, 1781) - **kvapník modrý**
(zdroj: biolib.cz-e)



f) *Poecilus cupreus* (Linné, 1758) – **střevlíček měděný**
(zdroj: biolib.cz-f)



g) *Pseudophonus rufipes* (De Geer, 1774) = *Harpalus rufipes* - **kvapník plstnatý**
(zdroj: biolib.cz-g)



h) *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) - **střevlíček obecný**
(zdroj: biolib.cz-h)

DRABČÍKOVITÍ (Obr. č. 2)

❖ *Aleochara bipustulata* (Linnaeus, 1760) - **výslunník dvoutečný, E**, (Obr. 2a)
Druh žijící v palearktických a nearktických oblastech spadá do podčeledi *Aleocharinae*. Vyskytuje se v celé ČR. Tento druh nalezneme ve všech biotopech vč. agroocenóz v trusu a rozkládajících se zbytcích. Jedná se tedy o eurytopní druh (E), (Boháč a Matějček, 2003).

❖ *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787), **E**, (Obr. 2b)
Tento druh spadá do čeledi drabčíkovitých (*Staphylinidae*) a podčeledi *Aleocharinae*. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí 4 – 4,8 mm. Tento brouk je štíhlý, hnědočervený a má hnědý pruh na hlavě a zadečku. Má dlouhé nohy a tykadla a na rozdíl od ostatních druhů má krkovitě zaškrcení hlavy. Patří k hojným druhům žijících pod kameny, listím, mechem a často v blízkosti mravenců (Hůrka, 2005).

❖ *Omalius caesum* (Gravenhorst, 1806), **E**, (Obr. 2c)
Omalius caesum je zařazen do podčeledi *Omaliinae*. Tento druh je rozšířen v palearktických a nearktických oblastech (=holarktický). Žije na celém území ČR jako eurytopní druh (E). Vyskytuje se v různých biotopech vč. lesů a to na hniјících organických materiálech (Boháč a Matějček, 2003).

❖ *Oxytelus rugosus* = *Anotylus rugosus* (Fabricius, 1775), **E**, (Obr. 2d)
Tento druh spadající do podčeledi Oxytelinae je rozšířený po celém našem území. Vyskytuje se v hniјícím a rozkládajícím se organickém materiálu, v listí na kompostech a hnoji (Boháč a Matějček, 2003).

❖ *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775), **E**, (Obr. 2e)
Tachyporus hypnorum spadá do podčeledi *Tachyporinae*. Je palearktickým druhem vyskytujícím se po celém našem území. Tento všudypřítomný druh najdeme nejčastěji v mechu, listí, rozkládajícím se a hniјícím organickém materiálu v kompostech a pod kameny (Boháč a Matějček, 2003).

❖ *Philonthus cognatus* (Stephens, 1832), **E**, (Obr. 2f)
Philonthus cognatus je druh rošířený celé Severní Americe a Eurasii (=Holarktický druh). Spadá do podčeledi *Staphylinidae*. Tento druh žije jak v lesích, tak na polích, loukách i ruderálech. Lze ho nalézt pod kameny, v mechu, opadu a rozkládajícím se rostlinném materiálu (Boháč a Matějček, 2003).

Obrázek č. 2: Přehled nejčastěji se vyskytujících druhů brouků čeledi drabčíkovití (*Staphylinidae*) v agroekosystémech.



a) *Aleochara bipustulata* (Linnaeus, 1760)
- **výslunník dvoutečný**
(zdroj: cassidae.uni.wroc.pl-a)



b) *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787),
(zdroj: cassidae.uni.wroc.pl-b)



c) *Omalium caesum* (Gravenhorst, 1806),
(zdroj: biolib.cz-i)



d) *Oxytelus rugosus* = *Anotylus rugosus*
(Fabricius, 1775), (zdroj: biolib.cz-j)



e) *Tachyporus hypnorum* (Fabricius,
1775),
(zdroj: biolib.cz-k)



f) *Philonthus cognatus* (Stephens, 1832),
(zdroj: biolib.cz-l)

2.5. Metody hodnocení rozmanitosti a podobnosti společenstev epigeických brouků

Sběr živočišného materiálu k následnému hodnocení je možný mnoha způsoby (Novák a kol, 1969). Nejčastěji používanou metodou získávání dat je metoda zemních pastí (Jahnová a Boháč, 2014). Tato metoda je rozebrána v následujícím textu.

2.5.1 Metoda sběru vzorků pomocí zemních pastí

Metody sběru se rozlišují na kvalitativní a kvantitativní. Kvantitativní metody se dělí na absolutní a relativní.

Do kvantitativních metod patří i metoda zemních pastí. Novák a kol.(1969) uvádějí dalších 8 možností odchyty brouků a to: prosívání rostlinného materiálu nebo půdy, smýkání, sklepávání, lov vodní a vzdušnou sítí nebo do pastí (s návnadou nebo bez), sběr na světlo a individuální sběr. Způsob odchyty je závislý na období, místě odchyty a samozřejmě na cílové skupině hmyzu (brouků) – např. aktivita, vývoj, výskyt a potrava daného druhu (Novák a kol., 1969). Pro odchyt epigeických brouků je nejčastěji využívána metoda zemních pastí.

Zemní pasti patří mezi relativní kvantitativní metody. Metoda zemních pastí spočívá v zapravení nádoby do země tak, aby okraj nádoby (sklenice, plechovka, kelímek) splýval s povrchem půdy. Nádoba je naplněna fixační tekutinou – vodou, octem, formalinem, etylenglykolem – popř. může být využita i návnada (v případě preference některých např. masožravých druhů; nebo při zjišťování potravních nároků jednotlivých druhů). Existuje několik metod vylepšujících tuto základní metodu např.: stříška, sítko nebo otvor v kelímku zajišťující odtok přebytečné tekutiny aniž by byla past vyplavena.

Výhodou této metody je nenáročnost na kvalitu lidské práce (zemní pasti fungují samy). Při využití způsobu zapravení pastí do půdy tak, že jsou 2 kelímky v 1 díře, je zároveň usnadněna manipulace při výběru pastí.

Nevýhodou je, že je výsledek ovlivněn počasím v době odebírání vzorku, povětrnostními podmínkami před sběrem (t, vlhk., vítr, slunce) – ovlivnění aktivity – roční a denní doba odběru. Proto je nutno tyto údaje zaznamenávat, aby šlo srovnávat výsledky v závislosti na podmínkách prostředí. Dále je vhodné zaznamenávat i fenologické údaje (Novák a kol., 1969).

Touto metodou lze sledovat aktivitu druhů během roku, ale i během jednoho dne. Lze získat i údaje o početnosti druhů (abundanci). Dále také můžeme zjistit přibližné údaje o dominanci jednotlivých druhů daného stanoviště. Tento výsledek je však zatížen rozdílnou pohybovou schopností a velikostí druhů. Dále pak lze vypočítat různé indexy druhové diverzity podle druhového zastoupení jedinců a stanovit reliktnost jednotlivých druhů, neboli schopnost žít v prostředí do určité míry ovlivněné člověkem. Z tohoto údaje pak lze vypočítat biotický index antropogenního ovlivnění.

2.5.2 Výpočet jednotlivých charakteristik v rámci společenstva

Pro hodnocení diverzity v rámci společenstva (alfa- diverzita) se využívají výsledky abundance a dominance jednotlivých druhů (čeledí, řádů,...), a indexů druhové pestrosti. Dále pak lze stanovit míru ovlivnění daného prostředí člověkem (index antropogenního ovlivnění) podle zjištěného výskytu reliktních (R1, R2, E). Stanovení stupně reliktnosti však existuje jen pro některé čeledi bezobratlých (např. střevlíkovití a drabčíkovití).

Dominance (D)

Dominance patří mezi relativní kvantitativní ukazatele (Boháč, 1999). Vyjadřuje procentuální zastoupení populací z celkového počtu jedinců biocenózy.

Pro výpočet dominance lze využít vzorec: $D = \frac{n_i}{n} * 100[\%]$

n_i vyjadřuje početnost druhu a n je součtem všech druhů. Následně se druhy zařazují do 5 tříd podle jejich procentuálního zastoupení (Tab. č. 1).

Tabulka č. 1: Rozdělení druhů podle jejich procentuálního zastoupení v biocenóze (dominance), (Laštůvka a Krejčová, 2010).

Druh	Dominance [%]
Eudominantní	Více než 10
Dominantní	5 – 10
Subdominantní	2 – 5
Recedentní	1 – 2
Subrecedentní	Méně než 1

Indexy druhové diverzity

Pro výpočet biodiverzity existuje mnoho různých typů výpočtů. Těmito výpočty se nevyjadřuje prostý výčet počtu druhů, nýbrž rozložení jedinců mezi jednotlivé druhy. S rostoucím počtem druhů, tak roste i diverzita dané biocenózy. Nejvyšší biodiverzitu by pak měla oblast, jejíž každý jedinec by náležel k jinému druhu (Laštůvka a Krejčová, 2000). Níže jsou uvedeny výpočty nejčastěji používaného Shannon – Weaverova indexu druhové diverzity podle Šarapatky (2010) a podle Laštůvky a Krejčové (2000). Dále je pak uveden Margalefův a Menhinickův index druhové diverzity podle Šarapatky (2010). Tyto jednoduché indexy jsou vhodné pro sledování změn ve společenstvech a v dnešní době jsou často nahrazovány metodami statistické analýzy (Šarapatka, 2010).

- Shannon – Weaverův (Shannon – Wienerův) index druhové diverzity. Tento index pracuje s informacemi o početnostech a významnosti sledovaných druhů (Šarapatka, 2010). Předpokládá se, že ve vzorku jsou obsaženy náhodně vybraní jedinci zastupující všechny druhy daného společenstva (Jarkovský a kol., 2012). Šarapatka (2010) vyjadřuje Shannon – Weaverův index diverzity touto rovnicí: $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$. Kde P_i je relativní zastoupení počtu jedinců/biomasy pro daný druh. i a S je celkový počet druhů společenstva. Laštůvka a Krejčová (2000) rozepisují Shannon – Weaverův

index druhové diverzity takto: $H' = - \sum \left(\frac{n_i}{n}\right) * \log\left(\frac{n_i}{n}\right)$. n_i je hodnota významnosti druhu (počet jedinců druhu) a n je součet hodnot významnosti všech druhů. Při výpočtu se používá přirozený logaritmus. Hodnoty Shannon-Weaverova indexu se podle Jarkovského a kol. (2012) pohybují nejčastěji v rozpětí od 1,5 do 4,5.

Výpočty Shannon – Weaverova indexu mohou být dále využity pro výpočet vyrovnanosti (ekvitability – **E**) zastoupení druhů ve společenstvu:

$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log S'}$. H'_{max} značí index diverzity vyjadřující maximální vyrovnanost (počet druhů je roven počtu jedinců). **S** značí celkový počet druhů. Čím více se pak výsledná hodnota blíží číslu 1, tím je společenstvo vyrovnanější.

- b) Margalefův index druhové pestrosti (**D_{Mrg}**) a Menhinickův index druhové diverzity (**D_{Mhn}**): $D_{Mrg} = \frac{S-1}{\log N}$ a $D_{Mhn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$. Kde **D** je hodnota příslušného indexu, **S** počet druhů a **N** je počet jedinců (všech druhů). Opět je využíván přirozený logaritmus. Tyto indexy se používají při orientačním porovnávání druhové diverzity různých společenstev, jelikož nezohledňují početnost druhů. Jejich hodnota je pak závislá na množství a kvalitě odběru vzorků (Šarapatka, 2010).

Reliktnost (Re)

Pro zařazení druhu podle charakteristického výskytu v určitém prostředí existují klasifikační systémy podle znalosti ekologie bezobratlých v České republice, které využívají jejich bioindikační vlastnosti (schopnost žít v prostředí ovlivněném do určité míry člověkem – reliktnost).

Nenadál (1987) zařazuje střevlíkovité do ekologických skupin D, E, F, G, H a ri. Jednotlivé skupiny mají tyto charakteristiky:

- ❖ Ekologická skupina (ES) D - lesní druhy
- ❖ ES – E – druhy písčín
- ❖ ES - F – druhy rašelinišť a slatin
- ❖ ES – G – druhy přechodných a nestabilních stanovišť
- ❖ ES – H – druhy agrocenóz
- ❖ ES – ri – druhy ripikolní – obývající okolí stojatých a tekoucích vod

Boháč (1999) a Hůrka (1996) sestavili pro drabčíkovité a střevlíkovité klasifikační systém se 3 ekologickými skupinami a to: R1 (R), R2 (A) a E. Toto hodnocení druhů používají ve svých pracích i např.: Veselý (2002) – Střevlíkovití brouci Prahy a Pulpán a Stanovský (2006) – Střevlíkovití brouci Slezska.

- I. Skupina R1 (R) zahrnuje druhy, které se vyskytují v biotopech nejméně ovlivněných činností člověka – tzn., mají nejvyhraněnější nároky na stanoviště. Spadají sem relikty, vzácné a ohrožené druhy přirozených a nepříliš poškozených ekosystémů. Do této skupiny jsou zařazeni hlavně druhy s arктоalpinním, boreoalpinním a boreomontánním rozšířením. Takové

druhy se vyskytují převážně v původních lesních porostech, ve vřesovištích (callunobionti), slaniscích (halobionti), na kamenech (lithobionti), písčích (psamobionti), v jeskyních (troglobionti), rašeliništích (tyrfobionti), močálech, bažinách a prameništích (Boháč, 1999; Veselý, 2002). Podle Veselého (2002) do této skupiny patří 26,5 % střívlíkovitých ČR (119 druhů). Pulpán a Stanovský (2006) uvádějí rozdílně 33 % (174 druhů).

- II. Skupina A (R2) zahrnuje přizpůsobivější (adaptabilnější) druhy vyskytující se v biotopech středně ovlivněných činností člověka. Patří sem druhy obývající kulturní lesy, břehy vod (tekoucích i stojatých), louky a pastviny (Boháč, 1999; Veselý, 2002). Podle Veselého (2002) je to nejpočetnější skupina, zahrnující cca 240 druhů vyskytujících se v Čechách (53,5% všech druhů). Pulpán a Stanovský (2006) uvádějí pouze 49 % (259 taxonů).
- III. Skupina E zahrnuje druhy se širokou ekologickou valencí, eurytopní a expanzivní. Takové druhy žijí v odlesněných stanovištích, silně ovlivněných činností člověka (Boháč, 1999). Takováto stanoviště jsou podle Veselého (2002) přirozeně nestabilní. Do této skupiny patří cca 90 druhů (20%) Čech. Pulpán a Stanovský (2006) uvádějí 18 % (93 taxonů).

Index antropogenního ovlivnění

Index antropogenního ovlivnění se využívá pro hodnocení míry vlivu člověka na určitá stanoviště (biotopy). Byly k tomu využity indikační vlastnosti drabčků a střívlíků, na základě kterých byly navrženy indexy (antropogenního ovlivnění) společenstev drabčků (ISD). Pro výpočet ISD je nutno stanovit reliktnost (Re - schopnost žít v prostředí ovlivněném do určité míry člověkem) jednotlivých sledovaných druhů. Poté se procentuální zastoupení jednotlivých skupin reliktnosti využije ve vzorci: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$ výsledné hodnoty se pak pohybují v rozmezí od 0 do 100 (Tab. č. 2), kdy 0 znamená biotop velmi silně ovlivněný činností člověka, což je charakterizováno výskytem pouze expanzivních druhů. Pokud by vyšla hodnota ISD 100, pak to znamená, že byli odchyceni jedinci pouze skupiny R1 a území není ovlivněné člověkem), (Boháč, 1999).

Tabulka č. 2: Stupeň ovlivnění stanoviště člověkem podle výsledků ISD (Nenadál, 1998):

Stanoviště	ISD
Velmi silně ovlivněné habitaty	0 – 15
Silně ovlivněné	10 – 30
Ovlivněné	30 – 50
Málo ovlivněné	45 – 65
Neovlivněné	50 – 100

Hodnoty indexů jednotlivých stanovišť společně s početností druhů mohou být využity ke zjištění citlivosti daného druhu na stres vzniklý antropogenním ovlivněním (Boháč, 1999).

2.6. Obilniny

Obilniny jsou nejpěstovanějšími hospodářskými plodinami světa (Moudrý a Jůza, 1998; Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Důvodem pěstování je jejich druhová rozmanitost a hospodářská využitelnost jejich produktů. Obiloviny (produkt obilnin – zrno) slouží jako primární zdroj potravy pro člověka, ale i jako sekundární zdroj potravy ve formě masa vyprodukovaného hospodářskými zvířaty, která jsou obilovinami krmena (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Obilniny jsou v potravinářském průmyslu využívány i k výrobě sladu a lihu. Mimoto jsou využívány při výrobě lepidel a farmaceutických výrobků (např. vitamíny, sladové výtažky). Zelená hmota obilnin se využívá jako objemné krmivo ve formě zeleného krmiva, sena, senáže nebo siláže. Sláma je využívána jako stelivo, doplněk objemného krmiva nebo dodává organickou hmotu do půdy při zaorání (Petr a kol., 1983).

Pěstování vybraných obilnin

Většina obilnin se poměrně snadno pěstuje (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Ze všech pěstovaných plodin nejlépe reagují (zvýšením výnosu) na dodání živin, případně na další agrotechnické zásahy (Petr a kol., 1983). Jsou dobře skladovatelné, s obilovinami se dobře manipuluje a jsou bohaté na nutriční látky (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Jsou významným zdrojem energie. Poměr bílkovin a sacharidů se pohybuje na 1 : 5 (6). Obsahují také minerální látky a vitamíny skupiny B (Petr a kol., 1983).

Celosvětově nejpěstovanější je kukuřice, která zaujímá téměř 40% celkové produkce obilovin světa (969,3 mil. t za rok 2015). Následuje pšenice, jejíž sklizeň činila 732,3 mil. t a třetí v pořadí je rýže se 471,1 mil. t za rok 2015 (eagri.cz2). V České republice jsou nejvíce pěstované pšenice, ječmen a kukuřice, dále pak triticales, oves a žito (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Obilniny jsou pěstovány na 1,4 mil. ha a z toho 60% zaujímá pšenice, 26% ječmen a 6% kukuřice na zrno. Dále přibližně 7,5% zaujímají minoritní druhy obilnin a to triticales, oves a žito a zbylé 0,5% zaujímají ostatní obiloviny.

2.7. Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.)

Pšenice je obilninou I. skupiny. Na rozdíl od kukuřice je to rostlina dlouhodobní. Díky své přizpůsobivosti klimatickým podmínkám, vysoké výnosnosti a využitelnosti patří mezi nejpěstovanější obilniny v České republice. Pěstuje se ve dvou formách a to ozimé a jarní (Pulkrábek a kol., 2005).

2.7.1 Agrotechnika pšenice

Pšenice ozimá má nejvyšší nároky ze všech obilnin na půdní podmínky, výživu a předplodinu. Lze ji pěstovat ve všech výrobních oblastech. Optimální pro pěstování pšenice jsou střední až těžší půdy (PH - písčitohlinité, H - hlinité a JH – jílovitohlinité) s pH 6,2 – 7. Pšenice spotřebuje na tvorbu 100 kg zrna cca 3 kg N (ve formě dusičnanů), 0,5 kg P (ve formě P₂O₅) a 2 kg K (ve formě K₂O). Živiny přijímá v množství závislém na typu půdy a půdní zásobenosti (úrodnosti). Vhodnými předplodinami pro pšenici jsou: jeteloviny, luskoviny, olejninny a okopaniny (včas sklizené – pozdější výsev snižuje výnosnost). Zařazení po nevhodné předplodině (obilnině) zvyšuje riziko vzniku chorob, výskyt škůdců a snížení výnosů. Pšenice

ozimá se seje do hloubky cca 4 cm a meziřádkové vzdálenosti cca 12,5 cm. Hustota výsevu se pohybuje okolo 450 zrn na m² (Faměra, 1993).

Během vegetace je porost ošetřován mechanicky: válením (přitlačování rostlin vytažených mrazem) a vláčením (odstranění plevelů ve fázi děložních listů plevelu, případně proředění přehoustlých porostů v době sloupkování) a chemicky: regulátory růstu (podpora odnožování, regulace plevelů) a pesticidy (likvidace chorob, škůdců a plevelů). Sklizeň pšenice je jednorázová pomocí sklízecí mlátičky cca v VIII. (Faměra, 1993).

2.7.2 Škůdci pšenice

Na podzemních částech rostliny: larvy kovaříků – drátovci (*Elateridae*),

Na nadzemních (zelených) částech: hrbáč osenní (*Zabrus tenebrioides*), bzunka ječná (*Oscinella frit*), květilka obilná (*Phorbia coarctata*), vrtalka pšeničná (*Phytobia lateralis*), kohoutci (*Lema*), mšice (*Aphidoidea*), bejlomorka sedlová (*Haplodiplosis marginata*) a zelenuška žlutopásá (*Chlorops pumilionis*),

V obilkách škodí: plodomorka pšeničná (*Contarinia tritici*) a plodomorka plevová (*Sitodiplosis mosellana*).

2.8. Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

Kukuřice spadá do kategorie obilnin II. skupiny. Charakteristikou těchto rostlin je C4 cyklus využití CO₂. Jsou to rostliny teplomilné a krátkodenní (Moudrý a Jůza, 1998).

2.8.1 Agrotechnika kukuřice

V závislosti na typu předplodiny, místních podmínkách a stavu půdy jsou prováděny různé technologické postupy. Nejvhodnější půdy pro pěstování kukuřice jsou hlinité až písčitohlinité středně těžké půdy s pH 5,6 – 7. Nejčastější předplodinou kukuřice jsou obiloviny, proto po jejich sklizni následuje podmítka a následně orba s dodávkou organických a minerálních hnojiv. Pro tvorbu 1 tuny zrna potřebuje kukuřice: 25 – 30 kg N, 4,5 – 7 kg P, 23 – 29 kg K, 4,5 – 7,5 kg Ca a 3,6 – 6 kg Mg. Nejčastěji používaným organickým hnojivem zapravovaným při orbě je chlévský hnůj v dávce 30 – 40(50) t/ha. Hnojení se stanovuje na základě rozboru půdy nebo rostlin. Hnojení dusíkem je u kukuřice limitováno na max 260kg/ha N (pohybuje se většinou od 80 do 200 kg/ha. Hnojení se provádí před setím nebo na podzim (Diviš a kol., 2010; Zimolka a kol., 2008).

Výsev kukuřice probíhá většinou od poloviny dubna do poloviny května, kdy teplota půdy dosahuje 8 – 10 °C. Hloubka setí je 3 – 4 cm, vzdálenost rostlin je 12 – 15 – 30 cm a šířka řádků je 70 – 75 cm. Hustota porostu je závislá na pěstebním zaměření (pěstování na zrno/siláž), daném kultivaru a podmínkách prostředí. Pohybuje se v rozmezí od 7 do 11 rostlin/m². Během vegetace většinou při současných používaných technologiích (přesné setí, chemická ochrana a hnojení, hybridy) není potřeba do porostu vstupovat. Kukuřice pěstovaná na zrno se sklízí při dosažení fyziologické zralosti (= obsah sušiny 65 – 68 %, zrno je tvrdé a lesklé s načernalou bází). Skladovaná kukuřice musí mít vlhkost 14%. Sklizeň silážní kukuřice začíná na konci těstovité zralosti (= obsah sušiny 28 – 34 %), (Zimolka a kol., 2008).

2.8.2 Škůdci kukuřice

Na podzemních i nadzemních částech rostlin - bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*); květilka všežravá (*Delia platura*, syn. *Hylemia platura*), osenice (*Agrotis spp.*)

Na nadzemních částech rostlin – bzunka ječná (*Oscinella frit*); černopáska (můra) bavlníková (*Heliotis armigera*, syn. *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea*), mšice – mšice střemchová (*Rhopalosiphum padi*), kyjatka osenní (*Sitobion avenae*), kyjatka travní (*Metopolophium dirhodum*); sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*); třásněnky – třásněnka obilná (*Frankliniella tenuicornis*), třásněnka ostnitá (*Limothrips denticornis*), truběnka travní (*Haplothrips aculeatus*), truběnka pšeničná (*Haplothrips tritici*), třásněnka ovesná (*Stenothrips graminum*); zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubialis*, syn. *Pyrausta nubialis*), travařka (*Sesamia monagrioides*).

Na podzemních částech rostlin – drátovci (larvy kovaříků – *Elateridae*); tiplice bahenní (*Tipula paludosa*), tiplice zelná (*Tipula oleracea*)

2.9. Vliv agrotechniky na biodiverzitu brouků

V rámci obhospodařování půdy dochází k mnoha disturbancím, které negativně působí na výskyt brouků v agroekosystémech. Odvodňování, orba, hnojení průmyslovými hnojivy, chemické postřiky proti škůdcům a střídání plodin mohou způsobit snížení počtu až vymizení řady druhů bezobratlých, kteří jsou vůči změnám citliví a nedokážou na takové změny dostatečně rychle reagovat.

Vliv orby

Orbou dochází k likvidaci přezimujících stádií brouků (Doskočil a kol., 1962). Avšak hlubší orba podle Šaluchaité (1998) má zlepšující vliv na výskyt brouků oproti normální orbě. Jako možný důvod uvádí vyšší množství potravy díky provzdušnění půdy do vyšší hloubky. Boháč (1999) potvrzuje pozitivní vliv orby, avšak ne krátce po orbě, kdy je výskyt brouků snížen z důvodu nízké schopnosti osídlení poškozeného stanoviště orbou.

Vliv pesticidů

V intenzivně obhospodařovaných polích jsou brouci vystavováni vlivům používaných pesticidů, a proto se v takových polích může vyskytovat méně brouků než v polích ekologicky hospodařících podniků (Šaluchaité, 1998). To dokazuje Boháč (1999), který sledoval některé druhy drabčků jak v přirozeném, tak v umělém prostředí a jejich aktivita se vlivem insekticidů snížila až o 50%. Vliv herbicidů však dokázán nebyl.

Vliv hnojení

Organické hnojení pozitivně působí na zvýšení aktivity většiny brouků ať už samotným dodáním organické hmoty, či následným výskytem nové kořisti a zvýšením půdní vlhkosti (Boháč, 1999).

Oproti tomu hnojení průmyslovými hnojivy má se zvyšující se dávkou negativnější vliv na výskyt brouků na takto obhospodařovaném území (Boháč, 1999).

2.10. Cíle práce

Cílem této práce bylo seznámit se se základními druhy epigeických brouků vyskytujícími se v kulturní krajině České republiky. V rámci literární rešerše pak zpracovat problematiku výskytu epigeických brouků na polích pšenice a kukuřice a zvláště se zaměřit na úlohu této skupiny z hlediska ekosystémových služeb pro zemědělce. Dalším úkolem bylo seznámit se s metodikou odebrání vzorků epigeických brouků v modelových agroekosystémech a následné hodnocení biodiverzity. Dále pak se statistickými metodami hodnocení vzorků a to zvláště s hodnocením dominance a biotického indexu antropogenního ovlivnění.

V praktické části pak byly odebrány vzorky v modelových biotopech. Výsledky této práce byly využity pro stanovení druhové diverzity, dominance a aktivity epigeických brouků a stanovení indexu antropogenního ovlivnění. Výsledky pak byly porovnány se společenstvy v dalších agroekosystémech.

3. METODIKA

Práce byla prováděna na dvou konvenčně obhospodařovaných polích. Tato pole jsou spravována zemědělským družstvem (ZD) Ločenice. Produkce z rostlinné výroby je využita hlavně jako krmivo pro odvětví živočišné výroby (skot). ZD Ločenice hospodáři na 1665 ha, z čehož cca 300 ha jsou TTP (trvalé travní porosty). Na převážné části orné půdy jsou pěstovány: ozimá pšenice, řepka a kukuřice. Dále pak ozimý a jarní ječmen a oves. Osevní postup je doplňován podsevem ovsu travinami a jetelem s podsevem srhy a samotnou srhou (Soukup, osobní sdělení, 2017). Samotné hospodaření přestože je konvenční zohledňuje i vliv na životní prostředí. To je z části dáno omezenými chemickými vstupy v okolí přehrady Římov, kde se vyskytuje několik pozemků ve správě tohoto družstva. Dále pak využívají dotace např.: na zatrávnění orné půdy a použití ekologických přípravků na ochranu rostlin, ochranu proti erozi a další environmentální opatření. Ohled na životní prostředí je však dán hlavně iniciativou samotných agronomů.

Pole, na kterých v roce 2016 probíhalo sledování vlivu pěstování kukuřice a pšenice na biodiverzitu brouků, se nacházejí mezi obcemi Pašinovice a Římov v katastrálním území Českých Budějovic v průměrné nadmořské výšce 461 m u pšeničného a 466 m u kukuřičného pole (Obr. č. 3). Území spadají do 7. klimatického regionu (mírně teplý, vlhký) s průměrnou roční teplotou 6 – 7 °C a průměrným úhrnem srážek 650 – 750 mm (zdroj:bpej.vumop.cz/). Obě jsou zahrnuta do LFA oblastí (eagri.cz1).

Obrázek č. 3: Na obrázku jsou červenými kruhy označena pole pšenice (číslo 1.) a kukuřice (číslo 2.), na kterých probíhaly odběry v roce 2016.



3.1. Pšeničné pole

Ve dnech 21. a 22. 9. 2015 byl půdní blok Moravčice o rozloze 18,92 ha oset pšenicí ozimou (odrůdami LEAR a VANESA). Předplodinou pšenice byla řepka olejka a v roce 2017 bude následnou plodinou kukuřice setá (Soukup, osobní sdělení, 2017). Pšeničné pole (Obr. č. 3) leží severně od hlavní silnice č. 155. Z pravé strany je obklopeno loukou, na které se ve vzdálenosti cca 200 m nachází přírodně významná lokalita. Horní částí hraničí s lesem. Levá část pole je asfaltovou cestou oddělena od dalšího pšeničného pole.

Z hlediska charakteristiky bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) spadá území do 7. klimatického regionu (mírně teplý, vlhký) s průměrnou roční teplotou 6 – 7 °C a průměrným úhrnem srážek 650 – 750 mm. Na poli převažuje BPEJ 7.29.01 z čehož vyplývá, že pozemky se nacházejí převážně na rovině až v mírném svahu (\varnothing sklonitost 2,71°). Průměrná cena pozemků této BPEJ je 8,08,- Kč za m². Pole pšenice je z velké části orientováno na sever. 0,11 ha tohoto pole je ohroženo erozí. Půdním typem je kambizem. Půda je zde středně hluboká, písčitohlinitá (drobtovitá, středně těžká, mírně až středně pórovitá, silně vododržná se středním obsahem humusu). Je slabě až středně náchylná k utužení a středně náchylná k acidifikaci. pH je slabě kyselé až kyselé a sorpční kapacita nízká až střední. Ornice je mělká až hluboká (zdroj:bpej.vumop.cz/).

Během roku 2015 – 2016 byly na pšeničné pole Moravčice aplikovány tyto látky: dne 9. 10. 2015 byl proveden postřik herbicidem (BIZON) v dávce 1 l/ha; v roce 2016 dne 18. 2. se pšenice přihnojovala močovinou (regenerační hnojení) v množství 2 q/ha; další hnojení (produkční) bylo provedeno dne 4. 4. hnojivem DAM (dusičnan amonný s močovinou) v množství 150 l/ha; během vegetace byly aplikovány fungicidní přípravky: Archer 0,7 l/ha, Artea 0,2 l/ha dne 6. 5. a 6. 6. Allegro Plus v dávce 0,82 l/ha. Spolu s fungicidy aplikovanými 6. 5. byla pšenice ošetřena přípravkem Magnitra (dusičnan hořečnatý) 2 l/100 l a Moddus (regulátor růstu) v dávce 0,33 l/ha (Soukup, osobní sdělení, 2017).

3.2. Kukuřičné pole

Půdní blok s názvem Pašínovice (Pašínovské) má rozlohu 10,29 ha a dne 29. 4. 2016 na něj byla vyseta kukuřice setá odrůda AGROPOLIS. V roce 2017 bude pole oseto ovšem jarním s podsevem jetele (Soukup, osobní sdělení, 2017). Kukuřičné pole se svažuje jižně od silnice č. 155 (Obr. č. 3). Z pravé strany hraničí s jetelovou loukou. Pod polem přechází jetelová louka ve smíšenou a cca 200 m za loukou je les. Levá strana kukuřičného pole je od dalšího pole rozdělena hlinitou polní cestou. Toto sousedící pole bylo oseto ječmenem.

U kukuřičného stejně jako u pšeničného pole také převažuje BPEJ 7.29.01. Tedy spadá do stejného klimatického regionu a charakteristika hlavní půdní jednotky je stejná. Rozdílem je nižší průměrná sklonitost (1,81°) a orientace k světovým stranám, která je převážně jiho-východní. Pole není ohroženo erozí (zdroj:bpej.vumop.cz/). Kromě další BPEJ, která je svou charakteristikou velmi podobná předchozí se zde nachází ještě BPEJ 7.46.00, která je tvořena luvizemním půdním typem a vyskytuje se na necelé třetině ploch pole. Převažuje hlinitá až jílovitohlinitá půda, středně až silně utužitelná a tedy hůře obdělávatelná.

Na podzim roku 2015 bylo pole Pašinovice pohnojeno 60 t hnoje na hektar. Dne 21. 10. 2015 byl proveden postřik preemergentním herbicidem Clinic v dávce 2 l/ha. Při výsevu kukuřice byly aplikovány herbicidy: Adengo v dávce 0,44 l/ha a Gardoprim Plus v množství 4 l/ha (Soukup, osobní sdělení, 2017). V průběhu června byla provedena proorávka na rozrušení půdního škraloupu.

3.3. Odběr vzorků

Odchyt brouků byl zprostředkován zemními (padákovými) pastmi, které se nejčastěji využívají pro lov střevlíkovitých (Hůrka, 1996), drabčíkovitých, mrchožroutovitých, kožojedovitých a kůrovcovitých (Novák a kol., 1969). Fixačním roztokem byl etylenglykol (8%). Dne 12. 5. 2016 byly do země zakopány kelímky (500 ml) v pšeničném poli a dne 16. 6. 2016 v kukuřičném poli. Do vykopané díry jsem vždy vložila vždy 2 kelímky kvůli následnému usnadnění výběru pastí. První kelímek byl vždy 36 m od hranice pole s loukou a 120 m od kraje hlavní silnice (Obr. č. 4).

Obrázek č. 4: Na obrázku jsou červenými kruhy označena pole pšenice (číslo 1.) a kukuřice (číslo 2.), na kterých probíhaly odběry v roce 2016. Oranžové šipky na obou plochách označují přibližné umístění zemních pastí a směr umístění 1. – 5. pastí.



Díra pro kelímek byla tak hluboká, aby byl okraj kelímku ve výšce povrchu půdy (Obr. č. 5). Kelímek byl cca do ½ naplněn připraveným roztokem. Další kelímky následovaly v linii po 10-ti m. Celkem bylo v každém poli instalováno 5 pastí. Výběr pastí probíhal po 10-ti – 16-ti dnech (Obr. č. 6). Při výběru pastí byl vždy vysunut vnitřní kelímek, odstraněny myši a odchycený materiál byl přelit do uzavíratelných skleniček. Kelímek byl vždy zasunut zpět do vnějšího kelímku a byl doplněn fixační roztok. Odebraný materiál jsem následně přefiltrovala, odstranila nežádoucí bezobratlé, spočítala brouky a přendala do vypláchnuté skleničky naplněné roztokem etylenglykolu. Skleničku jsem označila datumem, místem sběru a počtem brouků. Takto vytríděný materiál jsem odnesla panu doc. Boháčovi, který jednotlivé exempláře determinoval.

Výběr pastí byl ukončen sklizní dané plodiny, tzn. v pšenici byl poslední výběr 1. 8. (v tu dobu byly vyjmuty i pasti z kukuřice, které byly znovu instalovány 15. 9. 2016) a poslední výběr z kukuřice byl 29. 9. 2016.

Obrázek č. 5: Umístěná past v pšeničném poli (foto: vlastní).



Obrázek č. 6: Brouci v pasti při kontrole po deštích (foto: vlastní).



Druhy brouků určované panem doc. Boháčem byly zároveň zařazeny do jednotlivých čeledí a do ekologických skupin podle reliktnosti (označení písmeny R1, R2 nebo E). Takto roztríděné exempláře byly zaznamenány do tabulek pro další zpracování. V následující kapitole jsou tyto tabulky využity k určení aktivity a dominance jednotlivých druhů, k výpočtům indexů biodiverzity a antropogenního ovlivnění, k vyhodnocení výsledků a porovnání obou sledovaných polí.

4. VÝSLEDKY

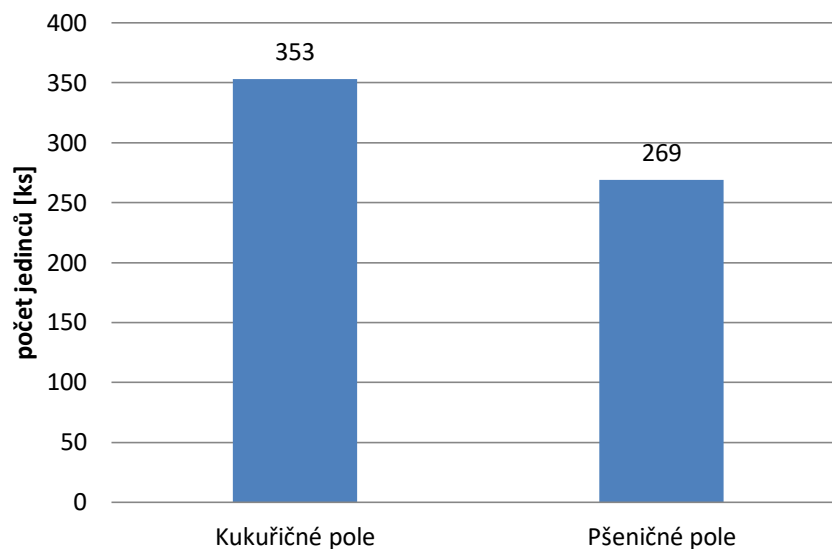
4.1. Aktivita a dominance druhů

Zjišťovala jsem aktivitu (počet exemplářů) a dominanci (procentuální zastoupení daného druhu z celkového počtu jedinců v %) v jednotlivých biotopech.

Celkem bylo od května do září 2017 určeno 622 kusů brouků spadajících do 10 čeledí a 43 druhů.

- V kukuřičném poli bylo 8 čeledí se zástupci 39 druhů a celkem 353 kusy brouků.
- V pšeničném poli bylo určeno také 8 čeledí, avšak zastoupeny byly pouze 27 druhy a celkem 269 brouky (Obr. č. 7; Tab. 3).

Obrázek č. 7: Počet odchycených brouků na polích kukuřice a pšenice za období od května do září 2016.



4.1.1 Aktivita druhů

Drabčíkovití

Pomocí zemních pastí jsem odchytila 24 druhů drabčíkovitých (*Staphylinidae*).

- V kukuřici byly nejvíce zastoupeny druhy *Aleochara bipustulata* a *Omalium caesum* a to každý 11 kusy. Toto množství činilo 3 % z celkového počtu brouků kukuřice.
- V pšenici byl v počtu 9 kusů nejvíce zastoupen druh *Drusilla canaliculata*. *Tento druh* tak zaujal 3 % všech brouků v pšenici (Tab. č. 2. a 4.).

Střevlíkovití

Čeď střevlíkovití (*Carabidae*) byla zastoupena 12 druhy. Nejvíce jedinců (v kukuřici i pšenici) bylo zastoupeno druhem *Poecilus cupreus*. 293 jedinců tohoto druhu znamenalo 47 % z celkového počtu odchycených brouků (622 ks) z obou polí.

- V kukuřici se vyskytovalo 153 jedinců druhu *Poecilus cupreus*, což činilo 43 % z celkového počtu brouků odchycených v kukuřičném poli (353 ks).
- V pšenici to bylo 140 jedinců, což bylo 52 % z celkového počtu brouků pšeničného pole (269 ks), (Tab. č. 3 a 5).

Tabulka č. 3: Seznam odchycených druhů z kukuřičného a pšeničného pole v roce 2016.

Čeď	Druh a ekologické zařazení	Kukuřičné pole [ks]	Pšeničné pole [ks]	Celkem [ks]
<i>Carabidae</i>	<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812)	2	0	2
	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	11	35	46
	<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	5	8	13
	<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	12	9	21
	<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	4	1	5
	<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	2
	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	5	3	8
	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1778)	2	0	2
	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	153	140	293
	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	28	12	40
	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	7	0	7
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	8	0	8	
<i>Cantharidae</i>	<i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	2
<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	2	4	6
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria linearis</i> (Stephens, 1830)	2	1	3
<i>Curculionidae</i>	<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	2
	<i>Sitona linearis</i> (Linnaeus, 1758)	0	3	3
<i>Elateridae</i>	<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	2
<i>Chrysomelidae</i>	<i>Gastroidea viridula</i> (DeGeer, 1775)	0	1	1
<i>Nitidulidae</i>	<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)	8	0	8
<i>Silphidae</i>	<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758)	8	2	10
	<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784)	4	1	5
<i>Staphylinidae</i>	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	11	5	16
	<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	5	3	8
	<i>Anotylus sculpturatus</i> (Gravenhorst, 1806)	3	0	3
	<i>Anotylus tetracarınatus</i> (Block, 1799)	2	0	2

Pokračování tabulky č. 3: Seznam odchycených druhů z kukuřičného a pšeničného pole v roce 2016.

Čeleď	Druh a ekologické zařazení	Kukuřičné pole [ks]	Pšeničné pole [ks]	Celkem [ks]
	<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	2	6	8
	<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856)	1	1	2
	<i>Bisnius fimetarius</i> (Gravenhorst, 1802)	1	0	1
	<i>Dinaraea angustula</i> (Gyllenhal, 1810)	2	0	2
	<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	7	9	16
	<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806)	11	4	15
	<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789)	7	5	12
	<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)	2	0	2
	<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	7	2	9
	<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	7	1	8
<i>Staphylinidae</i>	<i>Philonthus quisquiliarius</i> (Gyllenhal, 1810)	2	0	2
	<i>Philonthus umbratilis</i> (Gravenhorst, 1802)	1	0	1
	<i>Philonthus varians</i> (Paykull, 1789)	2	0	2
	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	3	3	6
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	5	4	9
	<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	5	2	7
	<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789)	0	2	2
Celkem	Druhů	ks	ks	Jedinců
	43	353	269	622

4.1.2 Dominance druhů

Pro výpočet dominance jsem využila vzorec: $D = \frac{n_i}{n} * 100[\%]$ n_i vyjadřuje početnost druhu a n je součtem všech druhů. Následně jsem podle Laštůvky a Krejčové (2010) druhy zařadila do 5-ti tříd podle jejich procentuálního zastoupení v biocenóze (dominance), (Tab. č. 4):

Eudominantní druhy

V kukuřici i pšenici výrazně převažovaly druhy eudominantní tzn. druhy s výskytem nad 10 %. Tuto hodnotu v kukuřici překročil jediný druh a to *Poecilus cupreus* (43 %), (Obr. č. 8). V pšenici se kromě tohoto druhu (zastoupeného v 52 %) vyskytoval i druh *Amara aenea* (13 %), (Obr. č. 9).

Dominantní druhy

Dominantní druh s výskytem 7,5 % v kukuřici byl *Pterostichus melanarius* (Obr. č. 8). V pšenici se nevyskytoval žádný druh v množství 5 – 10 %, aby mohl být zahrnut mezi dominantní druhy.

Subdominantní druhy

Druží nejpočetnější byly druhy subdominantní – s výskytem od 2 do 5 % - a to v množství, které činilo 30 % všech odchycených jedinců v kukuřici (Obr. č. 8) a 16 % v pšenici (Obr. č. 9).

- V kukuřici se mezi subdominantní zařadily druhy: *Amara aenea* (v pšenici jako eudominantní druh), *Calathus fuscipes*, *Pterostichus nigrita*, *Trechus quadristriatus* patřící k čeledi střevlíkovití. Z drabčíkovitých se subdominantně vyskytovaly druhy: *Aleochara bipustulata*, *Drusilla canaliculata*, *Omalium caesum*, *Omalium rivulare*, *Oxytelus rugosus* a *Philonthus cognatus*. Posledními subdominantní druhy byly *Meligethes aeneus* z čeledi lesknáčovití a *Nicrophorus vespillo* z čeledi mrchožroutovití.
- V pšenici zastupovaly subdominantní druhy *Anisodactylus binotatus*, *Calathus fuscipes* a *Pterostichus melanarius* (v kukuřici zastoupen dominantně) – čeleď střevlíkovití – dále pak druhy *Atheta fungi* a *Drusilla canaliculata* – čeleď drabčíkovití.

Recedentní druhy

V kukuřici byly recedentní druhy – tedy druhy zahrnující 1 – 2 % celkového množství exemplářů – zastoupeny v 9 % (Obr. č. 8). K těmto druhům patřily: *Anisodactylus binotatus*, *Harpalus affinis* a *Loricera pilicornis* z čeledi střevlíkovití. *Aleochara curtula*, *Tachyporus chrysomelinus* a *Xantholinus linearis* patřící k čeledi drabčíkovití. A mrchožroutovití, poslední čeleď, která se vyskytovala do 2 %, byli zastoupeni druhem *Nicrophorus vespilloides*.

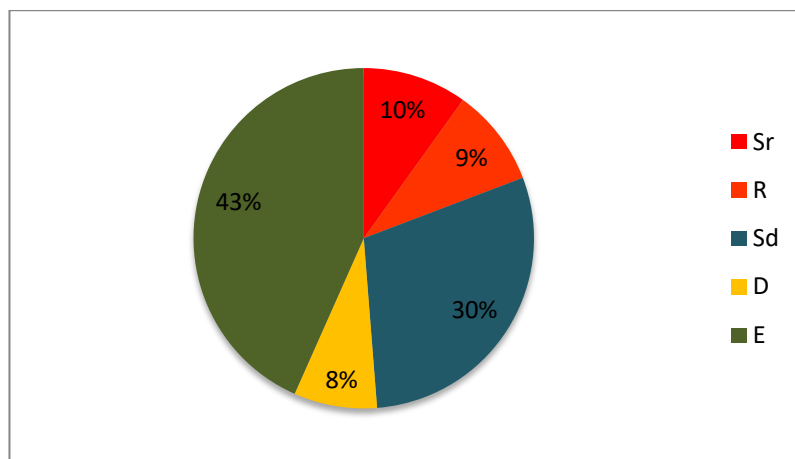
V pšenici se jako recedentní vyskytovaly druhy: *Loricera pilicornis* (střevlíkovití); *Aleochara bipustulata* a *A. curtula*, *Omalium caesum* a *O. rivulare* a *Tachyporus hypnorum* a *T. chrysomelinus* (drabčíkovití); *Coccinella septempunctata* (slunéčkovití); a *Sitona linearis* (nosatcovití), (Tab. č. 3.).

Subrecedentní druhy

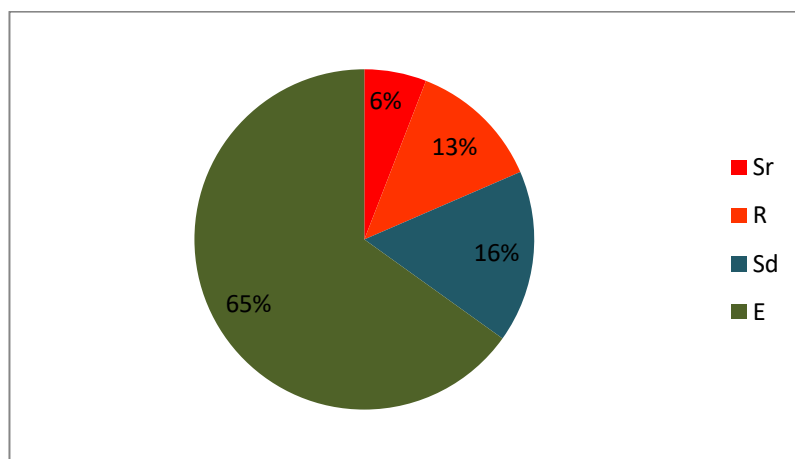
Kukuřičné pole obsahovalo tyto druhy vyskytující se v menším množství než 1 % z celkového množství jedinců: z čeledi střevlíkovití to byly druhy: *Agonum gracilipes*, *Harpalus latus* a *Notiophilus biguttatus*; z čeledi drabčíkovití druhy: *Anotylus sculpturatus* a *A. tetracarinus*, *Atheta fungi* a *A. triangulum*, *Bisinus fimetarius*, *Dinaraea angustula*, *Othius punctulatus*, *Philonthus quisquiliarius*, *P. utratilis* a *P. varians* a *Tachyporus hypnorum*; z čeledi páteříčkovití druh *Cantharis obscura*; z čeledi slunéčkovití: *Coccinella septempunctata*; z čeledi maločlencovití: *Atomaria linearis* a z čeledi nosatcovití: *Otiorhynchus ovatus*. Tyto druhy činily 10 % z odchycených exemplářů (Obr. č. 8).

V pšeničném poli byly zastoupeny v množství menším než 1 % tyto druhy: *Harpalus affinis* (střevlíkovití); *Atheta triangulum*, *Oxytelus rugosus*, *Philonthus cognatus*, *Xantholinus linearis*, *Zyras limbatus* (drabčíkovití); *Atomaria linearis* (maločlencovití); *Agriotes obscurus* (kovaříkovití); *Gastroidea viridula* (mandelinkovití); *Nicrophorus vespillo* a *Nicrophorus vespilloides* (mrchožroutovití). Subrecedentní druhy pšenice zaujímaly 6 % všech odchycených jedinců (Obr. č. 9).

Obrázek č. 8: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů podle jejich dominance v kukuřičném poli.



Obrázek č. 9: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů podle jejich dominance v pšeničném poli.



Tabulka č. 4: Dominance jednotlivých druhů vyskytujících se v kukuřičném a pšeničném poli.

Čeľad	Druh	Dominance			
		Kukuřičné pole		Pšeničné pole	
		[%]	Druh*	[%]	Druh*
<i>Carabidae</i>	<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	3,1	Sd	13,0	E
	<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	1,4	R	3,0	Sd
	<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	3,4	Sd	3,3	Sd
	<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	1,1	R	0,4	Sr
	<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	1,4	R	1,1	R
	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1778)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	43,3	E	52,0	E
	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	7,9	D	4,5	Sd
	<i>Pterostichus nigrata</i> (Paykull, 1790)	2,0	Sd	0,0	Sr
	<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	2,3	Sd	0,0	Sr
<i>Staphylinidae</i>	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	3,1	Sd	1,9	R
	<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	1,4	R	1,1	R
	<i>Anotylus sculpturatus</i> (Gravenhorst, 1806)	0,8	Sr	0,0	Sr
	<i>Anotylus tetracarinatus</i> (Block, 1799)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	0,6	Sr	2,2	Sd
	<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856)	0,3	Sr	0,4	Sr
	<i>Bisnius fimetarius</i> (Gravenhorst, 1802)	0,3	Sr	0,0	Sr
	<i>Dinaraea angustula</i> (Gyllenhal, 1810)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	2,0	Sd	3,3	Sd
	<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806)	3,1	Sd	1,5	R
	<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789)	2,0	Sd	1,9	R
	<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	2,0	Sd	0,7	Sr
	<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	2,0	Sd	0,4	Sr
	<i>Philonthus quisquiliarius</i> (Gyllenhal, 1810)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Philonthus umbratilis</i> (Gravenhorst, 1802)	0,3	Sr	0,0	Sr
	<i>Philonthus varians</i> (Paykull, 1789)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	0,8	Sr	1,1	R
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	1,4	R	1,5	R
	<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	1,4	R	0,7	Sr
<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789)	0,0	Sr	0,7	Sr	
<i>Cantharidae</i>	<i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	Sr	0,0	Sr
<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	Sr	1,5	R

Pokračování tabulky č. 4: Dominance jednotlivých druhů vyskytujících se v kukuřičném a pšeničném poli.

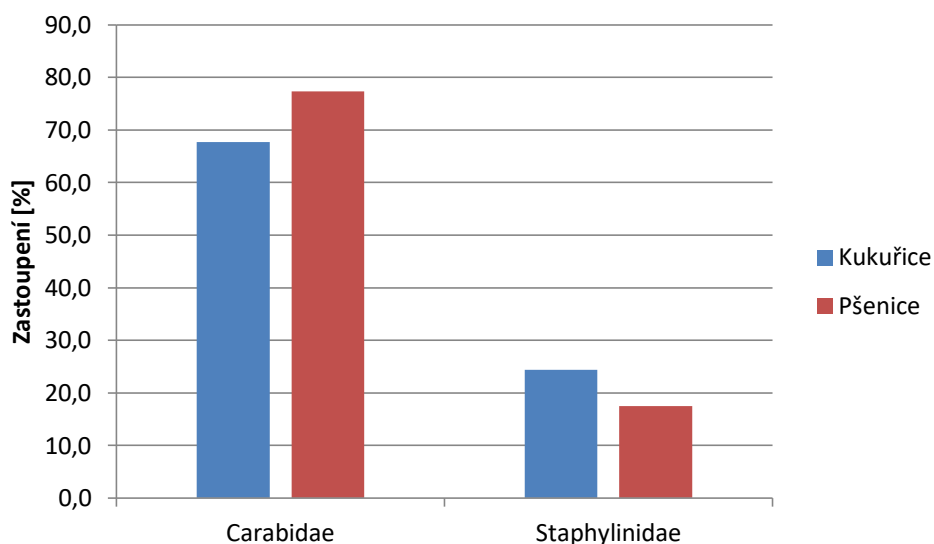
Čeď	Druh	Dominance			
		Kukuřičné pole		Pšeničné pole	
		[%]	Druh*	[%]	Druh*
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria linearis</i> (Stephens, 1830)	0,6	Sr	0,4	Sr
<i>Curculionidae</i>	<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	Sr	0,0	Sr
	<i>Sitona linearis</i> (Linnaeus, 1758)	0,0	Sr	1,1	R
<i>Elateridae</i>	<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	0,0	Sr	0,7	Sr
<i>Chrysomelidae</i>	<i>Gastroidea viridula</i> (DeGeer, 1775)	0,0	Sr	0,4	Sr
<i>Nitidulidae</i>	<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)	2,3	Sd	0,0	Sr
<i>Silphidae</i>	<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758)	2,3	Sd	0,7	Sr
	<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784)	1,1	R	0,4	Sr

*Sr – Subprecedentní druh (< 1 %), R – recedentní druh (1 – 2 %), Sd – Subdominantní druh (2 – 5 %), D – Dominantní druh (5 – 10 %), E – Eudominantní druh (>10 %).

4.1.3 Zastoupení čeledí

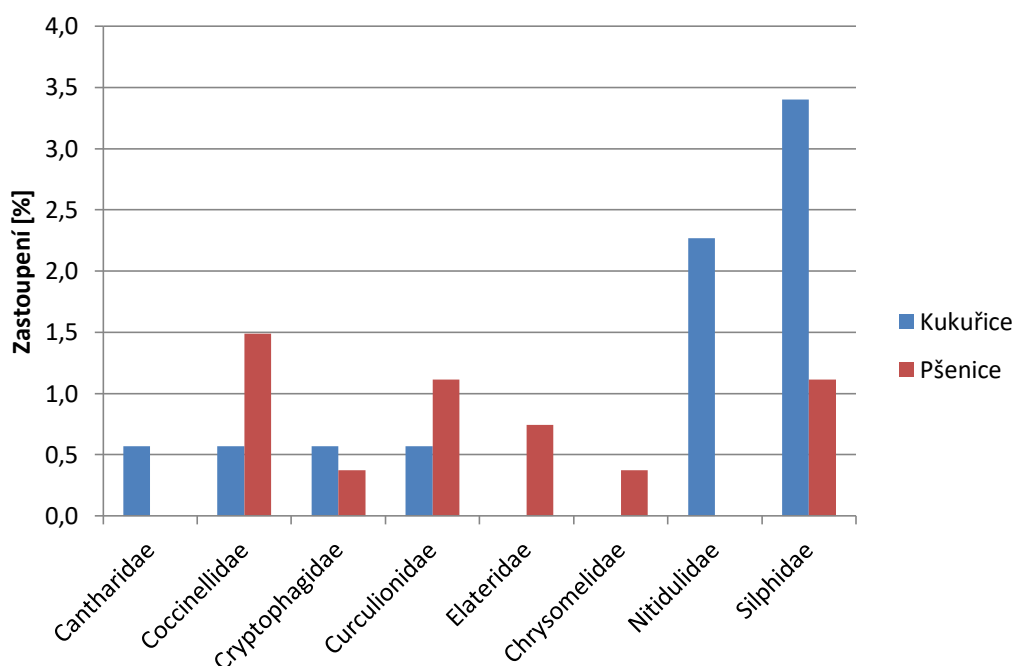
Nejvíce se vyskytující jedinci patřili k čeledím střevlíkovití a drabčikovití, které jsou rozebrány níže. Jejich procentuální zastoupení v kukuřici činilo 68 a 24 %. V pšenici zahrnovali střevlíkovití 77 % a drabčikovití 17 % všech čeledí. Porovnání těchto dvou čeledí na Obr. č. 10 a Tab. č. 5 ukazuje vyšší zastoupení střevlíkovitých v pšenici (77 %) než v kukuřici a naopak v kukuřici vyšší zastoupení drabčikovitých (24 %).

Obrázek č. 10: Na Obrázku je zobrazeno procentuální zastoupení nejpočetnějších čeledí a to střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčikovití (*Staphylinidae*) v kukuřičném a pšeničném poli.



Další čeledi: páteříčkovití (*Cantharidae*), slunéčkovití (*Coccinellidae*), maločlencovití (*Cryptophagidae*), nosatcovití (*Curculionidae*), kovaříkovití (*Elateridae*), mandelinkovití (*Chrysomelidae*), lesknáčovití (*Nitidulidae*) a mrchožroutovití (*Silphidae*) byly zaznamenány jen do 3,5 % z celkového množství exemplářů (Obr. č. 11, Tab. č. 5). Zástupci těchto čeledí se tak vyskytovali pouze jako druhy subrecedentní, recedentní až subdominantní jak je rozebíráno v kapitole 4.1.2 Dominance druhů a uvedeno v Tab. č. 4. Z obrázku č. 11 vyplývá, že čeledi *Elateridae* a *Chrysomelidae* se vyskytovaly pouze v pšeničném poli, kdežto čeledi *Cantharidae* a *Nitidulidae* se vyskytovaly pouze v kukuřičném poli.

Obrázek č. 11: Tento obrázek zobrazuje zbylé čeledi brouků vyskytujících se v polích kukuřice a pšenice jen do 3,5 % z celkového množství čeledí.



Tabulka č. 5: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů a čeledí vyskytujících se v kukuřičném a pšeničném poli v roce 2016.

Čeď	Druh	Zastoupení [%]			
		Kukuřičné pole		Pšeničné pole	
		Druh	Čeď	Druh	Čeď
Carabidae	<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812)	0,6	67,7	0,0	77,3
	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	3,1		13,0	
	<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	1,4		3,0	
	<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	3,4		3,3	
	<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1781)	1,1		0,4	
	<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	0,6		0,0	
	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	1,4		1,1	
	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1778)	0,6		0,0	
	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	43,3		52,0	
	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	7,9		4,5	
	<i>Pterostichus nigrata</i> (Paykull, 1790)	2,0		0,0	
	<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk, 1781)	2,3		0,0	
Cantharidae	<i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	0,6	0,0	0,0
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	0,6	1,5	1,5
Cryptophagidae	<i>Atomaria linearis</i> (Stephens, 1830)	0,6	0,6	0,4	0,4
Curculionidae	<i>Otiorynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,6	0,6	0,0	1,1
	<i>Sitona linearis</i> (Linnaeus, 1758)	0,0		1,1	
Elateridae	<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	0,0	0,0	0,7	0,7
Chrysomelidae	<i>Gastroidea viridula</i> DeGeer, 1775)	0,0	0,0	0,4	0,4
Nitidulidae	<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)	2,3	2,3	0,0	0,0
Silphidae	<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758)	2,3	3,4	0,7	1,1
	<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784)	1,1		0,4	
Staphylinidae	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	3,1	24,4	1,9	17,5
	<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	1,4		1,1	
	<i>Anotylus sculpturatus</i> (Gravenhorst, 1806)	0,8		0,0	
	<i>Anotylus tetracaratus</i> (Block, 1799)	0,6		0,0	
	<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	0,6		2,2	
	<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856)	0,3		0,4	
	<i>Bisnius fimetarius</i> (Gravenhorst, 1802)	0,3		0,0	
	<i>Dinaraea angustula</i> (Gyllenhal, 1810)	0,6		0,0	
	<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	2,0		3,3	
	<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806)	3,1		1,5	
	<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789)	2,0		1,9	
	<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)	0,6		0,0	
	<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	2,0		0,7	
	<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	2,0		0,4	
	<i>Philonthus quisquiliarius</i> (Gyllenhal, 1810)	0,6		0,0	

Pokračování tabulky č. 5: Procentuální zastoupení jednotlivých druhů a čeledí vyskytujících se v kukuřičném a pšeničném poli v roce 2016.

Čeď	Druh a ekologické zařazení	Zastoupení [%]			
		Druh	Čeď	Druh	Čeď
<i>Staphylinidae</i>	<i>Philonthus umbratilis</i> (Gravenhorst, 1802)	0,3		0,0	
	<i>Philonthus varians</i> (Paykull, 1789)	0,6		0,0	
	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	0,8		1,1	
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	1,4		1,5	
	<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	1,4		0,7	
	<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789)	0,0		0,7	

4.2. Ekologické zařazení (reliktnost)

Z hlediska reliktnosti byli brouci členěni do 3 skupin (Tab. č. 6). První skupina: relikty 1. řádu (R1) – se v polích pšenice ani kukuřice nevyskytovala vůbec.

Druhá skupina: relikty 2. řádu (R2) – byla zastoupena 5 - ti druhy.

- V kukuřici bylo chyceno 9 jedinců R2 skupiny patřících k 5 – ti druhům (3 % z celkového počtu jedinců kukuřice). Dva druhy: *Harpalus latus* a *Notiophilus biguttatus* náleželi k čeledi střevlíkovití. Zbylé 3 druhy: *Othius punctulatus*, *Philonthus quisquiliarius* a *P. utratilis* patřili k čeledi drabčíkovití.
- V pšenici se nevyskytoval žádný druh spadající do skupiny R2 (Tab. č. 6).

Adaptabilní druhy (R2)

Notiophilus biguttatus (Fabricius, 1778) - **vláhomil polotečkovaný, R2**

Tento druh patří do čeledi střevlíkovití. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí od 4 do 5,8 mm. Tento brouk má měděné zbarvení. Potravu vyhledává během dne v podobě drobných členovců (roztoci, chvostokoci). Žije v lesích od nížin až po hory. Hůrka (2005) Tento druh zařazuje k eurytopním, avšak Veselý (2002) ho zařazuje mezi adaptabilnější druhy (A) neboli R2 skupinu.

Harpalus latus (Linnaeus, 1758), **R2**

Tento druh čeledi střevlíkovití se vyskytuje na okrajích lesů, pasekách, loukách v nivách a v lužních porostech (Veselý, 2002). Veselý (2002) tento druh zařazuje ke skupině adaptabilních druhů (A/R2).

Philonthus quisquiliarius (Gyllenhal, 1810), **R2**

Philonthus quisquiliarius patří do čeledi drabčíkovití. Je palearktickým druhem rozšířeným po celé ČR. Tento druh žije v rozkládající se organické hmotě a hnijících rostlinných zbytcích na okrajích stojatých i tekoucích vod (Boháč a Matějček, 2003).

Philonthus umbratilis (Gravenhorst, 1802), **R2**

Tento holarktický druh čeledi drabčíkovití je vlhkomilný a vyskytuje se ve vlhkých lesích, na březích potoků a bažin. Je nalézán i v zahradách a polích. Žije pod listím v mechu u pat stromů, v kompostech, slámě i stájové podestýlce (Boháč a Matějček, 2003).

Othius punctulatus (Goeze, 1777), **R2**

Othius punctulatus z čeledi drabčíkovití se vyskytuje v západní Evropě a po celém našem území. Tento druh je nalézán v lesích a na jejich okrajích. Žije v mechu, opadu a pod kameny. Občas je nalézán v krtčích chodbách a na hnijících houbách (Boháč a Matějček, 2003).

Třetí skupina: eurytopní druhy (E) – byla zastoupena největším počtem druhů. V kukuřici to bylo 344 jedinců (97 %) spadajících do 34 druhů. V pšenici byli chyceni pouze jedinci skupiny E (269 jedinců), (Tab. č. 6).

4.3. Index antropogenního ovlivnění brouků (ISD)

Výpočtem indexu antropogenního ovlivnění je možné stanovit míru zatíženosti (ovlivnění) prostředí člověkem. Pro výpočet jsem použila vzorec podle Boháče (1999): $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$

$$ISD(kuk) = 100 - (97 + 0,5 * 3) = 100 - 98,5 = 1,5$$

$$ISD(pš) = 100 - (100 + 0,5 * 0) = 0$$

Kukuřičné pole vyšlo z hlediska míry antropogenního ovlivnění jako stanoviště velmi silně ovlivněné člověkem (ISD = 1,5)

Výskyt pouze expanzivních druhů v pšeničném poli ukazuje na stanoviště také velmi silně ovlivněné člověkem (ISD = 0).

4.4. Druhová diverzita

K výpočtu druhové diverzity jsem využila Shannon – Weaverův index diverzity. Podle Šarapatky (2010) neexistuje pro výsledné hodnoty slovní ohodnocení. Proto je vyhodnocení dané druhové diverzity závislé jen na vlastní úvaze autora, což Šarapatka uvádí jako nepřiliš vhodné z důvodu subjektivního názoru na danou oblast.

Druhovou diverzitu jsem nejprve spočítala pro jednotlivé druhy – počet jedinců daného druhu za n_i a za n jsem u kukuřice dosadila hodnotu 353 a u pšenice 269. Pro zjištění diverzity daného stanoviště jsem sečetla hodnoty indexů všech druhů. Druhová diverzita podle Shannon - Weaverova indexu biodiverzity (H) vyšla v kukuřici 1,11 a v pšenici vyšel index 0,87 (Tab. č. 6).

Tabulka č. 6: Přehled druhů odchycených v roce 2016 v pšeničném a kukuřičném poli, jejich ekologické zařazení a hodnota Shannon-Weaverova indexu biodiverzity (H).

Čeleď	Druh a ekologické zařazení	Kukuřičné pole	Pšeničné pole
		H	H
<i>Carabidae</i>	<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812), E	0,01	
	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774), E	0,05	0,12
	<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787), E	0,03	0,05
	<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777), E	0,05	0,05
	<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781), E	0,02	0,01
	<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758), R2	0,01	
	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775), E	0,03	0,02
	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1778), R2	0,01	
	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E	0,16	0,15
	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	0,09	0,06
	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790), E	0,03	
	<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781), E	0,04	
<i>Cantharidae</i>	<i>Cantharis obscura</i> (Linnaeus, 1758), E	0,01	
<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758), E	0,01	0,03
<i>Cryptophagidae</i>	<i>Atomaria linearis</i> (Stephens, 1830), E	0,01	0,01
<i>Curculionidae</i>	<i>Otiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758), E	0,01	
	<i>Sitona linearis</i> (Linnaeus, 1758), E		0,02
<i>Elateridae</i>	<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758), E		0,02
<i>Chrysomelidae</i>	<i>Gastroidea viridula</i> DeGeer, 1775, E		0,01
<i>Nitidulidae</i>	<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775), E	0,04	

Pokračování tabulky č. 6: Přehled druhů odchycených v roce 2016 v pšeničném a kukuřičném poli, jejich ekologické zařazení a hodnota Shannon-Weaverova indexu biodiverzity (H).

Čeleď	Druh a ekologické zařazení	Kukuřičné pole	Pšeničné pole
		H	H
<i>Silphidae</i>	<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758), E	0,04	0,02
	<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784), E	0,02	0,01
<i>Staphylinidae</i>	<i>Aleochara bipustulata</i> (Linnaeus, 1760), E	0,05	0,03
	<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777), E	0,03	0,02
	<i>Anotylus sculpturatus</i> (Gravenhorst, 1806), E	0,02	
	<i>Anotylus tetracarinatus</i> (Block, 1799), E	0,01	
	<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806), E	0,01	0,04
	<i>Atheta triangulum</i> (Kraatz, 1856), E	0,01	0,01
	<i>Bisnius fimetarius</i> (Gravenhorst, 1802), E	0,01	
	<i>Dinaraea angustula</i> (Gyllenhal, 1810), E	0,01	
	<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787), E	0,03	0,05
	<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806), E	0,05	0,03
	<i>Omalium rivulare</i> (Paykull, 1789), E	0,03	0,03
	<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777), R2	0,01	
	<i>Oxytelus rugosus</i> (Fabricius, 1775), E	0,03	0,02
	<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832), E	0,03	0,01
	<i>Philonthus quisquiliarius</i> (Gyllenhal, 1810), R2	0,01	
	<i>Philonthus umbratilis</i> (Gravenhorst, 1802), R2	0,01	
	<i>Philonthus varians</i> (Paykull, 1789), E	0,01	
	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775), E	0,02	0,02
	<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758), E	0,03	0,03
	<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794), E	0,03	0,02
<i>Zyras limbatus</i> (Paykull, 1789), E		0,02	
Celkem	Druhů	H	H
	43	1,11	0,87

5. DISKUZE

Tato práce se zabývala hodnocením biodiverzity epigeických brouků na konvenčně obhospodařovaných polích pšenice a kukuřice. Sledováním biodiverzity epigeických brouků se mimo jiné zabývalo již mnoho prací Katedry speciální produkce rostlinné na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích (Jahnová, 2014). Některé tyto práce jsem využila jako porovnání vlivu odlišných způsobů pěstování pšenice a kukuřice na biodiverzitu epigeických brouků (Brusová, 2015; Šebík, 2010; Štěrba, 2010). Pro porovnání s ostatními antropocenózami (biopásy, louka) jsem využila práce Šebíka (2010) a Doskočila a kol. (1962),

Šebík (2010) se ve své bakalářské práci zabýval úlohou biopásů v zemědělské krajině z hlediska ochrany biodiverzity - společenstev epigeických brouků. Sledoval několik polí a biopásů a porovnával rozdíly v druhovém složení epigeických brouků. Odchyt brouků byl zajištěn metodou zemních pastí a probíhal od června do září roku 2010. Následně pak vyhodnocoval aktivitu a antropogenní ovlivnění daných stanovišť. Z hlediska biodiverzity zjistil pozitivní působení biopásů jak v aktivitě, tak v množství druhů. Přestože jsou biopásy považovány za polopřirozená stanoviště, neprokázal zde Šebík vyšší výskyt jedinců R1 ani R2 skupiny a celkový index antropogenního ovlivnění byl celkově také velmi nízký jak na polích, tak v biopásech. V porovnání s pšeničným polem sledovaným v této práci a pšeničným polem v práci Šebíka vyšel index antropogenního ovlivnění (ISD) 0 a 3,5. Ovlivnění člověkem je v obou případech velmi vysoké, ale přesto ukazuje pole pšenice s biopásy ovlivnění nižší. Důvodem může být ekologické pěstování pšenice i vyšší různorodost okolí popisovaného Šebíkem. Biodiverzita je navýšena také díky biopásům, které mimo jiné poskytují úkryt hmyzu, což dokazují Leeová & Landis (2002). Nejčtenější druhy pšeničného pole v Šebíkově práci byly: *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus* a *Pseudoophonus rufipes*. První dva druhy byly hlavními druhy i mé práce, ale druh *Pseudoophonus rufipes* jsem ve své práci nezaznamenala vůbec.

Brusová (2015) se ve své práci zabývala biodiverzitou epigeických brouků v energetických plodinách, konkrétně v řepce a kukuřici pěstovaných konvenčním způsobem. V řepkovém poli jí vyšel ISD 0,095. Vyskytoval se zde jako dominantní druh *Poecilus cupreus* a jako jediný ze skupiny R2, který tento výpočet ovlivnil, byl druh *Crepidodera aurata aurata* (Marsham, 1802). V kukuřičném poli se podle Brusové vyskytovaly pouze druhy expanzivní a ISD tedy vyšlo 0. Kukuřičné pole, které jsem sledovala já, vyšlo také jako velmi silně ovlivněné člověkem, přesto však ISD vyšel o něco lépe – 1,5. Rozdíl může být způsoben rozdílným množstvím používání hnojiv a pesticidů, které Brusová (2015) konkrétně neuvádí a nemohu tedy tuto domněnku potvrdit.

Odchyt pomocí zemních pastí na 2 lokalitách osetých kukuřicí prováděl Štěrba (2010). Zabýval se aktivitou hmyzu v těchto lokalitách po dobu 4 měsíců. Nejpočetnější čeledí byla čeled' střevlíkovití. Drabčíkovití byli 3. nejzastoupenější čeledí (2. byla čeled' *Myrmicidae* – mravencovití). V této práci prováděné na jižní Moravě se jako v jediné nevyskytoval jako dominantní druh *Poecilus cupreus*. Štěrba (2010) zaznamenal jako nejpočetnější tyto 3 druhy: *Pseudoophonus rufipes*, *Pterostichus melanarius* a *Amara aenea*.

V letech 1956 a 1957 se J. Doskočil a kol. zabývali studiem entomofauny louky svazu *Arrhenatherion elatioris*. Odchyty prováděli smýkáací metodou a pomocí zemních pastí. Práce probíhaly od dubna (v roce 1957 od března) do konce října. V porovnání s touto prací, zabývající se pouze řádem brouci (*Coleoptera*) vyskytující se na polích kukuřice a pšenice, se na louce nejvíce vyskytovala čeleď nosatcovití (*Curculionidae*) a čeleď střevlíkovití byla druhou nejpočetnější čeledí v rámci řádu brouků. Nejpočetnějším druhem čeledi střevlíkovití byl *Pterostichus vulgaris* a *cupreus* L., dále pak *Carabus granulatus* L. a v roce 1957 také *Pterostichus niger* Schall.. Vysoký výskyt druhu *Poecilus (Pterostichus) cupreus* i v mé práci potvrzuje jeho výskyt jak na loukách i polích. Tedy v člověkem různě intenzivně obhospodařované krajině. Třetí nejvíce zastoupenou čeledí byla na louce čeleď mandelinkovití, po ní pak lesknáčovití a drabčíkovití. Na polích pšenice a kukuřice byla však čeleď drabčíkovití jednou z nejzastoupenějších čeledí a čeledi nosatcovití, mandelinkovití a lesknáčovití se na polích vyskytovaly do 2 % z celkového množství odchycených brouků. Řád brouci tvořil pouze 6,3 % (v r. 1956 – 1267 ks) a 10,7% (v r. 1957 – 3061 ks) ze všech odchycených jedinců na louce svazu *Arrhenatherion elatioris*. Pokud se však zaměříme konkrétně na zemní pasti, tak ty byly z 95% tvořeny řádem brouci. A nejpočetnější, tímto způsobem odchycenou, čeledí byla čeleď střevlíkovití (14 rodů se 24 druhy). To ukazuje, že metoda zemních pastí je vhodná pro odchyt epigeických brouků. Podle Doskočila a kol. (1962) nemají seče významný vliv na faunu louky díky přetrvávajícímu drnu a heterogenitě rostlinných druhů. Nejvíce je bohatost entomofauny ovlivněna orbou, která likviduje vývojová stádia hmyzu v půdě a proto má v tomto louka výhodu v nerušeném vývoji druhů (Doskočil a kol., 1962).

Tvrzení, že dominantní výskyt druhů *Poecilus cupreus* a *Pterostichus melanarius* v kukuřičném poli mohl být ovlivněn vedlejší jetelovou loukou (Varvara et al.(1998), bych mohla potvrdit, jelikož vedle mnou sledovaného kukuřičného pole se také rozkládalo jetelové pole. Avšak vedlejší pšeničné pole mělo tyto druhy také vysoce zastoupené (*Poecilus cupreus* – eudominantní, *Pterostichus melanarius* – subdominantní) a vedle něj se vyskytovala smíšená louka. Lze tedy říci, že výskyt těchto druhů by mohl být ovlivněn výskytem obecně louky, která broukům umožňuje bezpečné přezimování i úkryt.

V případě druhové diverzity vyšlo kukuřičné pole lépe (H 1,1). V pšeničném poli vyšla biodiverzita dle Shannon-Weaverova indexu (H) 0,87. Obě tyto hodnoty jsou velmi nízké. Jsou nižší i než hodnoty náhradního lesního (H 1,97) nebo rostlinného (H 2,8) společenstva na výtěženém rašeliništi, které uvádí Nenadál (1987).

Vyšší diverzita na kukuřičném poli mohla být pozitivně ovlivněna organickým hnojením provedeným na podzim roku 2015, jehož pozitivní vliv zmiňuje i Boháč (1999). Zároveň na kukuřičném poli nebyly použity žádné fungicidy ani průmyslová a dusíkatá hnojiva, jako tomu bylo u pšeničného pole. Negativní vliv na biodiverzitu pšeničného pole mohla mít i předplodina, kterou byla v loňském roce řepka a která byla ošetřována insekticidy.

Obě pole byla ošetřována herbicidy. Pole pšenice bylo ošetřeno po vzejití na podzim 2015 a na pole kukuřice byl použit herbicid na podzim 2015 a při výsevu kukuřice. Herbicidy tedy zřejmě nemají vliv na aktivitu epigeických brouků na polích. Toto zmiňuje i Boháč (1999) ve své práci.

Pokud by aktivita brouků závisela na množství vstupů na pole v průběhu vegetace, dokazovalo by to nižší aktivitu brouků v pšenici, jelikož tam vstupů bylo 5. Ale tyto vstupy byly pouze v rámci hnojení kapalnými hnojivy či fungicidy a herbicidy, což znamená maximálně narušení půdy v místech pojezdu stroje. Do kukuřice se během vegetace vjelo pouze 1x ale zato, řekla bych, daleko ničivěji – při rozrušování půdního škraloupu, což by mohlo mít alespoň krátkodobý následek snížení aktivity epigeických brouků. Následně by to však mohlo mít podobný účinek jako orba, která zvyšuje aktivitu půdních organismů a provzdušnění půdy (Boháč, 1999). Rozrušením škraloupu se zlepšuje vsakování vody do půdy a snižuje vodní eroze.

Rozšíření brouků může být dále ovlivněno hustotou porostu, výskytem plevelů a kořisti, místem kladení vajec a půdními faktory – hlavně vlhkostí (Thomas, Holland & Brown, 2002).

Výsledky této práce jsou zatíženy některými chybami, které mohly výsledky ovlivnit. V průběhu sběru bylo vlivem dešťů vyplaveno několik pastí a byly tak ztraceny vzorky z toho období, přestože při deštích jsem pasti kontrolovala častěji. Mé pasti nebyly chráněné stříškou ani nebyla v boku kelímku dírka, která by bránila přeplnění kelímku. Domnívám se však, že stříška by vyplavení nezabránila, jelikož na poli (hlavně kukuřičném) by zapůsobil povrchový odtok. Dalším negativním činitelem byla divoká zvěř, která mi pasti vyšlapávala. Odchyt brouků v kukuřici byl také jednou přerušen při rozrušování půdního škraloupu.

6. ZÁVĚR

V roce 2016 byl prováděn odchyt brouků pomocí metody zemních pastí. Práce probíhala od května do srpna v pšeničné kultuře a od června do září v kukuřičném poli. Celkem bylo odchyceno 622 jedinců z obou polí (kukuřičného a pšeničného). Toto množství bylo následně využito k vypracování úkolů této bakalářské práce.

V kukuřičném poli byla stanovena aktivita (početnost) ve výši 353 kusů. Tito jedinci spadali do 8 čeledí se 39 druhy. V pšeničném poli byla aktivita 269 kusů epigeických brouků. Ti byli zařazeni také do 8 čeledí, avšak zastoupeny byly pouze 27 druhy. Nejpočetnějším druhem byl *Poecilus cupreus*, který byl v kukuřici nalezen 153 x a v pšenici 140 x. V porovnání s pracemi zabývajícími se jinými agroekosystémy, ať už z hlediska jiné pěstované plodiny, tak z hlediska různé intenzity produkce (konvenční x ekologické zemědělství), se ve mnou sledovaných polích vyskytovaly podobné druhy. Výjimkou byl druh *Drusilla canaliculata*, který se vyskytoval poměrně hojně (subdominantní druh) jen na mnou sledovaných polích. Tento druh patří k hojným druhům žijících pod kameny, listím, mechem a často v blízkosti mravenců (Hůrka, 2005).

Z hlediska antropogenního ovlivnění se obě pole ukázala jako velmi silně ovlivněná. Na pšeničném poli se vyskytovaly pouze eurytopní druhy (ISD 0). Kukuřičné pole vyšlo z hlediska antropogenního ovlivnění o něco lépe (ISD 1,5). Vyskytovaly se zde i druhy adaptabilní (relikty 2. Řádu – R2). Byly to druhy *Othius punctulatus* (2 ks), *Philonthus quisquiliarius* (2 ks) a *Philonthus umbratilis* (1 ks) z čeledi drabčíkovití (*Staphylinidae*) a *Harpalus latus* (2 ks) a *Notiophilus biguttatus* (2 ks) z čeledi střevlíkovití (*Carabidae*). Výsledky ISD v porovnávaných pracích byly podobné, avšak výjimkou byla ekologicky pěstovaná pšenice (Šebík, 2010) u které ISD vyšel 3,5.

I v případě druhové diverzity vyšlo kukuřičné pole lépe (H 1,1). V pšeničném poli vyšla biodiverzita dle Shannon-Weaverova indexu (H) 0,87. Index jsem porovnávala s nejvíce poškozenými lokalitami v práci Nenadála (1987) a i přesto mé výsledky byli nižší.

Nízké hodnoty H i ISD mohly být ovlivněny řadou faktorů. Myslím, že nízké hodnoty u pšeničného pole mohly být ovlivněné řepkou, která byla pšenici předplodinou a byla ošetřována insekticidy. Dále, v porovnání s kukuřicí, by mohlo být důvodem horších výsledků vysoká hustota porostu a nehnojení hnojem.

7. CITACE

AVGIN, S. S., & Luff, M. L. (2010): *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact*. *Munis Entomology & Zoology*, 5(1), pp. 209-215.

BOHÁČ J., JAHNOVÁ Z. (2015): Land Use Changes and Landscape Degradation in Central and Eastern Europe in the Last Decades: Epigeic Invertebrates as Bioindicators of Landscape Changes. In: Armon R. H., Hanninen O. (Eds) : *Environmental Indicators*, - Springer, pp. 395-419.

BOHÁČ, J. (1999): *Staphylinid beetles as bioindicators*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 74.1, pp 357-372.

BOHÁČ, J. (2003a): *Střevlíkovití a drabčíkovití (Coleoptera, Střevlíkovití (Carabidae), Staphylinidae) brouci NPR Brouskův mlýn a jejich využití pro biomonitorování stavu biotopů*. In Molek V. (ed.), *Národní přírodní rezervace Brouskův mlýn*. Calla, České Budějovice, str. 14-18.

BOHÁČ, J. (2003b): *Vazba střevlíků a drabčků (Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae) na mikrobiotopy krajiny*. In: Frouz J., Šourková M., Frouzová J. (eds.): *Fyzikální vlastnosti půdy a jejich interakce s půdními organismy a kořeny rostlin: 8. metodický seminář, České Budějovice 4.-5. února 2003*. České Budějovice: Ústav půdní biologie AV ČR, 2003. pp. 113-118. ISBN 80-86525-02-3.

BOHÁČ, J. (2007): *Kapitola z připravované knihy „Půdní biologie“. Půdní zoologie – dravý hmyz, Brouci (Coleoptera): Střevlíkovití (Carabidae) a drabčíkovití (Staphylinidae)*, URL: http://www.jaroslavbohac.wz.cz/download/pudni_zoologie.pdf. 24 str.

BOHÁČ, J. (2016): *Studium struktury společenstev epigeických brouků na výzkumných plochách*. URL: http://www.infodatasy.cz/BiodivLes/BiodivLes_Bohac2015.pdf.

BOHÁČ, J. a J. MATĚJÍČEK (2003): *Katalog brouků (Coleoptera) Prahy: Catalogue of the beetles (Coleoptera) of Prague*. Praha: Ústav ekologie krajiny AV ČR. ISBN 80-239-2027-8.

BRANDOVÁ, M. (2013): *Příroda do zahrad, parků a krajiny: podpora biologické rozmanitosti při údržbě zahrad a krajinných prvků*. Kněžice: Chaloupky. ISBN 978-80-905613-1-1.

BREJŠKOVÁ a kol. (2005): *Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky: National biodiversity strategy of the Czech Republic*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-380-7.

BROŽOVÁ, J., ed. (2004): *Biologická rozmanitost v České republice: současný stav a trendy*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-344-0.

BRUSOVÁ D. (2015): *Vliv pěstování energetických rostlin na biodiverzitu*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., 53str.

DIVIŠ, J. a kol. (2010): *Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí)*. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-216-8.

DOSKOČIL, J. a kol. (1962): *Entomofauna louky (svaz Arrhenatherion elatioris) a její vývoj*. Praha: ČSAV.

FAMĚRA, O. (1993): *Základy pěstování ozimé pšenice*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-045-8.

FRANTIŠEK, K. a J. POTMĚŠILOVÁ (2015): *Situační a výhledová zpráva: Obiloviny*. Prosinec 2015. Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1: Ústav zemědělské ekonomiky a informací. ISBN 978-80-7434-225-7. ISSN 1211-7692.

HUDEC, K. a kol. (2007): *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Vyd. 1. Praha: Academia, ISBN 978-80-200-1569-3.

HŮRKA, K. (2005): *Brouci České a Slovenské republiky: Beetles of the Czech and Slovak Republics*. Zlín: Kabourek. ISBN 80-86447-11-1.

HŮRKA, K. (1996): *Střevlíkovití (Carabidae) of the Czech and Slovak republics: [illustrated key]*. Zlín: Kabourek. ISBN 80-901466-2-7.

HŮRKA, K. a kol. (1996): *Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí*. In: Boháč, J.. (2016): *Studium struktury společenstev epigeických brouků na výzkumných plochách*. URL: http://www.infodatasys.cz/BiodivLes/BiodivLes_Bohac2015.pdf.

JAHNOVÁ, Z. a J. BOHÁČ (2014): *Studentské práce jako zajímavý a podceňovaný zdroj znalostí o střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae): Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. Přírodní vědy*. 54/2014. České Budějovice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích. str. 165-177. ISBN 978-80-87311-52-3. ISSN 0139-8172.

JARCOVSKÝ, J. a kol. (2012): *Statistické hodnocení biodiverzity*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-790-1.

JELÍNEK, F. (1999): *Nedoceněné bohatství*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. ISBN 80-7212-113-8.

LAŠTŮVKA, Z. a P. KREJČOVÁ (2000): *Ekologie*. Brno: Konvoj. ISBN 80-85615-93-2.

LEE, J. C. & D. A. LANDIS (2002): *Non-crop habitat management for carabid beetles*. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles*. Intercept Limited, Andover, pp. 279 - 303. ISBN 1-898298-76-9.

LOUISE, J. et al. (2005): prepared by the agrobiodiversity scoping committee. *Agrobiodiversity: a new science agenda for biodiversity in support of sustainable agroecosystems*. Paris: Diversitas, ISBN 295229822X.

MOUDRÝ, J. a J. JŮZA (1998): *Pěstování obilnin*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-274-1.

NENADÁL, S. (1987): *Vlastivědný sborník vysočiny, oddíl věd přírodních: Vazba střevlíkovitých (Col. Carabidae) na některá sukcesní stadia rašelinišť a slatinišť v CHKO Žďárské vrchy*. VIII.

NENADÁL, S. (1998): *Využití indexu komunity střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) pro posouzení antropogenních vlivů na kvalitu životního prostředí*. Vlastivědný sborník muzea vysočiny. XIII. str. 293 – 312. In: JAHNOVÁ, Z. a J. Jahnová, Z. a J. BOHÁČ Boháč (2014): *Studentské práce jako zajímavý a podceňovaný zdroj znalostí o střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae): Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. Přírodní vědy*. 54/2014. České Budějovice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích. str. 165-177. ISBN 978-80-87311-52-3. ISSN 0139-8172.

NOVÁK, K. a kol. (1969): *Metody sběru a preparace hmyzu*. Praha: Academia, 244 str.

PÉTER, G. et al. (1998): *Faunistical investigation on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in winter wheat fields and the adjoining field margins in Hungary*. EDITED BY V. BRUNNHOFER & T. SOLDÁN a ORGANISED BY THE INSTITUTE OF ENTOMOLOGY ACADEMY OF SCIENCES OF THE CZECH REPUBLIC IN COLLABORATION WITH THE UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA AND THE CZECH ENTOMOLOGICAL SOCIETY. *Book of abstracts: proceedings of the VIth European Congress of Entomology*. Prague: Institute of Entomology, Academy of Science of the Czech Republic. ISBN 8090125042.

PETR, J. a kol. (1983): *Intenzivní obilnářství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

PLESNÍK, J. (2004): *Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy*. Přeložil Petr ROTH. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-331-2.

PULPÁN, J. a J. STANOVSKÝ (2006): *Střevlíkovití brouci (Coleoptera, Carabidae) Slezska (severovýchodní Moravy): Die Läuferkäfer (Coleoptera, Carabidae) der Schlesien (nordöstlich Mähren)*. Frýdek-Místek: Muzeum Beskyd. Materiály (Muzeum Beskyd). ISBN 80-86166-20-1.

ROUDNÁ, M. (2003): *Biologická rozmanitost a otázky biologické bezpečnosti*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-275-4.

SYMONDSON, W.O.C., et al. (2006): *Biodiversity vs. biocontrol: positive and negative effects of alternative prey on control of slugs by carabid beetles*. Bulletin of entomological research, 96(06), pp.637-645.

ŠALUCHAITÉ (1998): Beetles in spring barley, winter wheat, sugar beet fields with different agricultural technologies. EDITED BY V. BRUNNHOFER & T. SOLDÁN a ORGANISED BY THE INSTITUTE OF ENTOMOLOGY ACADEMY OF SCIENCES OF THE CZECH REPUBLIC IN COLLABORATION WITH THE UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA AND THE CZECH ENTOMOLOGICAL SOCIETY. *Book of abstracts: proceedings of the VIth European Congress of Entomology*. Prague: Institute of Entomology, Academy of Science of the Czech Republic. ISBN 8090125042.

ŠARAPATKA, B. (2010): *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodářství*. Olomouc: Bioinstitut. ISBN 978-80-87371-10-7.

ŠEBÍK, J. (2010): *Úloha biopásů v zemědělské krajině z hlediska ochrany biodiverzity – společenstva epigeických brouků*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., 49 str.

ŠNOBL, J., J. PULKRÁBEK a kol. (2005): *Základy rostlinné produkce*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1340-4.

ŠTĚRBA, A. (2010): *Biodiverzita hmyzu v porostech kukuřice pěstované v různých režimech ochrany*. Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství. Vedoucí práce Doc. Ing. Hana Šefrová, Ph.D., 61 str.

TEWS, J. (2004): *Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures*. Journal of biogeography, 31(1), pp. 79-92.

THIELE, H.-U. (1977): *Carabid Beetles in Their Environments A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behaviour*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 9783642811562.

THOMAS C. F. G., HOLLAND J. M. & BROWN N. J., (2002): *The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes*. In Holland J. M. (ed.): *The agroecology of carabid beetles*. Intercept Limited, Andover, pp. 305 - 344. ISBN 1-898298-76-9.

VARVARA et al. (1998): The structure and distribution of carabid coenoses (insecta, coleoptera) in some agricultural crops from the east of Romania. EDITED BY V. BRUNNHOFER & T. SOLDÁN a ORGANISED BY THE INSTITUTE OF ENTOMOLOGY ACADEMY OF SCIENCES OF THE CZECH REPUBLIC IN COLLABORATION WITH THE UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA AND THE CZECH ENTOMOLOGICAL SOCIETY. *Book of abstracts: proceedings of the VIth European Congress of Entomology*. Prague: Institute of Entomology, Academy of Science of the Czech Republic. ISBN 8090125042.

VESELÝ, P. (2002): *Střevlíkovití brouci Prahy: Die Laufkäfer Prags : (Coleoptera: Carabidae)*. Praha: [s.n.]. ISBN 80-238-9918-x.

ZAHRADNÍK, J. (1993): *Hmyz ve službách člověka*. Ilustroval Matúš KOCIAN. Praha: Artia, Člověk v přírodě. ISBN 80-901443-2-2.

ZAHRADNÍK, J. (2007): *Hmyz*. 2. české vyd. Ilustroval František SEVERA. Praha: Aventinum. ISBN 80-86858-36-7.

ZAHRADNÍK, J. (2008): *Brouci: [fotoObr. č.ický atlas]*. 1. vyd. Praha: Aventinum, FotoObr. č.ické atlasy. ISBN 978-80-86858-43-2.

Internetové zdroje

eagri.cz: *Veřejný registr půd*. Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>

eagri.cz2: Zpráva o stavu zemědělství za rok 2015: "Zelená zpráva".
In: *Eagri* [online]. Ministerstvo zemědělství: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2015 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/file/481729/ZZ15_V4.pdf

HRDP (2009): *Výroční hodnotící zpráva o programu horizontální plán rozvoje venkova ČR za rok 2008*. ministerstvo zemědělství České republiky. Dostupné také z:
http://eagri.cz/public/web/file/1025/Vyrocni_zprava_o_programu_HRDP_za_rok_2008.pdf

bpej.vumop.cz/: EKatalog BPEJ. *EKatalog BPEJ* [online]. VÚMOP v.v.i. - Půdní služba, 2017 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

Seznam odkazů použitých obrázků

Biolib.cz-a: ŠERŠEŇ, J. *Amara aenea* (De Geer, 1774) - kvapník kovový.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id295635/>

Biolib.cz-b: FIALA, M. *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) - střevlíček ošlejšchový. In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id138063/>

Biolib.cz-c: DVOŘÁK, J. *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) - šídlatec lesklý.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id307182/>

Biolib.cz-d: KUDLIČKA, M. *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777), střevlíček hnědý.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id250165/>

Biolib.cz-e: ŠERŠEŇ, J. *Harpalus affinis* (Scharnk, 1781) - kvapník modrý.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id270772/>

Biolib.cz-f: KREJČÍK, S. *Poecilus cupreus cupreus* (Linnaeus, 1758) - střevlíček měděný, samice. In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id138606/?taxonid=556307>

Biolib.cz-g: ŠERŠEŇ, J. *Pseudoophonus rufipes* (De Geer, 1774) - kvapník plstnatý.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id300393/>

Biolib.cz-h: DVOŘÁK, J. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), samec.
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id141013/>

Biolib.cz-i: KREJČÍK, S. *Omalium caesum* (Gravenhorst, 1806).
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id167492/>

Biolib.cz-j: KREJČÍK, S. *Anotylus rugosus* (Fabricius, 1775). In: *Biolib.cz* [online].
2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id327437/?taxonid=6020>

Biolib.cz-k: DVOŘÁK, J. *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775).
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id135290/>

Biolib.cz-l: DVOŘÁK, J. *Philonthus cognatus* (Stephens, 1832).
In: *Biolib.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<https://www.biolib.cz/cz/image/id101671/>

Cassidae.uni.wroc.pl-a: 2394. *Aleochara bipustulata* (Linnaeus, 1760).
In: *ICONOGRAPHIA COLEOPTERORUM POLONIAE* [online]. 2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <http://cassidae.uni.wroc.pl/Colpolon/aleochara%20bipustulata.htm>

Cassidae.uni.wroc.pl- b: 2252. *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787).
In: *ICONOGRAPHIA COLEOPTERORUM POLONIAE* [online]. 2018 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <http://cassidae.uni.wroc.pl/Colpolon/drusilla%20canaliculata.htm>