

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



**Diverzita zelenušek (Diptera, Chloropidae)
v agroekosystémech s různým managementem**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kubík, Ph. D.

Autor práce: Kateřina Křídlová

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Diverzita zelenušek (Diptera, Chloropidea) v agroekosystémech s různým managementem vypracovala samostatně a použila jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne:

podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych touto formou poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Štěpánu Kubíkovi, Ph. D. za rady a odborné vedení, dále děkuji Ing. Anně Krupauerové za přátelskou pomoc a věcné připomínky.

Souhrn

Čeď zelenuškoviť (Chloropidae) je poměrně rozsáhlá, s celosvětovým výskytem. Popsáno bylo na 2000 druhů ve více než 160 rodech. Pro faunu Evropy je známo celkem 394 druhů v 64 rodech. Mezi zástupce této čeďi patří jedinci z řad fytofágů, saprofytů, opylovačů rostlin a bioregulatorů. Hospodářský význam zelenušek je značný, protože většina fytofágů patří mezi škůdce kulturních plodin, ve kterých jejich larvy způsobují žír zejména na porostech obilovin.

Cílem této práce bylo zjistit, zda se diverzita zelenušek výrazně mění s používáním různého managementu hospodaření v daných agroekosystémech.

Diverzita zelenušek byla sledována na pěti lokalitách severní a jižní Moravy s různým managementem hospodaření. Jedná se o tyto používané systémy hospodaření: konvenční systém zemědělství na monokultuře vojteřsky v Hustopečích, minimalizační a klasický orební systém opět na monokultuře vojteřsky v Žabčicích. Dále se jedná o mulčovanou louku (mulčování dvakrát ročně) ve Stříteži nad Bečvou a spontánní úhor v Zubří.

Biomonitoring vyjmenovaných lokalit probíhal po dobu tří let (rok 2008 – 2010), na odchyt hmyzu byly použity emergentní lapáky, které byly nainstalovány po jednom na každém stanovišti, sběr nachytaného materiálu se prováděl přibližně jednou měsíčně od května do října, pokud to dovolovaly agrotechnické úpravy pozemku. Odebraný materiál byl klasifikován a v programu MS excel vyhodnocen pomocí metody kvantitativní synekologické analýzy (počet jedinců a druhů, hodnoty dominance, indexy diverzity, ekvitability a druhové pestrosti) a pro vyhodnocení byla ještě použita ordinační analýza (PCA).

Celkem bylo zjištěno 2 449 jedinců čeďi zelenuškoviť (Chloropidae). *Oscinella frit* byla jako jediný druh nalezena na všech lokalitách. Nejvíce se vyskytovala na konvenčním systému hospodaření (Hustopeče) a nejméně na spontánním úhoru (Zubří), ale i přesto splňovala *Oscinella frit* podmínky pro klasifikaci eudominantního druhu.

Výsledné hodnoty použité kvantitativní synekologické analýzy pro vyhodnocení diverzity zelenušek vycházejí nejlépe ve prospěch mulčované louky ve Stříteži nad Bečvou a nejhůře pro konvenční systém hospodaření v Hustopečích. Podle použité ordinační analýzy (PCA) vysvětluje metoda zpracování půdy 22,9 % variability výskytu jednotlivých druhů zelenušek.

Klíčová slova:

fytofág, diverzita, biomonitoring, management hospodaření, eudominantní druh

Summary

Chloropidae family is quite extensive and spread worldwide. There are around 2000 recorded species in over 200 genera. European fauna contains 394 known species in 64 genera. The family includes species such as phytophages, scavengers, plant pollinators and bioregulators. The agricultural importance of Chloropidae is obvious as most phytophages are pests to crop, which is food for their larvae.

The aim of this work is to determine whether the diversity of Chloropidae changes with various agriculture managements in given agroecosystems.

The diversity was monitored in five locations in North and South Moravia where different agriculture managements are applied. The management systems are: conventional agriculture method applied to alfalfa monoculture in Hustopeče, reduced and conventional tillage system applied to alfalfa monoculture in Žabčice, mulched meadow (twice a year) in Střítež nad Bečvou and spontaneous fallow in Zubří.

Biomonitoring took place for three years (2008 - 2010) in these locations and the insect collections were carried out using emergent traps, one of which was installed in each location. The collections were done roughly once a month between May and October allowing for agrotechnical modification of the location. The collected material was classified and processed in MS Excel using quantitative synecologic analysis (number of individuals and species, values of dominance, diversity indexes, equitability and variety of species) and principal component analysis (PCA).

In total, 2449 individuals from *Chloropidae* family were determined. *Oscinella frit* was the only species found in all locations. It was most abundant in the conventional agriculture system location (Hustopeče) and least abundant in the spontaneous fallow (Zubří), nevertheless, *Oscinella frit* satisfies conditions for a dominant species dominant.

The quantitative synecologic analysis show that the best results are obtained for mulched meadow in Stritez nad Becvou and worst for the conventional agriculture method in Hustopeče. According to the principal component analysis (PCA), the soil processing method results in 22.9% variability in occurrence of the respective Chloropidae species.

Key words:

Phytophage, diversity, biomonitoring, agriculture management, dominant species

1	ÚVOD	5
2	CÍL PRÁCE	6
2.1	CÍL PRÁCE	6
2.2	HYPOTÉZA	6
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	7
3.1	SEZNÁMENÍ S ČELEDÍ ZELENUŠKOVITÝCH	7
3.2	ZELENUŠKOVITÍ	7
3.3	TAXONOMIE	8
3.4	MORFOLOGIE IMATURNÍCH STÁDIÍ	9
3.4.1	DOSPĚLEC	9
3.4.2	PUPÁRIUM	12
3.4.3	LARVA	12
3.4.4	VAJÍČKO	15
3.5	BIODIVERZITA	16
3.5.1	OHROŽENÍ BIODIVERZITY	17
3.5.2	BIODIVERZITA A ZEMĚDĚLSTVÍ	18
3.6	OBHOSPODAŘOVÁNÍ AGROSYSTÉMŮ	22
3.6.1	EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ	22
3.6.2	KONVENČNÍ ZPŮSOB ZEMĚDĚLSTVÍ	23
3.6.3	KLASICKÁ ORBA	23
3.6.4	MINIMÁLNÍ ORBA	24
3.6.5	MULČOVÁNÍ	25
3.6.6	SPONTÁNNÍ ÚHOR	26
3.7	BIOMONITORING DVOUKŘÍDLÉHO HMYZU	27
3.7.1	SMYK VEGETACE	27
3.7.2	MOERICKÉHO MISKY	28
3.7.3	MALAIŠŮV LAPÁK	28
3.7.4	EMERGENTNÍ LAPÁK	29
3.8	KVANTITATIVNÍ SYNEKOLOGICKÁ ANALÝZA	29
3.8.1	DOMINANCE	30
3.8.2	EKVITABILITA – DRUHOVÁ VYROVNANOST	31
3.8.3	DRUHOVÁ DIVERZITA	31
3.8.4	DRUHOVÁ PESTROST	31
4	MATERIÁL A METODIKA	32
4.1	CHARAKTERISTIKA LOKALIT	32
4.1.1	HUSTOPEČE - KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ	32
4.1.2	ŽABČICE – ZPRACOVÁNÍ PŮDY MINIMALIZACÍ (MINIMÁLNÍ ORBA)	33
4.1.3	ŽABČICE – ZPRACOVÁNÍ PŮDY ORBOU (KLASICKÁ ORBA)	34
4.1.4	STRÍTEŽ NAD BEČVOU – MULČOVANÁ LOUKA	34
4.1.5	ZUBŘÍ – SPONTÁNNÍ ÚHOR	35
4.2	METODY ODBĚRU VZORKŮ	36
4.3	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	37

5	VÝSLEDKY	39
5.1	POČETNÍ A DRUHOVÉ ZASTOUPENÍ ZELENUŠKOVITÝCH	39
5.2	DOMINANCE	43
5.3	DIVERZITA, PESTROST A EKVITABILITA	46
5.4	ORDINAČNÍ ANALÝZA (PCA)	48
6	DISKUZE.....	49
7	ZÁVĚR.....	52
8	LITERATURA	53
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	58

1 Úvod

Biodiverzita má nezastupitelný význam v ekosystému a je nezbytnou součástí pro jeho udržení. Každý ekosystém se svou biodiverzitou liší a je ovlivňován biotickými a abiotickými faktory prostředí. Přirozeně se vyskytující a rozvíjející ekosystémy jsou v současnosti spíše vzácností, většina z nich byla přeměněna lidskou činností na agroekosystémy (umělé ekosystémy). Tyto agroekosystémy vykazují nestabilitu, postrádají schopnost autoregulace a jsou závislé na vnějších vstupech v podobě lidské práce, hnojiv, insekticidů atd., což je velmi často způsobeno dlouhodobým pěstováním monokultur na úkor přirozené vegetace. Tento systém hospodaření vede k vyšší vnímavosti agroekosystému k chorobám, k napadení hmyzími škůdci a to vše přispívá ke snižování biologické rozmanitosti.

Úlohou biologického monitorování je seznámení se s vyskytujícími se druhy na vybrané lokalitě. Biomonitoring se provádí z nejrůznějších důvodů například pro zjištění vzácně se vyskytujících a chráněných druhů rostlinných či živočišných, zjištění přítomnosti škůdců a chorob v ekosystémech. Biomonitoring hmyzu poskytuje převážně informace o vyrovnanosti ekosystému a je často využíván v agroekosystémech pro zjištění přítomnosti hmyzích škůdců zemědělských plodin.

Monitoring čeledi zelenuškovitých (Diptera, Chloropidae) je součástí této práce. Čeleď zelenuškovití (Chloropidae) patří mezi významné indikátory kvality prostředí a mají nezanedbatelný hospodářský význam, protože velká část druhů patří mezi škůdce kulturních plodin. Zelenuškovití mají také zastoupení z řad saprofytů, fytofágů, bioregulátorů a opylovačů rostlin.

Mezi nejvýznamnější škůdce kulturních plodin z čeledi zelenuškovitých patří rod *Oscinella* (*Oscinella frit*, *O. pusilla*, *O. vindicata* a *O. maura*), kteří škodí obilovinám, převážně ječmenu. V agroekosystémech se špatně řízeným managementem hospodaření (špatné osevní postupy, zaplevelení porostu atd.) dochází k přemnožení jedinců z rodu *Chlorops*, *Camarota* a *Meromyza* (*Chlorops pumilionis*, *Camarota curvipennis*, *Meromyza femorata*). Tato čeleď má ovšem i významné a užitečné zástupce ze skupiny bioregulátorů a to zejména mšic, patří sem druhy rodu *Thaumatomyia* (*Thaumatomyia glabra*, *Thaumatomyia notata*).

2 Cíl práce

2.1 Cíl práce

Cílem práce je porovnat vliv různých způsobů obhospodařování agrosystémů na rozvoj diverzity zelenušek (Chloropidae).

2.2 Hypotéza

Různý management hospodaření v agrosystémech ovlivňuje diverzitu zelenušek (Diptera, Chloropidae).

3 Literární rešerše

3.1 Seznámení s čeledí zelenuškovitých

3.2 Zelenuškovití

Zelenuškovití (Diptera, Chloripidae) jsou poměrně velkou čeledí, která je součástí akalyptárních dvoukřídlých s celosvětovým výskytem, nacházejí se prakticky na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy. Popsáno bylo na 2 000 druhů ve více než 160 rodech. Pro faunu Evropy je známo celkem 394 druhů v 64 rodech (Ismay a Nartshuk, 2000).

Zelenuškovití mají zástupce z řad fytofágů, saprofytů, opylovačů rostlin a bioregulatorů. Vzhledem k tomu, že velká část druhů patří mezi škůdce kulturních plodin, nezanedbatelný je i jejich význam hospodářský.

Jednou z prvních popsaných zelenušek byla *Musca frit* Linnaeus, 1758. Dalším objeveným a zařazeným druhem do systému následovala *Musca saltatrix* Linnaeus, 1761. Do tohoto rodu bylo v průběhu následujících let zařazeno ještě několik druhů zelenušek, aniž by se dával důraz na užší systematické určení. Samotný rod *Chlorops* byl poprvé stanoven Meigenem roku 1803, který ve svých dalších dílech z roku 1830 a 1838 rozdělil rod *Chlorops* na dvě sekce. K tomuto rozdělení vedlo povšimnutí důležitého znaku na křídlech, který je i v současnosti základním znakem pro rozlišení podčeledí u čeledi Chloripidae. Do první sekce jsou zahrnovány druhy s kostální žilkou dosahující pouze k žilce R_{4+5} (v současnosti podčeď Chloropinae), v druhé sekci jsou zařazeni zástupci, kteří mají kostální žilku až k žilce M_{1+2} (v současnosti podčeď Oscinellinae). V 19. století se pro čeď zelenuškovití používal název Oscinidae. Becker (1910) toto pojmenování změnil a ustanovil nový platný název Chloripidae. Zároveň s tím to změnil původní pojmenování podčeledi Oscininae na Oscinellinae, název druhé podčeledi, Chloropinae, ponechal. Novou podčeď Siphonellopsinae zavedl Duda (1932), původní podčeledi (Chloropinae, Oscinellinae) spojil v jednu pod názvem *Chloropinae*. Tuto podčeď současně rozdělil na tři třídy: Chloropini, Oscinellini a Hippelatini. Enderlein (1934) navázal na tuto studii a ustálil pro Chloripidae i v současnosti platné tři podčeledi: Siphonellopsinae, Oscinellinae a Chloropinae.

Becker v letech 1910 – 1912 sepsal několik monografií, ve kterých se zabývá novými rody a druhy zelenušek z Palearktické, Etiopské, Indoaustralské, Neotropické a Nearktické oblasti. Teprve až Duda (1933) vytvořil první ucelenější taxonomické dílo, ve kterém se zabývá podrobným rodovým a druhovým klíčem na tehdy popsané druhy zelenušek

Palearktické oblasti, okrajově také zmiňuje severoafrické a orientální druhy. Anderson (1977) sestavil klíč na rody zelenušek „Starého světa“, kde shrnul všechny dosavadní poznatky a velmi podrobně popsal rody čeledi Chloropidae vyskytující se v Palearktické a Orientální oblasti. Někteří autoři vytvořili ještě vlastní určovací klíče, ale spíše jen pro lokální faunu. Draskovitz (1978) vytvořila klíč na druhy čeledi Chloropidae Maďarska, kde se pustila do značných zásahů v taxonomii, které vedly k vytvoření několika desítek synonym. Velká část klíče je chaotická a determinační znaky se odlišují od originálních popisů. Těchto omylů se ve svém díle o zelenuškách Bulharska vyvaroval Beschovski (1985), jeho klíč je přehledný a na jeho základě lze dobře určovat nejen zelenušky Balkánského poloostrova, ale i velkou část středoevropských druhů.

Co se týče České republiky, nebyli zelenuškovití do konce osmdesátých let dvacátého století intenzivně studováni. Zuskou (1977) byl vytvořen rodový klíč, ale jedná se pouze o upravený překlad od Nartshuk (1970). Na území České republiky nebylo dosud zpracováno rozsáhlejší taxonomické dílo o čeledi Chloropidae.

3.3 Taxonomie

- Soustava: **živé organismy** (Vitae)
- Říše: **živočichové** (Animalia)
- Kmen: **členovci** (Arthropoda)
- Podkmen: **šestinozí** (Hexapoda)
- Třída: **hmyz** (Insecta)
- Podtřída: **křídlatí** (Pterygota)
- Infratřída: **novokřídlí** (Neoptera)
- Řád: **dvoukřídlí** (Diptera)
- Podřád: **krátkorozí** (Brachycera)
- Čeleď: **zelenuškovití** (Chloropidae)

3.4 Morfologie imaturních stádií

3.4.1 Dospělec

Zelenušky se nevyznačují velikostí. Rozměry těla se pohybují mezi 1 – 8 mm, ale většinou bývají menší než 4 mm. Zbarvení je obvykle žluté až zelenavě hnědé s tmavými pruhy na hrudi. Barevné pruhy mohou být černé, hnědé nebo načervenalé (podč. Chloropinae). Další variantou zbarvení jsou celé černé či tmavě hnědé s různými kovovými odlesky (podč. Oscinellinae a Siphonellopsinae) (obr. č. 1).



Obr. č. 1 Dospělci čeledi zelenuškovití (Chloropidae) (on - line – www.biolib.cz).

Hlava: velká a pohyblivá, s hrdí je spojena úzkým krčkem (obr.č. 1 přílohy). Oči jsou velké kopulovité. Většinou se na temeni hlavy ještě nachází velká, dobře zřetelná trojúhelníkovitá skvrna tzv. čelní trojúhelník. Ocellární, postocellární, vnitřní a vnější vertikální štětiny jsou vyvinuty, ale někdy mohou být velmi malé. U některých rodů mohou být 1 – 3 orbitální štětiny nápadně protaženy (*Melanochaeta*) (Andersson 1977).

Tvar, velikost a ochlupení tykadla je variabilní a liší se nejen podle rodu, ale i podle druhu. Tykadla jsou krátká a štětinová. Zelenušky jsou podle počtu článků na tykadlech taxonomicky zařazeny do podřádu krátkorozí (*Brachycera*). Tykadla a palpy bývají povětšinou žluté, někdy mohou mít tykadla tmavý okraj (*Tricimba cincta*) (Andersson 1977).

Arista je nitkovitá, jen u některých druhů je nápadně rozšířena díky velkému množství dlouhých tmavých mikrotrichí (*Melanocheata*, *Elachiptera*). U většiny druhů jsou tváře

ploché nebo konkávní, ale u některých druhů bývá vyvinut nápadný vibrisální úhel, který obvykle nepřesahuje přes okraj oka. Sosák je většinou poměrně malý, mírně sklerotizovaný, když je složený, nevyčnívá před epistoma. Opět se zde setkáváme s rody, u kterých je sosák nápadně dlouhý, silně sklerotizovaný a složený nápadně vyčnívá před epistoma (*Oscinimorpha*, *Siphonella*) (Andersson, 1977).

Scutum: u většiny druhů krátké a široké, ochlupení je nepravidelné nebo uspořádané v podélných řadách. Postpronotum má jednu štětinu, dvě jsou vyvinuty pouze u podčeledi Siphonellopsinae. Notopleurální štětiny 1+1 nebo 1+2. Vyvinuta je jedna dorsocentrální (prescutellární) štětina, pouze u Siphonellopsinae jsou 1+3 štětiny. U většiny rodů je anepusternum lysé, jen u některých druhů může být ochlupené. Katepisternum s dorsálními a ventrálními štětinami u většiny rodů.

Scutelum má velmi variabilní tvar, obvykle pozorujeme jeden pár apikálních a jeden či dva páry laterálních štětin, které u některých druhů mohou vyrůstat u různě dlouhých bradaviček (Andersson, 1977).

Končetiny: většinou bez výraznějších modifikací, pouze u některých rodů mohou být přední nebo zadní stehna nápadně rozšířena (*Platycephala*, *Meromyza*, *Siphonellopsis*). U samců většiny druhů se na prostředním stehně nachází oblast se speciálně modifikovanými drobnými štětinami – stehenní orgán a na zadní holeni je často vyvinuto osmeterium (Andersson, 1977).

Křídla: vyvinutý je pouze první značně robustní pár křídel, druhý pár zakrněl a byl přeměněn na paličkovité útvary na hrudi tzv. haltery = kyvadélka. Tato morfologická změna vedla ke zlepšení letových schopností zelenušek. Blانيتá přední křídla zodpovídají za hybnou funkci letu, haltery kmitají současně a slouží k řízení letu.

Pro křídla je charakteristická redukce žilek, A1+CuA2 a cup chybí, kostální žilka dosahuje k R₄₊₅ (Chloropinae) nebo až k M₁₊₂ (Siphonellopsinae, Oscinellinae) (obr. č. 2). Křídla bývají většinou bez kresby s výjimkou druhu *Gampsocera numerata*. V čeledi zelenuškovití nalezneme i druhy brachypterní, což jsou druhy s malými a redukovanými křídly, neschopné letu (*Conioscinella zetterstedti*, *Elachiptera brevipennis*, *Tricimba brachyptera*) (Andersson 1977).



Obr. č. 2 Detail křídla zelenušky (foto: Kubík).

Zadeček: u většiny druhů s pěti viditelnými pregenitálními tergity. Samčí postabdomen má variabilní strukturu. Asymetrie se vyskytuje u Siphonellopsinae a symetrie u Oscinellinae a Chloropinae. U těchto dvou podčeledí je vyvinut jeden dorzální sklerit mezi 5. tergidem a epandriem, který je považovaný za systernit 7+8. U některých rodů je systernit 7+8 redukovaný a pregenitální oblast tvoří membrána (*Lasiambia*, *Polydaspis*, *Thaumatomyia*). U podčeledi Oscinellinae jsou surstyly pohyblivé a poměrně mohutné, oproti všem druhů podčeledi Chloropinae, u kterých jsou surstyly většinou nepohyblivé a velmi drobné.

Hypandrium je otevřené u podčeledi Chloropinae, u většiny druhů podčeledi Oscinellinae je uzavřené. Samičí terminál je u většiny rodů jednoduchý, tergity a sklerity 6 – 8 jsou modifikovány do ovipositoru, který je u většiny druhů poměrně krátký. Cerky jsou štíhlé a oddělené. Samčí reprodukční orgán má dvě rudimentální spermatéky (Andersson 1977).

3.4.2 Pupárium

Pupárium je převážně cylindrického tvaru, dlouhé a úzké u fytofágních druhů a u většiny predátorů je široké a krátké (obr. č. 3). Velikost se pohybuje od 1,7 – 9 mm délky a 0,6 – 4 mm šířky. Zbarvení je velmi variabilní a přechází od žluté, přes hnědou až k černé. Zbarvení pupária je nejspíš závislé na larvální potravě (Ismay & Nartshuk, 2000).



Obr. č. 3 Kukla – bzunka ječná (*Oscinella frit*) (on - line – www.biolib.cz).

3.4.3 Larva

Larvy čeledi Chloropidae není snadné nalézt v živém substrátu, tím se i ztěžuje jejich popis. Rodový klíč byl vypracován na základě morfologie 2. a 3. instaru (Smith, 1989).

1. instar: velikost je o kolo 0,6 až 1,75 mm po vylíhnutí, většinou bílé barvy, štíhlého válcovitého tvaru. Kutikula je často s větším množstvím ostnů okolo ústního otvoru. Ostnitá pásma se ještě vyskytují na prvním hrudním segmentu, na druhém až posledním abdominálním segmentu ventrálně, někdy také malé pole ostnů před řitním otvorem. C – P (cephalopharygeální) skelet je s tmavě hnědými až černými bazálními částmi ústního háčku, zbytek ústního háčku a ostatní sklerity jsou světle hnědé. U fytofágních druhů (*Cholorops*, *Meromyza*, *Oscinella*) jsou silné ústní háčky mírně zakřivené, s ostrým bodcem a jedním nebo více výraznými druhotnými zuby za ním. U rodu *Oscinella* jsou ústní háčky s prodlouženým přídatným skleritem umístěným v těsné blízkosti za nimi. U několika druhů je ještě mezi ústními háčky a intermediálními sklerity další malý kulatý nebo čtvercový sklerit. Intermediální sklerit je velmi dlouhý, připojený k faryngeálnímu skleritu, u některých predátorů pavoučích vajíček (např. rod *Pseudogaurax*) je intermediální sklerit spojen předním

příčným s dvěma postranními rameny. U fytofágních druhů má faryngeální sklerit z bočního pohledu obdélníkový tvar, s rudimentovaným dorsálním můstkem u několika druhů, u predátorů pavoučích vajíček dorsální můstek chybí. K intermediálnímu skleritu jsou u některých druhů rodu *Meromyza* těsně přitisknuta parastomální žebra. Přední stigma chybí a zadní stigma je u většiny druhů umístěno na páru krátkých, trubkovitých výčnělcích, které vystupují z posterodorsálně z posledního segmentu. Každé stigma je s dvěma štěrbinami a obvykle s nápadnými interstigmatálními výrůstky (Smith, 1989).

2. instar: obvykle je světle krémové barvy, ale může být i žlutý až zelenožlutý u rodu *Meromyza*. Kutikulární ostny jsou rozmístěny podobně jako u 1. instaru, ale v menším počtu. Larvy fytofágní jsou štíhlé, válcovité oproti predátorům pavoučích vajíček, které jsou širší (jen 3krát delší než širší). Velikost se pohybuje od 1,5 mm do 3,0 mm délky a šířka od 0,2 do 0,6 mm. C – P skelet je opět podobný jako u 1. instaru fytofágních druhů, mají silněji stavěné ústní háčky s druhotnými zuby. Vyskytuje se zde opět oblouk dentálních skleritů, který je u larev rodu *Meromyza* nápadně velký, naproti tomu u rodu *Oscinella* je drobný. Intermediální sklerit je relativně kratší než u 1. instaru, postranní ramena jsou připojena příčným skleritem, který je u většiny druhů spojený s faryngeálním skleritem, u rodu *Oscinella* se objevuje i oddělený, ale těsně přitisknutý. Faryngeální sklerit je tvarově podobný jako u 1. instaru, parastomální žebra jsou přítomna, dorsální můstek je také vyvinut u některých druhů. Přední stigmata mají růžicovitý či vějířovitý tvar. U rodu *Oscinella frit* jsou přední stigmata každý s pěti laloky. Zadní stigmata jsou u většiny druhů umístěna na páru zadních výčnělků, které jsou krátké a trubicovité. Každá stigmatální deska je se třemi kruhovitými až krátce oválnými štěrbinami a u některých druhů jsou s nápadnými interspiculárními výrůstky (Smith, 1989).

3. instar: barevná škála se vyskytuje od sametově bílé až světle nažloutlou, ale i modrozelenou, kterou můžeme najít u rodu *Meromyza*. *Lipara* má hrudní segmenty nahnědlé, nejvíce dorzálně. *Lipara similis* má zadní segmenty podobně zbarvené (Ferrar, 1987).

Ostny se různí podle druhu a jejich rozmístění má velkou váhu při určování druhů. Nejrozšířenější výskyt je tzv. ostnitých pruhů, které se vyskytují na ventrální části všech abdominálních segmentů, někdy ovšem mohou chybět, jako je tomu u rodu *Meromyza*, kde tyto ostny chybí a jsou nahrazeny řadou jemných rýh v pokožce, které stejně jako ostny slouží

k pohybu. U rodu *Cetema* se opět ostny nevyskytují a jsou zde popsány rýhy na prvních třech abdominálních segmentech. Oproti tomu některé druhy rodu *Oscinella* mají ostny na všech hrudních segmentech, některým ovšem chybí na 3. segmentu, jiným na 2. a 3. segmentu, u druhu *Camarota curvipennis* nejsou žádné hrudní ostny (Anderson 1977).

C – P (cephalopharygeální) skelet je vpředu obvykle tmavě sklerotizován a směrem dozadu je světlejší nebo bezbarvý, ale míra sklerotizace je druhově různorodá. Skelet je variabilní v závislosti na potravní specifikaci. Fytofágní druhy mají velké, mohutné ústní háčky, s jedním nebo více druhotnými zuby za apikálním hrotem. U rodu *Chlorops* je obvykle 1 další zub, u rodu *Meromyza* 1 – 2, u rodu *Oscinella* 3 – 4, u rodu *Conioscinella* je řada jemného zoubkování. Další rody mají druhotné zuby. Sekundární fytofágové a saprofágové (např. *Chloropsina*, *Gaurax*, *Hepleginella*) mají méně mohutné ústní háčky a postrádají přídavné zuby. Opět zde nalezneme výjimky, jako jsou predátoři mšic (*Thaumatomyia*), kteří mají štíhlé, ostré a zakřivené ústní háčky. Predátoři pavoučích vajíček mají malé, ostré, zakřivené, ale relativně nevýrazné ústní háčky (Ismay a Nartshuk, 2000).

Dentální sklerity se obvykle vyskytují jako pár malých, srpkovitých skleritů, s největší pravděpodobností chybí u rodu *Chlorops* a ještě u jednoho nebo dvou jiných rodů. Narozdíl od rodu *Meromyza*, kde se vyskytují jako pár velkých srpkovitých skleritů, které jsou zakřiveny vně a dopředu, jsou spojeny a vytváří střední ventrální oblouk.

Intermediální sklerit je připojený k faryngeálnímu skleritu, takto tomu je u rodu *Chlorops*, *Meromyza*, u některých fytofágních druhů je sklerit oddělený, ale těsně přilehlý u faryngeálního skleritu, u saprofágních druhů není tak těsně umístěný. U většiny druhů jsou dvě postranní ramena spojena příčným můstkem, toto spojení tvoří sklerit ve tvaru písmene H. Mnoho druhů má malý subhypostomální nebo podobný sklerit mezi nebo pod předními konci intermediálního skleritu.

Parastomální žebra jsou přítomna u většiny druhů, u některých druhů jsou buď částečně, nebo větší částí připojena k intermediálnímu skleritu, je možné, že některým druhům zcela chybí (Ismay a Nartshuk, 2000).

Faryngeální sklerit má různý tvar, dorzální můstek je u některých druhů vyvinut, u jiných může chybět. Ventrální hřeben zřejmě není vyvinut u některých primárních fytofágů (*Chlorops*, *Platycephala*). Vyskytuje se u rodů např. *Chloropsina*, *Lasimbia*, *Hapleginella*. Vyvinut je také u druhu *Oscinella frit*, ačkoliv není tak vyvinut jako u saprofágů. U tohoto druhu je přítomen filtrovací hřeben a je zajímavý tím, že přenáší symbiotické bakterie do rostlinné tkáně a následně se živí nemnoženými bakteriemi. Přední stigma má typicky

růžicovitý až vějířovitý tvar, širší je u druhu *Meromyza varigata*. Téměř rozdělený na dvě části je patrný u druhu *Meromyza pratorum*.

Zadní stigma je obvykle umístěno na trubicovitých, oddělených výčnělcích, často hnědé barvy. Velikost výčnělků je různá od poměrně dlouhých k velmi krátkým. Délka, tvar výčnělků a tvar prostoru mezi výčnělky jsou diagnosticky cenné. Každé zadní stigma má tři štěrby, které jsou obvykle docela krátké a oválné. Štěrbiny někdy mohou vyčnívat jako malé vyvýšené oblasti na stigmatální desce, u některých rodů vystupují z povrchu jako tři docela zřetelné prstovité výběžky s otvorem, které jsou vzájemně v pravých úhlech (Ismay a Nartshuk, 2000).

3.4.4 Vajíčko

Vajíčka jsou válcovitého tvaru, rovná až mírně zakřivená, konce jsou zaoblené až k docela špičatým, jeden konec je často špičatější než druhý. Velikost se pohybuje u většiny druhů mezi 0,5 – 0,9 mm délky a 0,12 – 0,2 mm šířky. Barva je zářivě bílá, kromě rodu *Lipara*, který má vajíčka krémově nažloutlá. Mikropyle jsou obvykle obklopené zřetelnou hranou nebo trychtýřovitým výčnělkem. Na chorionu se nachází jemné až hrubé podélné brázdy, některé vedou rovně po délce vajíčka, zatímco jiné se větví nebo náhle končí, brázdy jsou laterálně propojené menšími příčnými žebry nebo síťovitou skulpturou (Ferrari, 1987).

3.5 Biodiverzita

Biologická rozmanitost neboli biodiverzita bývá nejčastěji vyjadřována na úrovni živočichů, rostlin a mikroorganismů. Lze jí ovšem zkoumat i na úrovni nižších taxonomických jednotek než je druh, například biodiverzita genetická, nebo naopak na úrovni celých ekosystémů, jako je biodiverzita ekosystémová. Rozmanitost živé přírody lze vymezovat na celoplanetární úrovni, ale také pro území daleko menších rozměrů, jako příklad zde může být uveden les, či louka. Počet druhů, které se na daném území vyskytují, jsou ovlivňovány nejrozmanitějšími ekologickými a geografickými podmínkami (Matějček, 2008).

Plesník a Roth (2004) uvádějí, že zřejmě nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím biodiverzitu je zeměpisná šířka. Obecně lze říci, že s rostoucí hodnotou zeměpisné šířky klesá počet vyskytujících se druhů. Z toho vyplývá, že druhově nejbohatší ekosystémy se budou nacházet v tropech a naopak polární ekosystémy jsou na druhovou rozmanitost mnohem chudší. Dalším významným faktorem ovlivňující biologickou rozmanitost je nadmořská výška, kde opět platí, že čím je nadmořská výška větší, tím počet druhů obvykle klesá. Závislost biodiverzity, tedy biologické rozmanitosti na zeměpisné šířce a nadmořské výšce je do značné míry výsledkem produktivity prostředí. Produktivita prostředí se zvyšuje směrem od pólů k oblastem tropů a naopak se snižuje s nadmořskou výškou nebo ariditou prostředí. Tento poznatek lze shrnout tak, že druhové bohatství je spjaté s produktivitou prostředí přímou úměrností, se zvyšující se produktivitou prostředí se zvyšuje i druhové bohatství. Pouze do té doby, dokud se nepřekročí určité mezní hodnoty, to lze pozorovat například na přehnojených půdách, poté biodiverzita klesá v některých případech velmi rychle. K tomuto jevu dochází v důsledku přemnožení několika druhů, které ubírají ostatním životní prostor, a to vede k narušení mezidruhových vztahů. Proto je nejvyšší biologická rozmanitost charakterizovaná pro střední hodnoty produktivity.

Matějček (2005) uvádí, že biodiverzita je obecně větší s rozmanitostí prostředí. Což lze pozorovat v praxi na místech, kde se na určité ploše střídá více biotopů v menších ploškách, tento jev se označuje jako vysoká mozaikovitost krajiny, druhová pestrost bývá na těchto stanovištích vyšší než na stejné ploše, kde je míra mozaikovitosti nižší. Biotopů je méně, ale jejich plochy jsou souvislejší.

Počty všech druhů na Zemi jsou zatím jen pouze dohady. Je popsáno zhruba 1,75 mil. biologických druhů, z toho je asi 60 000 druhů popsáno na území České republiky. Dle odhadů je ve skutečnosti na Zemi daleko více druhů a tyto dohady hovoří o 5 – 50 mil. žijících druhů. Nejlépe prozkoumány a popsány jsou vyšší rostliny, 270 000 z odhadovaného

počtu 320 000 druhů, a obratlovci, kde počty jsou asi 45 000 z 50 000 odhadovaných druhů. Na druhé straně nejméně probádanou a prozkoumanou skupinou je hmyz, kde se hovoří o necelém mil. popsáných druhů z odhadovaného počtu 8 mil. žijících druhů (Plesník a Roth, 2004).

Alison (2010) publikoval, že biodiverzita poskytuje kromě produkce cenných zástupců rostlin a živočichů mnoho ekologických služeb. V nezasazených ekosystémech lidskou činností tvoří druhová rozmanitost prostředí přirozenou bariéru proti erozi půdy, obohacuje podzemní vodu, reguluje záplavy zvýšeným vsakováním a snížením odtoku vody. Zprostředkovává recyklaci živin, kontrolu místního mikroklimatu, regulaci lokálních hydrologických procesů. Tyto obnovovací procesy jsou převážně biologické, proto je nezbytné udržování přirozené biodiverzity.

3.5.1 Ohrožení biodiverzity

Lidská činnost se velmi výrazně podílí na zániku druhů i celých populací, což velmi vážně a přímo ohrožuje biologické bohatství i celou rozmanitost života na Zemi, nepřímo má tato skutečnost za následek úbytek lidského blahobytu. Bezprostřední příčiny úbytku biologické rozmanitosti jsou velmi zřejmé. Do tohoto celosvětového problému lze zahrnout devastaci a likvidaci přirozeného prostředí pro dané druhy, buď za účelem hospodaření a obdělávání půdy na dané lokalitě, či výstavbě městských sídlišť, nebo výstavbě pozemních komunikací. Další významný vliv na rozmanitost prostředí má lidská činnost, která je spjata s průmyslem a těžbou přírodních zdrojů (černé a hnědé uhlí, zemní plyn, ropa atd.), podíl na tomto vlivu má samozřejmě i „běžný provoz domácností“ (používání auta, využívání topných zdrojů a následná produkce škodlivých plynů). Všechny jednotlivé faktory mají neblahý dopad na životní prostředí, to má za následek změny klimatu a tím pádem i změny v biodiverzitě (Gregory et al., 2007).

Vačkář (2005) uvádí, že celkový počet druhů se v průběhu geologického vývoje Země značně měnil, v některých případech docházelo ke vzniku a rozvoji nových druhů, na druhé straně se zde objevovalo také významné masové vymírání druhů. Je prokázáno, že k vymírání v průběhu minulosti Země došlo nejméně pětkrát, což označováno jako „Vymírání velká pětka“. Odhaduje se, že při každé katastrofě, při které došlo k vymření tehdy žijících druhů, vyhybnulo 50 – 60 % dosud se vyskytujících druhů.

Plesník a Roth (2004) publikovali, že k přirozenému kolísání počtů druhů na Zemi dochází i v současné době. Hlavními změnami biodiverzity, převážně se jedná o její

ochuzování, má dnes na svědomí lidská činnost, která je v některých případech značně bezohledná k životnímu prostředí. Bohužel se dokonce ukazuje, že rychlost, jakou ubývají počty druhů v současnosti, nemá v geologické minulosti Země obdoby. Dle nejrozumnějších odhadů, které se zabývají výzkumem biodiverzity, předpokládají, že vlivem člověka vyhyne 20 – 50 tisíc druhů organismů ročně. V mnoha případech se jedná o hmyz, nižší rostliny apod. Většina vymřelých rostlinných a živočišných druhů pochází z ostrovů, popřípadě se jedná o druhy žijící ve sladkých vodách, které obývají biotopy ostrovního charakteru v rámci pevniny, jako jsou především jezera. Existují různé odhady, které srovnávají rychlost současného vymírání druhů s rychlostí přirozeného vymírání. Tyto dohady se dosti rozcházejí, ale nejčastěji se však uvádí, že rychlost vymírání je v současné době 100x až 200x vyšší než rychlost přirozeného vymírání. To, kde a kolik druhů vymře, je spjaté se vzájemnou provázaností jednotlivých druhů. Jako příklad lze uvést, že vymření jednoho druhu rostliny znamená s největší pravděpodobností zánik nejméně pěti závislých druhů hmyzu a vymření mnoha druhů specializovaných parazitů. Tento jev se nazývá dominový efekt.

Matějček (2005) uvádí, že význam biodiverzity spočívá zejména v zachování přírodní rovnováhy. Jednotlivé druhy jsou totiž na sebe v přirozeném prostředí vzájemně závislé, případné vyhynutí jednoho druhu s sebou nese zániknutí druhů s ním spojených, další variantou je přemnožení druhů, kterými se vyhynulý druh živil atd. Biodiverzita má také nezastupitelný a mimořádný význam pro člověka. Mnoho živočišných, ale i rostlinných druhů využívá lidstvo jako zdroj obživy, dále se přírodní bohatství používá v nejrozumnějších odvětvích výroby např. farmacie, stavebnictví, oděvní průmysl apod. Druhovita rozmanitost má samozřejmě také svou významnou hodnotu kulturní a estetickou.

3.5.2 Biodiverzita a zemědělství

Zemědělství má velmi významnou funkci nejen pro produkci základních potravin lidské obživy, ale také má funkce ekonomické, společenské a v neposlední řadě ovlivňuje životní prostředí. Je dán předpoklad, že v roce 2050 vzroste celosvětová poptávka po potravinách více než o dvojnásobek nynější potřeby, také stoupá poptávka po přírodních energiích (ropa, solární a větrné elektrárny atd.), veškeré tyto civilizační zásahy do krajiny jsou na úkor přirozených ekosystémů a tím pádem i biologické rozmanitosti. Další tlak na biodiverzitu v rámci zemědělství je vyvíjen homogenizací krajiny, která má za následek sjednocení a úbytek přirozených stanovišť biologických druhů. Zachování biodiverzity v lidské modifikované krajině je nezbytné k ochraně vzácně, ale i běžně vyskytujících se druhů ze

zástupců fauny i flóry na Zemi, k udržení ekosystémových služeb, které zaručují vysokou druhovou rozmanitost (Clough et al., 2011).

Bednář (1974) uvádí, že pro vytvoření nového typu zemědělské krajiny není nutná redukce přírodních ekosystémů na úkor prostorového zvýhodnění agroekosystémů, ale je třeba usilovat o zachování jistého stupně ekosystémové heterogenity v krajině, která vede k optimalizaci přírodního prostředí, což má v důsledku zvýšit zemědělskou produkci v krajině. Neuvážená redukce přirozených ekosystémů ve prospěch zemědělské krajiny zákonitě vyvrcholí v ekologickou krizi krajiny. Ekologická krize zemědělské krajiny ústí ve svých následcích po rozrušení krajinné struktury destrukcí přirozených ekosystémů v totální destrukci všech složek krajiny, tedy i agroekosystému. Strukturně funkční heterogenita krajiny, která jí dodává určitý ráz, není jen požadavkem krajinářským a estetickým, ale v první řadě ekologickým.

Perfekto a Vandermeer (2010) publikovali, že globálně byla většina přirozené krajiny změněna ve prospěch zemědělství, přeměna nenarušených přírodních ekosystémů v zemědělskou půdu může mít zásadní vliv na přirozenost těchto systémů, ale mnoho zemědělských stanovišť může být také důležitým zdrojem služeb. Využívání zemědělské půdy lze považovat za mezistupeň lidského vlivu na kontinuitu mezi divočinou a lidským ekosystémem. Stejně jako převod přírodních ekosystémů na zemědělství může snížit průtok některých ekosystémových služeb.

Flower a Mooney (1990) uvádějí, že zemědělská půda zaujímá na celé planetě 20 – 30 % světové pevniny, v přepočtu na pozemkové míry je toto číslo až neuvěřitelné a odpovídá 1,5 miliardy hektarů zemědělské půdy. Toto číslo nejspíše není konečné, pokud se lidstvo nezačne více zajímat o ekologické dopady zemědělství na přirozený ekosystém, neboť se odhaduje, že v roce 1700 zaujímala zemědělská půda o kolo 265 miliónů hektarů, z čehož je patrné, že poptávka po zemědělské půdě vzrůstá geometrickou řadou nahoru. Se zemědělstvím se pojí zjednodušení struktury na velkých areálech, které souvisí s pěstováním málopočetných kulturních rostlin a chovem domestikovaných zvířat. Na celosvětových zemědělských plochách se v podstatě pěstuje jen několik druhů kulturních plodin, je to asi 12 druhů obilovin, 23 druhů zeleniny a asi 35 druhů ořechů a ovoce, což v podstatě odpovídá méně než 70 druhům rostlin na 1,5 miliard hektarů zemědělsky využívané půdy. Toto zjištění je v ostrém kontrastu s přirozeným ekosystémem jedno hektaru deštného pralesa, na kterém se zpravidla přirozeně vyskytuje asi 100 druhů stromů.

Intenzivní zemědělská produkce má za následek biologické zjednodušení zemědělsky využívané krajiny a vytvoření umělých ekosystémů, které vyžadují neustálé lidské zásahy

a regulaci vnitřního prostředí. Množství důkazů nyní poukazuje na intenzifikaci zemědělství jako hlavní příčinu poklesu rozšíření evropské populace polního ptactva a snížení množství a rozmanitosti mnoha druhů rostlin i mnohých taxonů bezobratlých (Hole et al., 2005).

Fuller et al. (2005) publikovali, že hlavní příčinou ztráty přírodních stanovišť pro faunu i flóru je invaze zemědělství, z toho má největší podíl na této devastaci krajiny odlesňování. Jako příklad lidské neuváženosti a kácení lesů uvádí Vačkář (2005) odlesňování v Etiopii, kde během 40 let (1950 – 1990) z celkové plochy 40 % lesa na celém území státu klesla zalesněnost pouze na 1 % zbývajících lesa. Dalším příkladem může být uvedeno kácení lesů v Salvádoru, kde lesy původně pokrývaly 90 – 95 % rozlohy země a dnes se jejich rozloha lidskou činností zredukovala na necelých 7 %, z tohoto zbývajících lesního pokryvu představují více jak polovinu poškozené mangrové porosty a lesy, osazené borovicemi. Kácení lesního porostu se však netýká pouze oblastí tropů. Například v Bělorusku se lesnatost od roku 1750 snížila z 80 % na 35 %. Z tohoto trendu poklesu lesnatosti není vynechána ani Česká republika, kdy se původní lesnatá krajina před rozvojem zemědělství z 95 % snížila na současných 33 %. V posledních 50 letech, ale můžeme zaznamenat i opačný jev, kdy na druhou stranu lesnatost vzrůstá. Výrazně přibýlo lesů v Izraeli, z méně než 1 % se lesnatost zvýšila téměř na 10 %, v Bhútánu z 64 % na 73 %. Kácení lesů s sebou nese také změnu druhové skladby, která následně ovlivňuje druhové složení fauny i flóry.

Altieri a Nicholls (2005) uvádějí, že přetváření přirozených ekosystémů na zemědělsky produktivní půdu nese s sebou velké ochuzení, či zjednodušení biodiverzity a tento uměle vytvořený ekosystém vyžaduje neustálé zásahy v podobě lidské práce. S příchodem civilizace a velké poptávky po potravinách vstupuje do role mechanizace, jak pro přípravu půdy na výsadbu semen, tak pro sklizení plodin, což má za následek nahrazování přirozeného šíření semen. Dalšími nepřirozenými regulacemi je používání pesticidů a herbicidů, což neumožňuje přirozené kontrolování populace plevelů, patogenů a hmyzu. Velmi diskutované a v dnešní době prvním předmětem zájmu jsou genetické manipulace, které nahrazují přirozenou selekci rostlin a procesy evoluce. Ovlivňováno je i obohacení půdy o živiny, protože rostliny jsou sklizeny, tím pádem nemají možnost přirozeného rozkladu a živiny nemají možnost přecházet do půdy. Dnes se ve velké míře používá hnojiv k obohacení zeminy nezbytnými živinami.

Jako příklad používání hnojiv uvádějí Altieri a Nicholls (2005) způsob hnojení v USA, kdy se každoročně na zemědělsky využívanou půdu aplikuje 17,8 miliónů tun hnojiv a okolo 250 miliónů kilogramů pesticidů. Přestože tyto vnější vstupy do agrosystému zvýšily výnos plodin, představují jejich nežádoucí dopady na životní prostředí nestabilitu a nemožnost trvalého udržení zemědělství.

Rostlinná společenstva, která jsou upravena tak, aby splňovala zvláštní požadavky lidí, jsou nejvíce ohrožena a náchylná k napadení hmyzími škůdci a rostlinnými chorobami, protože se rozvíjí trend zakládání monokultur na úkor přirozené vegetace, čímž se snižuje rozmanitost habitů. Také se zde ztrácí schopnost samoregulace a regenerace napadené populace škůdce, je nutný lidský zásah k ozdravení vegetace (Altieri a Nicholls, 2005).

3.6 Obhospodařování agrosystémů

3.6.1 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství se vyvinulo jako odezva na dosavadní konvenční využívání zemědělské půdy, kde je zapotřebí hodně vnějších vstupů a mimo jiné má konvenční zemědělství neblahé ekologické dopady. Základem ekologického zemědělství je šetrný přístup k hospodaření, kde je kladen důraz na životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Jsou zde stanovené pěstební postupy a používání chemických látek ve formě pesticidů a insekticidů, které zatěžují a podílejí se na znečišťování životního prostředí (Lichtfouse, 2010).

Luna et. al (2010) formulovali cíle, které si ekologické zemědělství stanovilo a kterými se řídí. Jedná se o produkci kvalitních potravin a krmiv v dostatečném množství. Využívat místních zdrojů, podporovat přirozený koloběh látek a minimalizovat ztráty. Minerální hnojiva a pesticidy nahrazovat uvědomělým používáním biologických procesů a kultivací plodin. Zlepšovat a udržovat úrodnost půdy, nižší intenzita obdělávání půdy podporuje rozvoj aktivity půdních organismů a rozvoj kořenového systému rostlin. Dalším cílem ekologického zemědělství je chránit přírodu i její rozmanitost a uchovávat přírodní ekosystémy ve volné krajině. Všechna tato opatření se vyvarují všech forem znečištění, které by zemědělství mohlo vyprodukovat.

Hole et al. (2005) uvádějí, že v ekologickém zemědělství platí zásada, že základem pro dobré a hlavně kvalitní výnosy, je oživená a úrodná půda, která vyživuje rostliny. V tomto systému se nehnojí rostliny přímo ke kořenům podle aktuální potřeby, aniž by se nebraly ohledy na stav a kvalitu půdy, jak je tomu mnohdy v konvenčním způsobu vedení zemědělství. Výživa rostlin v ekologickém zemědělství je zajišťována pomocí přirozeného koloběhu živin v půdě. Z tohoto důvodu má velký význam množství a kvalita půdního humusu, s tím souvisí také obsah organické hmoty v půdě.

Shennan (2008) publikoval, že důležitý předpoklad pro podnikání v ekologickém zemědělství je kvalitní půda a její schopnost přirozeně omezovat výskyt chorob. Rostliny, které jsou pěstované na biologicky aktivní půdě, získávají přirozenou odolnost vůči škodlivým činitelům. Ve volné přírodě nezasazené člověkem mají živé organismy své přirozené nepřátele, pokud je tato rovnováha mezi organismy narušena ve prospěch škodlivých a užitečné organismy chybějí, nebo jsou z jakéhokoliv důvodu oslabeny, nastávají vhodné podmínky pro neúnosné přemnožení škůdců a chorob.

Alison (2010) uvádí, že biologická regulace hmyzích škůdců v agroekosystému je důležitou ekosystémovou službou, která je podporována v ekologicky vedeném zemědělství. Ekologická stanoviště poskytují různé potravní zdroje jak pro škůdce, kteří znehodnocují rostlinou produkci, tak pro jejich predátory, které můžeme najít ze zástupců hmyzožravých ptáků, netopýrů či mikrobiálních patogenů. Všechny tyto organismy fungují jako přirození nepřátelé rostlinných škůdců a poskytují biologickou ochranu agroekosystémům při jejich napadení. Tato biologická ochrana může omezit populace hmyzích škůdců a plevelů v agroekosystému a tím se snižuje potřeba pesticidů a insekticidů.

3.6.2 Konvenční způsob zemědělství

Novák (1974) publikoval, že přibližně po 1950 došlo k scelení polí a ke zrychlenému rozvoji rostlinné výroby, protože ekonomický požadavek je vyprodukovat na hektar orné půdy konzumních plodin podstatně více a levněji. Tato zemědělská velkovýroba je podpořena a umocněna s nástupem mechanizace, chemizace, specializace a koncentrací.

Shennan (2008) uvádí, že hlavním rysem intenzivního zemědělství je pěstování velmi omezeného počtu plodin. Tento trend byl zaveden, protože pěstování monokultur snižuje výrobní náklady a to má dopad i na tržní hodnotu pěstovaných komodit. Obrovské polní plochy, na kterých je pěstována jen jedna plodina, mají samozřejmě vliv na složení fauny. Ve velké míře jsou zde přítomni škůdci a pro jejich vyhubení je zapotřebí velkých dávek biocidů (insekticidů, pesticidů, herbicidů apod). Také je zde zapotřebí používání vyšších dávek průmyslových hnojiv, protože půda je v důsledku pěstování stejné plodiny každý rok vyčerpaná.

Bednář (1974) formuloval nevýhody intenzivního zemědělství, nejzásadnější je snížení biodiverzity a závislost na vnějších vstupech, kdy zbytky pesticidů kontaminují vodu a půdu. Další negativní dopady jsou v utužení půdy pod vlivem těžkých strojů, také je zde větší náchylnost půdy k erozím. Se zemědělskou velkovýrobou se pojí také úpadek venkova.

3.6.3 Klasická orba

Kabrhel (1975) uvádí, že orba je tradiční a základní spravování půdy v klasickém zemědělství. Hlavním úkolem správně provedené orby je prokypření půdy, obracení, promísení a dodání drobkovité struktury ornice. Orba má také velký význam v odplevelování. Půda s narušenou strukturou se dostává do spodních vrstev a zde dochází k její obnově. Další

úlohou orby je zapravit posklizňové zbytky, vydrol a minerální hnojiva do ornice a přemístění živin ze spodních vrstev půdního profilu do horních. Měly by být zachovány všechny přirozené biologické a hydrofyzikální vlastnosti půdy. I v dnešní moderní a technické době nejsou stroje, i přes to, že jsou velmi dokonalé, schopné provést všechny úkony najednou v jednom vstupu na oraniště. Orba se rozděluje podle následujících hledisek: v kterém ročním období se orba provádí, jakým způsobem a do jaké hloubky se oře.

Domsch (1957) formuloval, že letní orba se provádí během letního období za účelem připravení půdy pro setí letních meziplodin (např. hořčice bílá, svazenka vratičolistá), orba je mělká popřípadě středně hluboká, je provedena rychle po sklizni. Podzimní orba je základní úprava půdy pro pěstování jarních obilovin, luskovin, okopanin, různé druhy zeleniny a další plodiny jako je mák, slunečnice. U této úpravy se vytváří hřebenovitá ornice, která zvyšuje vstřebávání vody z podzemních a zimních srážek. Podzimní orba má značný účinek při hubení plevelů. Zimní orba je v podstatě jen opožděná podzimní orba. Jarní orba se provádí jen v nejkrajnějších případech, má značné nevýhody, protože se zvyšuje vysychání půdy a zvyšuje se riziko zaplevelení jednoletými plevely. I přes tyto nevýhody se jarní orba provádí na příklad k zaorání vyžralého hnoje k bramborám.

Hloubka orby se rozděluje na mělkou do 18 cm (na kamenitých půdách, ve vyšších oblastech a u meziplodin), středně hlubokou orbu 18 – 25 cm, která je nejpoužívanější pro plodiny které využívají hlavně orniční vrstvu (obiloviny, zelenina, olejnin a luskoviny). Hluboká orba 25 – 30 cm je vhodná k plodinám s kulovitým kořenem (cukrovka, krmná řepa). Velmi hluboká orba nad 30 cm se provádí jen v hlubokých humózních půdách. Způsob orby se volí podle tvaru, velikosti a terénu pozemku. Orba se dělí na záhonovou, do skladu, do kola (do figury), do rozboru, do roviny, orba do svahu, orba nepravidelných ploch (Domsch, 1957).

3.6.4 Minimální orba

Zpracování půdy založené na orbě je v našich podmínkách hojně využíváno, avšak je energeticky a organizačně značně náročné. Proto je cílem minimalizace zjednodušit, zrychlit a hlavně zlevnit zpracování půdy. Minimální orba nebo též minimalizace zpracování půdy, kde je kultivace udržována na minimu, jedná se o jednu až dvě operace. Stroje používané ke kultivaci, jsou navrženy tak aby ponechávaly co nejvíce posklizňových zbytků (30 %) více na povrchu půdy. Mezi kultivační nástroje patří radličky, radličkový kultivátor, či disky (Domsch, 1957).

Reich (1934) uvádí, že minimální zpracování půdy není definováno jen snižováním počtu činností a omezením pojezdů po poli, ale také se snižuje hloubka zpracování půdy. Pro používání úpravy půdy minimalizací jsou nutné tyto předpoklady: dobrý fyzický stav ornice a dobré zásobení živinami. Mělo by se také dbát na řádné odplevelení, v ornici by se neměly vyskytovat trvalé plevele např. svlačec, pcháč, pýr atd. Minimální orba není vhodná pro studené, překyselené a zamokřené půdy s nízkým obsahem přístupných živin.

Výhodami této agrotechnické metody je snížení proplavování živin do spodních vod, především se jedná o dusík a fosfor. Lepší humifikace, což je tvorba humusu, a tím dochází ke zlepšení půdní organické hmoty. Samozřejmě jsou zde výhody i v ekonomické sféře, kdy dochází ke snížení celkových nákladů, což je úspora práce a energie. Na druhé straně každá agrotechnická úprava půdy s sebou nese i nevýhody, u této metody tomu není jinak. Nevýhodami jsou snížení biologické účinnosti půdy, rozšíření vytrvalých plevelů, chorob a škůdců (Mader a Berner, 2010).

3.6.5 Mulčování

Tachibana et al. (2009) uvádějí, že mulčování je agrotechnická metoda, která se používá nejvíce v ovocnářství a v zelinářství. Tato metoda je založená na nastýlání půdy organickým materiálem do výšky cca 3 – 5 cm. Mulč redukuje dopad slunečních paprsků a tím se zastavuje další možný růst plodin.

Hobbs et al. (2008) publikovali, že hlavním úkolem mulčování je ochrana půdy před povětrnostními podmínkami, které mohou způsobit větrnou nebo vodní erozi, dále chrání půdu před vysycháním a tvorbou půdního škraloupu. Udrží správnou drobtovitou strukturu půdy a vyrovnanou teplotu. Mulč zajišťuje neustálý přísun živin a zároveň zabraňuje jejich nadměrnému vyplavování. V neposlední řadě má významný vliv na potlačení výskytu plevelů a rozvoj organismů žijících v půdě. Nevýhoda tohoto agrotechnického opatření je vysoká potřeba ruční práce a poskytnutí úkrytu pro hlodavce a slimáky.

Při mulčování se na povrchu půdy rozkládá odumřelý organický materiál, tento děj se vyskytuje u kompostování, tudíž se může hovořit o plošném kompostování. Mulč se pokládá v tenké vrstvě, která se obnovuje. Pod tlustou by se totiž se vytvářelo anaerobní prostředí vhodné pro vznik nežádoucích plísní. K nastýlání se používají nejrůznější organické materiály např. drobně nařezaná a částečně zetlelá sláma, chlévský hnůj z drobně nařezané slámy, nezaplevelený kompost i z jiných organických materiálů. Také je možné použít nasekanou

trávu, ale nejprve je nutné jí nechat zavadnout. Dále je možné použít směs z hlíny, listí a zralého kompostu (Šarapatka a Urban, 2006).

3.6.6 Spontánní úhor

Bornkamm (1988) uvádí, že spontánní úhory jsou v podstatě opuštěná pole, která již nejsou vhodná k pěstování dalších plodin, buď kvůli chudým půdním podmínkám, špatně přístupnému terénu jako jsou strmé svahy. Nebo nejsou vhodné povětrnostní a hydrologické podmínky, také zde hraje roli ekonomická návratnost vložených investic, kdy se již po ekonomické stránce pěstování plodin nevyplatí a je prodělečné. Dále to mohou být pole, která byla opuštěna po roce 1989, kdy došlo k zániknutí zemědělských družstev a státních statků. Ale i tato opuštěná pole mají důležitý stabilizační prvek v krajině. Především pole starší, která mají již vyvinuté keřové a stromové patro, nebo mají souvislý porost z vytrvalých bylin, mají důležitý ekologický význam.

3.7 Biomonitoring dvoukřídleho hmyzu

Hrbáček (1953) uvádí, že hmyz se vyznačuje velkým bohatstvím druhů. Počet druhů hmyzu je větší než počet všech ostatních živočišných druhů dohromady. Pro bezpečné poznání jednotlivých druhů by i jen ve skupině hmyzu je nezbytné řádné založení sbírky té či oné skupiny hmyzu (obr. č. 2 přílohy). Sbírkou není sama o sobě účelem, ale jen pomůckou při dalším studiu tvarové rozmanitosti a způsobu života. Sbírkou není tedy souborem běžných a vzácných druhů, ale pomůckou pro správné rozlišení druhů, zvláště důležitou při řešení rozsahu druhové variability. Požadavky, které by měla entomologická sbírka splňovat, jsou: 1. jednotlivé exempláře by měly být v bezvadném stavu, 2. na preparátu by měly být rozlišovací znaky druhu dobře patrné, 3. každý kus má být opatřen etiketou, udávající místo a datum nálezu a jméno nálezce.

Biomonitoring slouží k poznání změn v populacích jednotlivých druhů organismů či skupin organismů v čase. Je založený na dlouhodobém a pravidelném získávání informací o dané populaci, pomocí monitorování, odchyty a odběru vzorků. Pro biomonitoring dvoukřídleho hmyzu se používají tyto odběrové metody: smyk vegetace, Moerického misky, Malaisův lapák a emergentní lapák. Ve většině případů se používá kombinace těchto metod, protože žádná metoda nedokáže pokrýt celé druhové spektrum dané lokality. Důležité pro objektivní vyhodnocení pokusu je volba vhodného a reprezentativního stanoviště odběru, s tímto souvisí i optimální počet odběrů (Roháček et al., 1998).

3.7.1 Smyk vegetace

Smyk vegetace je zařazen mezi pohyblivé pasti. Touto metodou se provádí sběr hmyzu z bylinného patra, především horní dvě třetiny porostu. Smyk se provádí pomocí tyče, na které je upevněná síť (obr. č. 3 přílohy). Rám sítě je různého průměru i tvaru kruh či srdce, síť nemá předepsanou barvu a většinou je dvouplášťová, tyč může být dlouhá až 5 m, nebo teleskopická. Samotný odběr se provádí po povrchu vegetace smýkáním tak, že se opisujeme po porostu ploché, ležaté osmičky. Aby docházelo k co nejmenšímu poškození nasmykaného vzorku, je lépe provádět smyk v menším množství a ve více sériích. Metoda je zatížena řadou metodických chyb, především je výrazně ovlivněna denní dobou sběru (Hrbáček, 1953).

3.7.2 Meorického misky

Meorického misky nebo také nazývané žluté misky o průměru 20 – 30 cm, které jsou částečně naplněné obyčejnou vodou s přídavkem detergentu (obr. č. 4). Jak již název napovídá, jsou povětšinou žluté barvy. Misky zachycují odlišné druhové spektrum než ostatní monitorovací techniky, nejsou tolik závislé na počasí a přesné lokalizaci. Nevýhodou je to, že zachycují i migrující druhy a ve větší míře odchyťávají druhy vyhledávající květy. Misky jsou kladeny přibližně 5-10 metrů od sebe tak, aby byla zastoupena všechna stanoviště s důrazem na místa, kde je předpokládán větší výskyt daných zástupců hmyzu (vyvýšená místa, místa bez travního pokryvu pod okrajem stromů a keřů) (Barták, 1997).



Obr.č. 4 Meorického misky (foto: Vaněk).



Obr. č. 5 Malaisův lapák (on – line – www.kaskus.us).

3.7.3 Malaisův lapák

Malaisův lapák patří do skupiny nárazových pastí. Jedná se o stan, který je tvořen z průhledné neutrálně zbarvené textilie (obr. č. 5). S přední nebo oboustrannou stěnou, v dolní části je stan odkrytý a vrchol je průhledný. Past je založená na základě využívání schopnosti hmyzu orientovat se nahoru a za světlem. Hmyz, který vletí do pasti, se orientuje ke světlu přicházejícímu ze stropu, kde proletí zpětným trychtýřem do lahve naplněné 70 % etylalkoholem a zde je hmyz usmrcen. Nevýhodou této pasti je, že zachytává migrující druhy, a to dokonce více než meorického misky (Roháček et al., 1998).

3.7.4 Emergentní lapák

Emergentní lapák má podobu trojúhelníkového stanu bez dna, při čemž stěny lapáku jsou přikolíkované k zemi a po obvodu zahrnuty zeminou tak, aby do pasti nemohl proniknout hmyz z okolí (obr. č. 6). Na vrcholu lapáku je upevněna tzv. hlava, která se skládá z polyethylenové lahve naplněné 70 % ethylalkoholem, slouží k usmrcení odchyceného hmyzu. Tato past zachycuje autochtonní druhy, tudíž druhy, které svůj vývoj v dospělosti prodělaly ve vymezeném prostoru emergentního lapáku. Samozřejmě za předpokladu správného nainstalování a nepoškození pasti během monitoringu (Barták, 1997).



Obr. č. 6 Emergentní lapák (foto: Vaněk).

3.8 Kvantitativní synekologická analýza

Křístek a Urban (2004) vysvětlují synekologii hmyzu tak, že v daném prostoru žijí populace organismů a tvoří heterotypický kolektiv, čili společenstvo organismů. Nazývá se cenóza, jeho životní prostor se nazývá biotop (cenotop). Cenóza a biotop tvoří ekosystém. Rostlinné dílčí společenstvo v cenóze je fytoocenózou. Hmyz v rámci zoocenózy tvoří samostatnou skupinu nazývanou entomocenóza. Přes tyto základní ekologické pojmy jsme se dostali k problematice struktury, dynamiky a funkce hmyzu v ekosystémech.

Výhodou kvantitativní metody je, že není nutná podrobná znalost bionomie všech druhů, ale každý jedinec z daného vzorku musí být řádně evidován. Pro tento fakt se mohou používat odchytné pasti, které poskytují jen objemově malý vzorek (nízký počet jedinců, ale již hodnotitelný a průkazný) (Begon et al., 1997).

Begon et al (1997) uvádějí, že pro vyhodnocení nasbíraných dat v rámci biomonitoringu, bylo stanoveno několik matematicko - statistických indexů, které ukazují na změny v populacích. Jedná se o počet druhů, druhové složení a relativní zastoupení druhů, početnost (abundance), druhová pestrost, všechny tyto veličiny pomáhají určit změny v populacích na lokalitách. Jedná se o srovnání údajů získaných v určitém časovém odstupu nebo při porovnání lokalit mezi sebou.

3.8.1 Dominance

Křístek a Urban (2004) publikují, že dominance je významný prvkem v charakteristice entomocenózy. U dominance hmyzu je obecný jev, že jen málo druhů je vysoce dominantních, u dalších druhů dominance podstatně klesá. Nejvíce je druhů s nejmenší dominancí, tzv. recedentní nebo subrecedentní. Rozložení četnosti jedinců mezi druhy může být zcela rovnoměrné, ale stejně tak může být každý druh zastoupen pouze jedním jedincem.

Simpsonovy indexy udávají, zda jsou ve společenstvu zastoupeny silně dominantní druhy, nebo je – li společenstvo spíše vyrovnané. Také hodnotí významnost druhu (citlivost na abundanci dominantních druhů, necitlivost na vzácné druhy).

Klasifikace dominance:

- dominantní – hlavní druh: $\geq 10 \%$
- influentní – doprovodný druh: 5 – 10 %
- akcesorický – přídatný druh: $\leq 5 \%$

Třídy dominance:

- eudominantní druh: $\geq 10 \%$
- dominantní druh: 5 – 10 %
- subdominantní druh: 2 – 5 %
- recedentní druh: 1 – 2 %
- subrecedentní druh: $\leq 1 \%$

3.8.2 Ekvitabilita – druhová vyrovnanost

Druhová rozmanitost vyjadřuje míru vyrovnanosti zastoupení jedinců u biologických druhů tvořících společenstvo. Maximální ekvitabilita nastává v případě, že je stejný počet jedinců u všech druhů v biocenóze. Vyrovnanost se pohybuje v rozmezí hodnot 0 až 1 (Barták, 2002).

3.8.3 Druhová diverzita

Druhová diverzita vyjadřuje poměr počtu druhů k počtu jedinců ve společenstvu. Jedná se o podíl, kterým jedinci každého druhu přispívají do celkového vzorku. Druhová diverzita se vyjadřuje pomocí různých indexů diverzity. Index diverzity je vyšší, čím je biocenóza tvořena větším počtem druhů s relativně nižší početností. Ve společenstvu, kde se vyskytuje málo druhů a je vysoká ekvitabilita, nebo naopak ve společenstvu s málo druhy a vysokou ekvitabilitou, můžou indexy diverzity dosáhnout stejných hodnot. Diverzita ovšem nemusí být chápána pouze v rámci druhu (Barták, 2002).

Úrovně biodiverzity:

- druhová diverzita: počet druhů v daném prostředí
- genetická diverzita: genetická rozmanitost uvnitř druhu
- ekologická diverzita: počet různých ekosystémů v daném prostředí

Kategorie diverzity:

- α – diverzita: počet druhů na stanovišti
- β – diverzita: rozdíl druhového složení mezi jednotlivými stanovišti
- γ – diverzita: kombinace α a β diverzity, celkový počet druhů v regionu

3.8.4 Druhová pestrost

Druhová pestrost je vyjádřena počtem druhů ve společenstvu. Podle pestrosti druhů lze posuzovat standard kvality životního prostředí, protože čím je vyšší, tím je i vyšší odolnost prostředí. Index druhové pestrosti udává počet vyskytujících se druhů na dané lokalitě k celkovému počtu odchycených jedinců (Barták, 2002).

4 Materiál a metodika

4.1 Charakteristika lokalit

4.1.1 Hustopeče - konvenční zemědělství

Tato lokalita se nachází v Starovicích (přesná poloha: 48°57'39" s. z. š., 16°41'49" v. z. d.) v nadmořské výšce 240 m n. m v mírném svahu (obr. č 7). Klimatické podmínky jsou následující: dlouhodobá průměrná roční teplota: 9,2 °C, průměrná teplota za vegetační období: 17,9 °C, dlouhodobý roční úhrn srážek: 545 mm, úhrn srážek za vegetační období: 346 mm. Jedná se o oblast suchou kukuřičnou s typickým vnitrozemským klimatem, půdní druh: hlinitý, půdní typ: černozem, pH: 7,52. Podíl humusu: 2,2 %, hloubka ornice je 45 cm, obsah základních živin Ca 63,35 mg.kg⁻¹, K 305 mg.kg⁻¹, P 64 mg.kg⁻¹, Mg 453 mg.kg⁻¹.



Obr. č. 7 Vojtěška (on – line – www.agrervis.cz/vojteska_seta_21.html).

Jedná se o monokulturu vojtěšky zasetou v roce 2007, jde o velmi dobře zapojený porost s minimálním zaplevelením, v klasickém zemědělství za použití insekticidů. Prvním rokem je zde pěstována semenná vojtěška – rozteč řádků 25,0 cm. Jako předplodina byla na pozemku pěstována kukuřice s podsevem vojtěšky. V roce 2005 se zde pěstovala kukuřice a slunečnice, 2004 cukrovka, 2003 jarní ječmen a v roce 2002 kukuřice. Letos po první seči byl prostor ošetřen herbicidem Pulsar (úč. 1. Imazamox). Před květem druhé seče (25. června) byla vojtěška na základě signalizace ošetřena proti plošticím přípravkem Calypso 240 OD v dávce 0,25 l/ha. Poté byl dokvétající porost 31. července ošetřen opět proti plošticím tentokrát

přípravkem Vaztak 10 SC v dávce 0,2 l/ha. Pro sklizeň byl porost desikován 23. srpna a sklizeň proběhla 4. září s následným úklidem posklizňových zbytků. Porost nebyl v průběhu roku přihnojován.

Emergentní lapák či misky jsou vzdáleny nejméně 25 m od nejbližšího okraje pozemku, který je tvořen komunikací s alejí ořešáku, ostatní strany vojtěškového honu sousedí s plodinami pěstovanými v osevním postupu, ale jsou vzdáleny více než 100 m od misek či emergentního lapáku.

4.1.2 Žabčice – zpracování půdy minimalizací (minimální orba)

Jedná se polní pokusnou stanicí MZLU Brno, která je na rovině ve výšce 179 m n. m. upřesněná poloha pomocí souřadnic: 49°01' s. z. š. a 16°16' v. z. d. Klimatické podmínky a půdní podmínky jsou: dlouhodobá průměrná roční teplota: 9,2 °C, průměrná teplota za vegetační období: 15,2 °C, dlouhodobý roční úhrn srážek: 480 mm, úhrn srážek za vegetační období: 322 mm. Typ lokality podle vlhkostních podmínek: suchá kukuřičná oblast, podoblast s typickým vnitrozemským klimatem; suchost klimatu zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláhy. Půdní druh: jílovitohlinitá, půdní typ: fluvizem glejová (FMG), pH: 6,7 a podíl humusu: 2,5 %, hloubka ornice: 25 cm, obsah základních živin (Ca, K, P, Mg) je dobrý.

Jedná se o monokulturu vojtěšky založenou v roce 2007, způsob založení porostu a extrémně suché jarní počasí způsobilo, že porost velmi špatně vzcházel, je velmi řídký s relativně vysokým stupněm zapevelení. Z plevelných druhů převažují pcháč rolní (*Cirsium arvense*), laskavec (*Amaranthus spp.*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), s pokryvností do 5 %, sporadicky se vyskytují další druhy plevelů jako mléč (*Sonchus spp.*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), svízel přítulná (*Galium aparine*), jitrocel (*Plantago spp.*), turan kanadský (*Erigeron canadensis*) a heřmánkové plevele. Porost je mírně poškozen hrabošem polním.

Na pozemku je prvním rokem založená vojtěška setá, rozteč řádků 12,5 cm. Sedmihonový osevní postup je následující: vojtěška, vojtěška, ozimá pšenice, cukrovka, ječmen jarní. Ke zpracování půdy je zde využívána minimalizace zpracování půdy, což představuje pouze přímé setí secí kombinací seřízenou na hloubku setí. Před zásevem vojtěšky bylo použito 20 kg LAV/ha, předplodiny byly hnojeny standardními dávkami hnojiv. První seč byla provedena 11. července a druhá 14. srpna.

Emergetní lapák či misky jsou vzdáleny přibližně 5 m od okraje pozemku, který je tvořen ostatními plodinami pěstovanými v osevním postupu (kukuřice, vojtěška, pšenice).

4.1.3 Žabčice – zpracování půdy orbou (klasická orba)

Opět se jedná o polní pokusnou stanici MZLU Brno, tudíž jsou topografické, klimatické a půdní podmínky totožné, jako v předchozím případě. Dané lokality se liší ve zpracování půdy.

Jedná se o monokulturu vojtěšky zasetou v roce 2007, jde o velmi dobře zapojený porost s minimálním zaplevelením. Plevel se vyskytují pouze sporadicky např.: ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), mléč (*Sonchus spp.*) a laskavec (*Amaranthus spp.*).

Prvním rokem je zde založená vojtěška setá, rozteč řádků je 12,5 cm. Sedmihonový osevní postup je následující: vojtěška, vojtěška, ozimá pšenice, kukuřice setá (silážní), ozimá pšenice, cukrovka, ječmen jarní. Na tomto stanovišti je používáno klasického zpracování půdy, což je podmítka a ta je provedena co nejdříve po sklizni dlátovým podmítačem. Orba je středně hluboká 20 – 24 cm, setí secí kombinací u kukuřice a cukrovky s předseťovou přípravou. Před zásevem vojtěšky bylo použito 20 kg LAV/ha, předplodiny byly hnojeny standardními dávkami hnojiv. První seč byla provedena 11. června a druhá 14. srpna.

Emergetní lapák či misky jsou vzdáleny přibližně 5 m od okraje pozemku, který je tvořen ostatními plodinami pěstovanými v osevním postupu (kukuřice, vojtěška, pšenice).

4.1.4 Střítež nad Bečvou – mulčovaná louka

Tato lokalita se nachází ve Stříteži nad Bečvou (viz obr.). Topografické údaje o lokalitě jsou následující: souřadnice: 49°27'14,7" s.z.š a 18°02'43,5" v.z.d, nadmořská výška: 407 m n. m, severní svah (obr. č. 8).



Obr. č. 8 Mulčovaná louka (foto: Vaněk).

Klimatické podmínky dlouhodobá průměrná roční teplota: 7,6 °C, průměrná teplota za vegetační období: 12,1 °C, dlouhodobý roční úhrn srážek: 903 mm, úhrn srážek za vegetační období: 303 mm. půdní podmínky jsou charakterizovány těmito údaji: typ lokality podle vlhkostních podmínek: vysušená, druh půdy: střední, pH: 5,3. Hloubka ornice je 15 cm, obsah základních živin: P 14 mg.kg⁻¹, K 75 mg.kg⁻¹, Mg 180 mg.kg⁻¹, Ca 2,030 mg.kg⁻¹.

Trvalý travní porost je na okraji lesa v oblasti honu Za Dobešem. Pozemek je značně svahovitý nad 10°. Lokalita je ve svahu značně zamokřená a vyznačuje se terénními nerovnostmi. Z toho to důvodu nelze louku sklízet klasickým způsobem na senáž běžnou mechanizací. Nepoužívají se pesticidy ani hnojiva. Na pozemku se provádí mulčování dvakrát ročně, poprvé v červnu a podruhé v srpnu. Travní hmota se ponechá na stanovišti. Tento systém hospodaření převládá na této lokalitě více jak tři roky.

4.1.5 Zubří – spontánní úhor

Lokalita Nad Kuřínem má tyto souřadnice: 49°28'43,3" s.z.š a 18°04'54,7" v.z.d, vybraná lokalita leží v nadmořské výšce 403 m n. m. na jižním svahu (viz obr.). Klimatické podmínky udávají dlouhodobou průměrnou roční teplotu: 7.6 °C, průměrnou teplotu za vegetační období: 12,1 °C. Úhrny srážek jsou následující dlouhodobý roční úhrn: 903 mm, úhrn srážek za vegetační období: 303 mm. Podle vlhkostních podmínek je lokalita vysušená, další údaje k půdní charakteristice nejsou k dispozici.



Obr. č. 9 Spontánní úhor (foto: Vaněk).

V současnosti se jedná o spontánní úhor na dřívější využívané louce pro sklizeň sena. Louka se rozkládá na okraji lesa se svahovitostí nad 12°. Z důvodu nedostupnosti terénu pro

mechanizaci byla louka vyřazena z užívání. Na tomto spontánním úhoru se neprovádí žádné ošetřování, tento systém zde převládá více jak pět let.

4.2 Metody odběru vzorků

Na vybraných lokalitách Severní a Jižní Moravy (Hustopeče, Střítež nad Bečvou, Zubří a Žabčice) bylo odebrání vzorků prováděno hlavně metodou emergentních lapáků, která byla doplněna metodou žlutých a bílých misek (z důvodu případného odcizení, či poškození emergentních lapáků a následného nedostatku dat pro vyhodnocení).

Odběry nachytaného materiálu se prováděly po dobu tří let (od roku 2008 do roku 2010) v období od května do října, přibližně jednou za měsíc pokud to dovolily agrotechnické úpravy daného stanoviště.

Emergentní lapáky: Lapáky se skládají z látkového trychtýře o základně 1 m² a ze sběrné hlavy v podobě jednolitrové polyetylenové lahve, která je naplněná až po okraj 70 % etylalkoholem, celá past má podobu trojúhelníkovitého stanu. Na všech uvedených stanovištích byl nainstalován jeden lapák, tak aby sběrná hlava směřovala k jihozápadu a plocha pod ním reprezentovala průměrné složení stanoviště. Při tom se musí dbát na dostatečnou vzdálenost od okraje pozemku. K montáži byl použit vhodný klacek patřičné délky, na který byla připevněna hlava sběrací nádoby, tak aby se nevyvrátila. Stěny lapáku se připevnily pomocí osmi kolíků a zahrnuly se hlínou, v některých případech bylo použito i menších kamenů kvůli povětrnostním vlivům, a aby se zamezilo vniknutí a úniku hmyzu. Výměna hlavy a odběr vzorků se prováděl jedenkrát měsíčně nejlépe vždy na přelomu měsíců (obr. č. 4 přílohy). Při této manipulaci se past posunula do jiné pozice například těsně vedle. Odebraný materiál se v laboratoři opatrně přelil do menší láhve (100 ml) za pomoci čajového sítka s vloženým kusem monofilové tkaniny a uložil se do mrazicího boxu (obr. č. 5 přílohy).

Žluté misky: Jedná se o umělohmotné misky od polárkových dortů. Horní průhledná víka se zvenku natřela, nebo nastříkala dvěma až třemi vrstvami žluté lesklé barvy a bílá dna se nijak neupravovala. Misky se postavily přímo na zem, v poměru dvě žluté na jednu bílou misku ve vzdálenosti 5 – 10 m (ne méně než 5 m) v jedné linii. Obsah misek tvořil roztok pitné vody a saponátu bez vůně, v poměru 5 ml saponátu na 10 litrů vody tak, aby na dně misky byl asi 1 cm roztoku. Při jejich umístění bylo třeba dbát na to, aby nestály šikmo a nesměly se překračovat, mohlo by dojít k znehodnocení vzorku nečistotami z bot.

Po skončení expozice, která nepřekračovala 24 hodin, se obsah misek přelil přes čajové sítko s kusem monofilové látky, aby sítím neprotekli menší jedinci, obsah misek se doplnil. Po slítí asi pěti misek se materiál vyklepl do kyblíku, protože přelíváním by se materiál poškodil (obr. č. 6 přílohy). Po slítí celé linie (10 misek) se materiál pomocí trychtýře a klacíku nasypal do patřičně velké polyetylenové lahve a dolil se až k víčku (aby nezůstala vzduchová bublina) 75 % denaturovaným etylalkoholem. Poté byla láhev uložena do mrazicího boxu.

4.3 Zpracování výsledků

Ze vzorků získaných členovců byly vybrány mouchy z čeledi Chloropidae a pomocí klíče (Nartshuk a kol. 1970) určeny do druhů. Výsledky odběrů byly zaneseny a následně zpracovány v programu MS excel za použití kvantitativní synekologické analýzy a následujících indexů:

Dominance: $DO = Ni/N * 100 [\%]$

- Ni – počet jedinců i – tého druhu
- N – celkový počet odchycených jedinců

Simposnův index diverzity: $D = 1 / \sum pi^2$, kde $pi = Ni/N$

- Ni – počet jedinců i – tého druhu
- N – celkový počet odchycených jedinců

Shannon-Weaverův index diverzity: $H = \sum pi * \log pi$, kde $pi = Ni/N$

- Ni – počet jedinců i – tého druhu
- N – celkový počet odchycených jedinců

Margalefův index druhové pestrosti: $P = (Nd - 1) / \log N$

- Nd – počet druhů nalezených na lokalitě
- N – celkový počet odchycených jedinců

Simpsonův index ekvitability: $E = D / Nd$

- D – Simpsonův index diverzity
- Nd – počet druhů nalezených na lokalitě

Ordinační analýza (PCA):

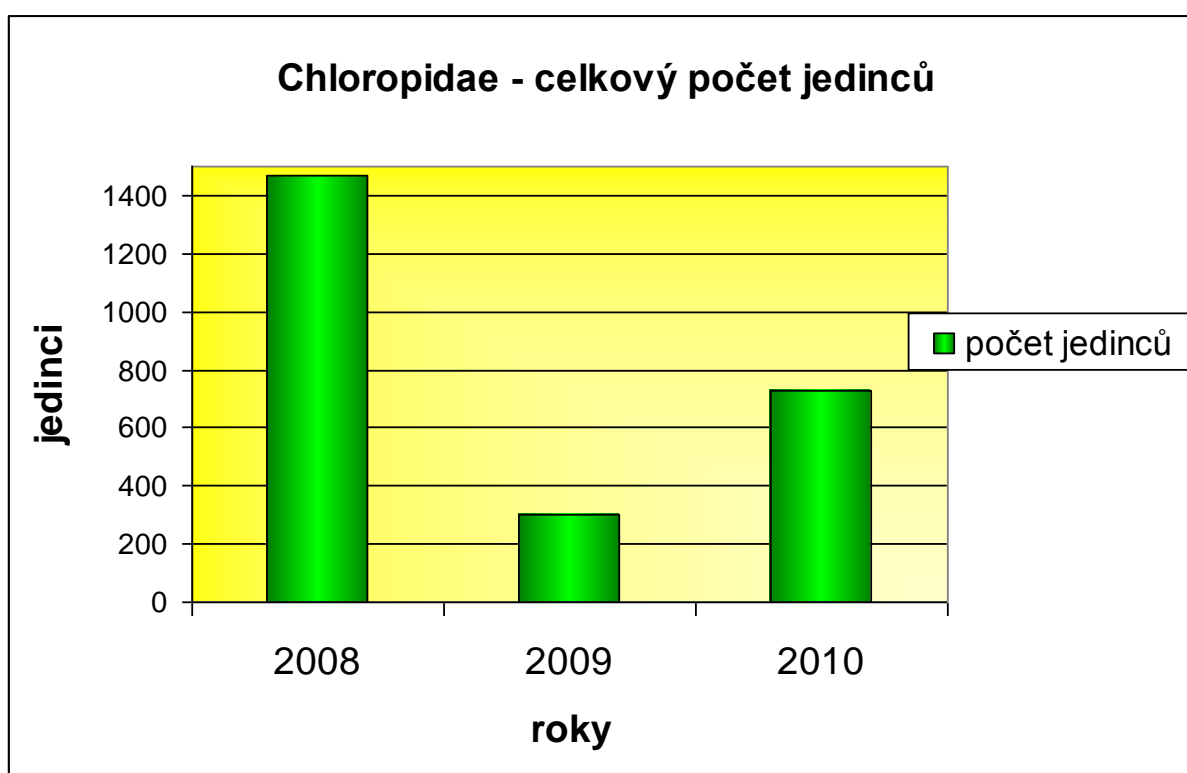
Pro statistické zpracování početnosti druhů na jednotlivých pokusných variantách byla zvolena ordinační analýza programu Canoco for Windows 4.5. Byla provedena nepřímá lineární analýza. Zvolena byla analýza hlavních komponent (PCA), která odhaluje hlavní trendy v celkové variabilitě dat. Projekce vzorků do nových os je prováděna tak, že je maximalizována vysvětlená variabilita podél první osy. Metoda promítání je založena na vzájemných korelacích výskytu druhů jednotlivých vzorků. Rok byl považován za kovariátu, data byla logaritmicky transformována (mají totiž poissonovo rozdělení – jedná se o počty jedinců) a byla použita standardizace přes druhy. Hlavním výstupem provedené analýzy je grafické vyjádření ordinační analýzy.

5 Výsledky

Výsledky byly vyhodnoceny z odebraných vzorků z pěti lokalit jižní a severní Moravy, kde probíhal monitoring po dobu tří let.

5.1 Početní a druhové zastoupení zelenuškovitých

Na vybraných pěti lokalitách severní a jižní Moravy během tří let monitoringu bylo celkem nalezeno 2 449 (rok 2008: 1 469, rok 2009: 304, rok 2010: 726) jedinců z čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) (graf č. 1).

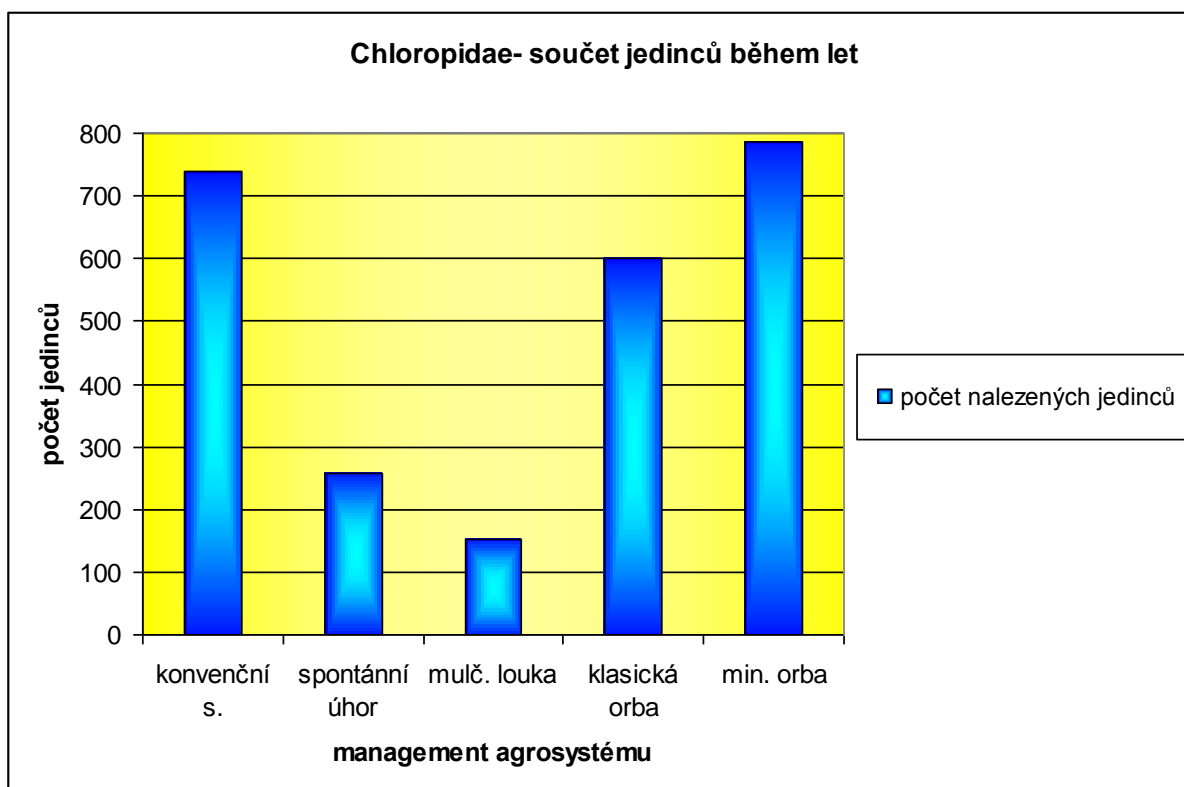


Graf č. 1: Celkový počet jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) nalezených na lokalitách.

Nejvíce jedinců této čeledi bylo odchyceno v průběhu tří let na lokalitě v Žabčicích (787 jedinců), kde je praktikována minimální orba a na lokalitě v Hustopečích (701 jedinců) v klasickém zemědělství na monokultuře vojtěšky. Naopak nejméně jedinců bylo zjištěno na lokalitě Střítež nad Bečvou (151 jedinců), jedná se o lokalitu, kde se užívá mulčovacího systému údržby pastviny (tab. č. 1 a graf č. 2).

Tab. č. 1: Celkový počet jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) podle daného systému hospodaření.

Chloropidae - součet jedinců během let	
management agrosystému	počet nalezených jedinců
konvenční s.	739
spontánní úhor	258
mulč. louka	151
klasická orba	602
min. orba	787

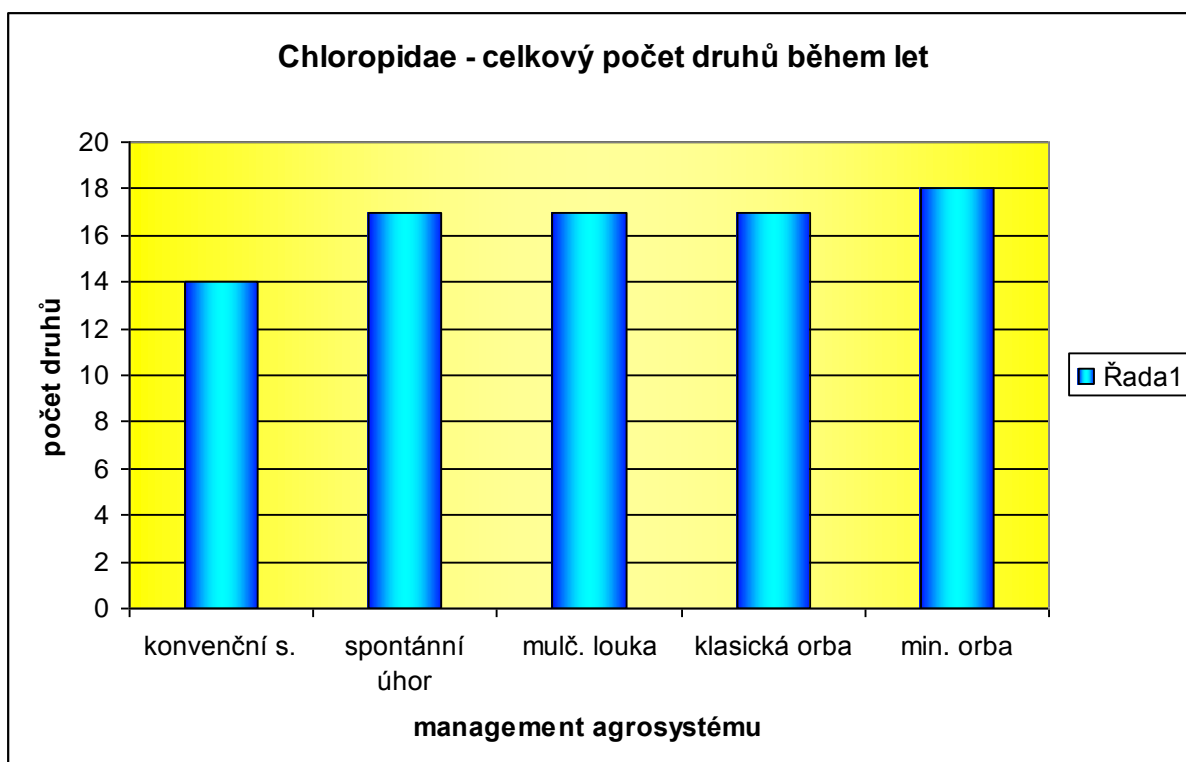


Graf č. 2: Celkový počet jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) podle daného systému hospodaření.

Druhové zastoupení zelenuškovitých v rámci let je nejvyšší v roce 2008, kdy na daných lokalitách bylo nalezeno 18 druhů, v roce 2009 a 2010 se zjistilo pouze 16 druhů. Co se týče druhového zastoupení podle používaného systému hospodaření na dané lokalitě, nejvyšší zastoupení druhů bylo zjištěno na minimální orbě v Žabčicích s počtem 18 druhů, naopak nejnižší druhové zastoupení s počtem 14 druhů bylo nalezeno v konvečním zemědělství v Hustopečích (tab. č. 2 a graf č. 3).

Tab. č. 2: Počet druhů čeledi zelenuškovitých (Chloropidae).

Chloropidae -celkový počet druhů během let	
systém hospodaření	počet druhů
konvenční s.	14
spontánní úhor	17
mulč. louka	17
klasická orba	17
min. orba	18

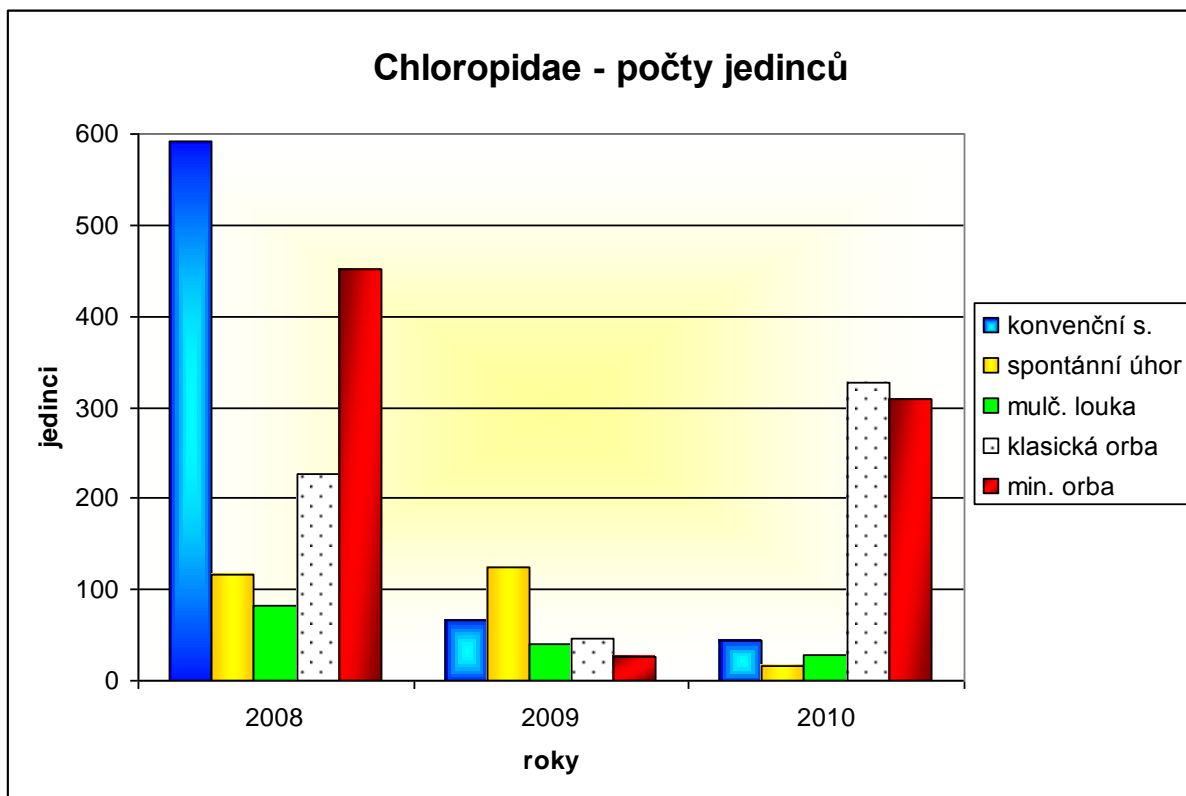


Graf č. 3: Počet druhů čeledi zelenuškovitých

Zastoupení jedinců čeledi zelenuškovitých v jednotlivých letech ukazují přiložené grafy a tabulky (tab. č. 3, 4 a graf č. 4, 5). Početní zastoupení jednotlivých druhů nalezených na daných lokalitách v každém roce je uvedeno v přiložených tabulkách (tab. č. 1, 2, 3. přílohy).

Tab. č. 3: Počet jedinců zelenuškovitých v jednotlivých letech.

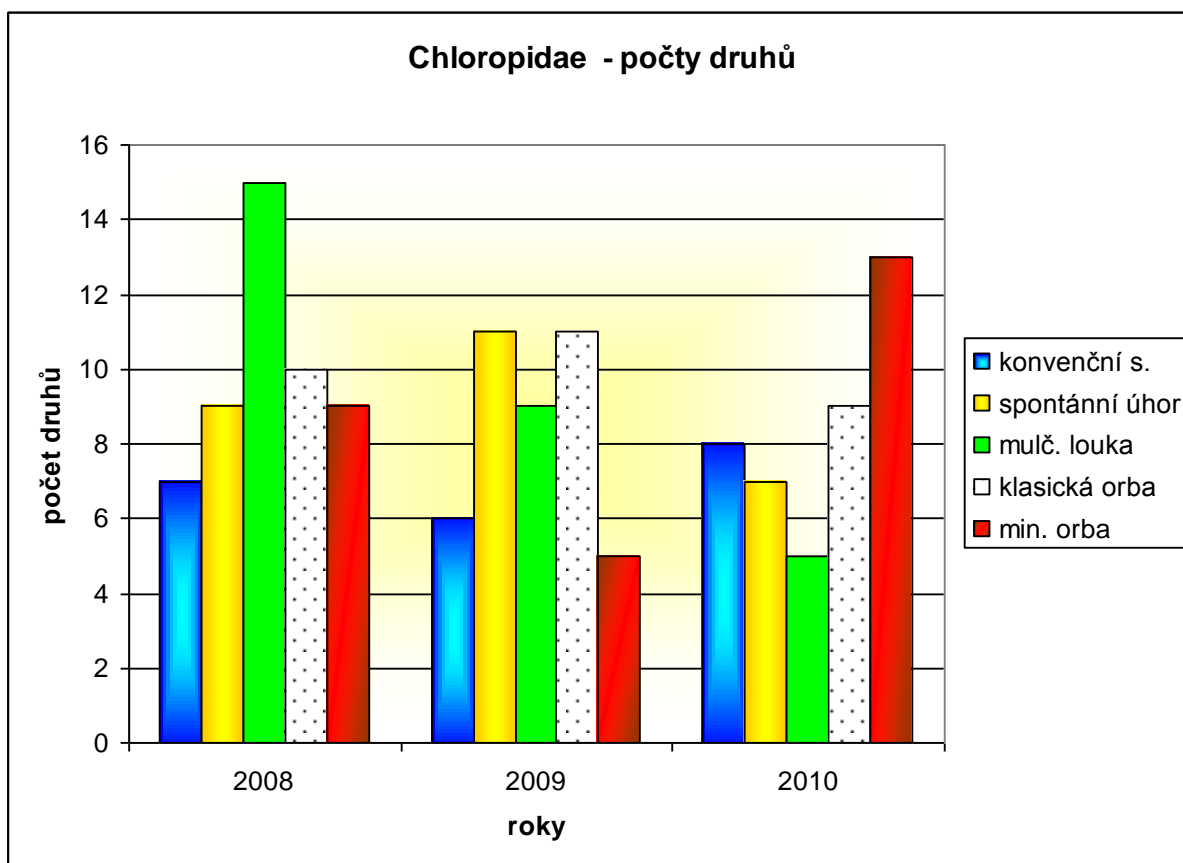
Chloropidae - počty jedinců			
systém hospodaření	2008	2009	2010
konvenční s.	591	66	44
spontánní úhor	117	125	16
mulč. louka	83	40	28
klasická orba	227	47	328
min. orba	451	26	310



Graf č. 4: Počet jedinců zelenuškovitých v jednotlivých letech.

Tab. č. 4: Počet druhů zelenuškovitých v jednotlivých letech.

Chloropidae - počty druhů			
systém hospodaření	2008	2009	2010
konvenční s.	7	6	8
spontánní úhor	9	11	7
mulč. louka	15	9	5
klasická orba	10	11	9
min. orba	9	5	13



Graf č. 5: Počet druhů zelenuškovitých v jednotlivých letech.

5.2 Dominance

Pro výpočet indexu dominance byly použity souhrnné výsledky od roku 2008 – 2010 pro každou zkoumanou lokalitu zvlášť. Podrobné vyhodnocení je uvedeno v tabulce (tab. č. 5).

Na každé z monitorovaných lokalit byly zjištěny eudominantní druhy v rámci pozorované čeledi: v Hustopečích *Tricimba cincta* (72,00 %), v Zubří *Oscinella frit* (29,84 %), *Oscinella vindicata* (16,67 %), *Aphanotrigonum trilineatum* (13,18 %). Ve Stříteži se jedná o tyto duhy: *Oscinella frit* (29,93 %), *Elachiptera cornuta* (15,52 %), *Incertella albipalpis* (11,53 %). V Žabčicích – na klasické orbě jsou eudominantní druhy zastoupeny: *Oscinella frit* (43,02 %), *Incertella albipalpis* (14,78 %), *Elachiptera cornuta* (13,79 %). Žabčice – minimální orba má následující zastoupení eudominantních druhů: *Oscinella frit* (51,46 %), *Oscinella vindicata* (15,84 %), *Incertella albipalpis* (10,01 %).

Nejpočetnějším druhem z monitorované čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) je druh *Oscinella frit* s 1 394 jedinci. Tento druh byl nalezen na všech lokalitách, kdy na lokalitě Hustopeče (konvenční systém hospodaření) bylo zjištěno nejvíce jedinců (517) a na lokalitě Zubří bylo nalezeno nejméně jedinců (77) tohoto druhu.

Všechny vyjmenované druhy splňují podmínky pro zařazení do klasifikace dominance do skupiny hlavní (dominantní) druhy. Což je patrné z následující tabulky (tab. č. 5), která již byla zmíněna.

Tab. č. 5: Seznam nalezených druhů na daných lokalitách a index dominance – část 1.

	Hustopeče	konvenční systém hospodáření	nalezené druhy	počet jedinců	DO %	klasifikace dominance	
			<i>Oscinella frit</i>	517	69,96	eudominantní	hlavní
<i>Oscinella vindicata</i>	55	7,44	dominantní	doprovodný			
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	39	5,28					
<i>Incertella albipalpis</i>	33	4,47	subdominantní	přídavný			
<i>Elachiptera tuberculifera</i>	15	2,03					
<i>Tricimba cincta</i>	39	5,28	recedentní				
<i>Oscinimorpha minutissima</i>	13	1,76					
<i>Thaumatomyia glabra</i>	10	1,35					
<i>Elachiptera cornuta</i>	6	0,81	subrecedentní				
<i>Lasiambia coxalis</i>	5	0,68					
<i>Thaumatomyia halandica</i>	3	0,41					
<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	2	0,27					
<i>Chlorops hypostigma</i>	1	0,14					
<i>Siphonella oscinina</i>	1	0,14					
celkem	739						

	Zubří	spontánní úhor	nalezené druhy	počet jedinců	DO %	klasifikace dominance	
			<i>Oscinella frit</i>	77	29,84	eudominantní	hlavní
<i>Oscinella vindicata</i>	43	16,67					
<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	34	13,18					
<i>Incertella albipalpis</i>	22	8,53	dominantní	doprovodný			
<i>Lasiambia coxalis</i>	20	7,75					
<i>Oscinimorpha minutissima</i>	16	6,20	subdominantní	přídavný			
<i>Aphanotrigonum nigripes</i>	10	3,88					
<i>Conioscinella zetterstedti</i>	7	2,71					
<i>Cetema cereris</i>	6	2,33					
<i>Elachiptera cornuta</i>	5	1,94	recedentní				
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	5	1,94					
<i>Conioscinella sordidella</i>	3	1,16					
<i>Thaumatomyia notata</i>	3	1,16					
<i>Tricimba cincta</i>	3	1,16	subrecedentní				
<i>Chlorops hypostigma</i>	2	0,78					
<i>Cetema elongatum</i>	1	0,39					
<i>Meromyza variegata</i>	1	0,39					
celkem	258						

Tab. č. 5: Seznam nalezených druhů na daných lokalitách a index dominance – část 2.

		nalezené druhy	počet jedinců	DO %	klasifikace dominance	
		Střítež nad Bečvou	mulčovaná louka	<i>Oscinella frit</i>	135	29,93
<i>Elachiptera cornuta</i>	70			15,52		
<i>Incertella albipalpis</i>	52			11,53		
<i>Oscinimorpha minutissima</i>	46			10,20	dominantní	doprovodný
<i>Oscinella vindicata</i>	44			9,76		
<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	24			5,32	subdominantní	přídavný
<i>Lasiambia coxalis</i>	18			3,99		
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	11			2,44		
<i>Chlorops pumilionis</i>	9			2,00	recedentní	
<i>Camarota curvipennis</i>	9			2,00		
<i>Conioscinella zetterstedti</i>	7			1,55		
<i>Elachiptera tuberculifera</i>	7			1,55		
<i>Cetema elongatum</i>	5			1,11	subrecedentní	
<i>Chlorops hypostigma</i>	5			1,11		
<i>Tricimba albisetia</i>	3			0,67		
<i>Siphonella oscinina</i>	2			0,44		
<i>Tricimba lineella</i>	2			0,44		
<i>Oscinella maura</i>	1			0,22		
<i>Tricimba cincta</i>	1	0,22				
	celkem	451				

		nalezené druhy	počet jedinců	DO %	klasifikace dominance	
		Žabčice	klasická orba	<i>Oscinella frit</i>	259	43,02
<i>Incertella albipalpis</i>	89			14,78		
<i>Elachiptera cornuta</i>	83			13,79		
<i>Oscinimorpha minutissima</i>	55			9,14	dominantní	doprovodný
<i>Oscinella vindicata</i>	44			7,31		
<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	20			3,32	subdominantní	přídavný
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	10			1,66		
<i>Camarota curvipennis</i>	9			1,50		
<i>Tricimba cincta</i>	8			1,33	recedentní	
<i>Lasiambia coxalis</i>	7			1,16		
<i>Tricimba lineella</i>	6			1,00		
<i>Thaumatomyia notata</i>	4			0,66		
<i>Elachiptera tuberculifera</i>	3			0,50	subrecedentní	
<i>Thaumatomyia glabra</i>	2			0,33		
<i>Cetema elongatum</i>	1			0,17		
<i>Chlorops pumilionis</i>	1			0,17		
<i>Lasiosina herpini</i>	1			0,17		
	celkem			602		

Tab. č. 5: Seznam nalezených druhů na daných lokalitách a index dominance – část 3.

	Žabčice	minimální orba	nalezené druhy	počet jedinců	DO %	klasifikace dominance	
			<i>Oscinella frit</i>	406	51,46	eudominantní	hlavní
<i>Oscinella vindicata</i>	125	15,84					
<i>Incertella albipalpis</i>	79	10,01					
<i>Elachiptera cornuta</i>	51	6,46	dominantní	doprovodný			
<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	21	2,66	subdominantní	přídavný			
<i>Lasiambia coxalis</i>	18	2,28					
<i>Tricimba cincta</i>	18	2,28					
<i>Oscinomorpha minutissima</i>	15	1,90	recedentní				
<i>Thaumatomyia glabra</i>	13	1,65					
<i>Aphanotrigonum fascielum</i>	8	1,01					
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	7	0,89	subrecedentní				
<i>Elachiptera tuberculifera</i>	6	0,76					
<i>Chlorops hypostigma</i>	5	0,63					
<i>Camarota curvipennis</i>	4	0,51					
<i>Thaumatomyia notata</i>	4	0,51					
<i>Tricimba lineella</i>	4	0,51					
<i>Thaumatomyia halandica</i>	3	0,38					
<i>Lasiosina herpini</i>	1	0,13					
<i>Microcercis trigonella</i>	1	0,13					
celkem	789						

5.3 Diverzita, pestrost a ekvitabilita

Výsledky pro indexy diverzity, pestrosti a ekvitability z monitorovaných lokalit jsou uvedeny v příložené tabulce (tab. č. 6).

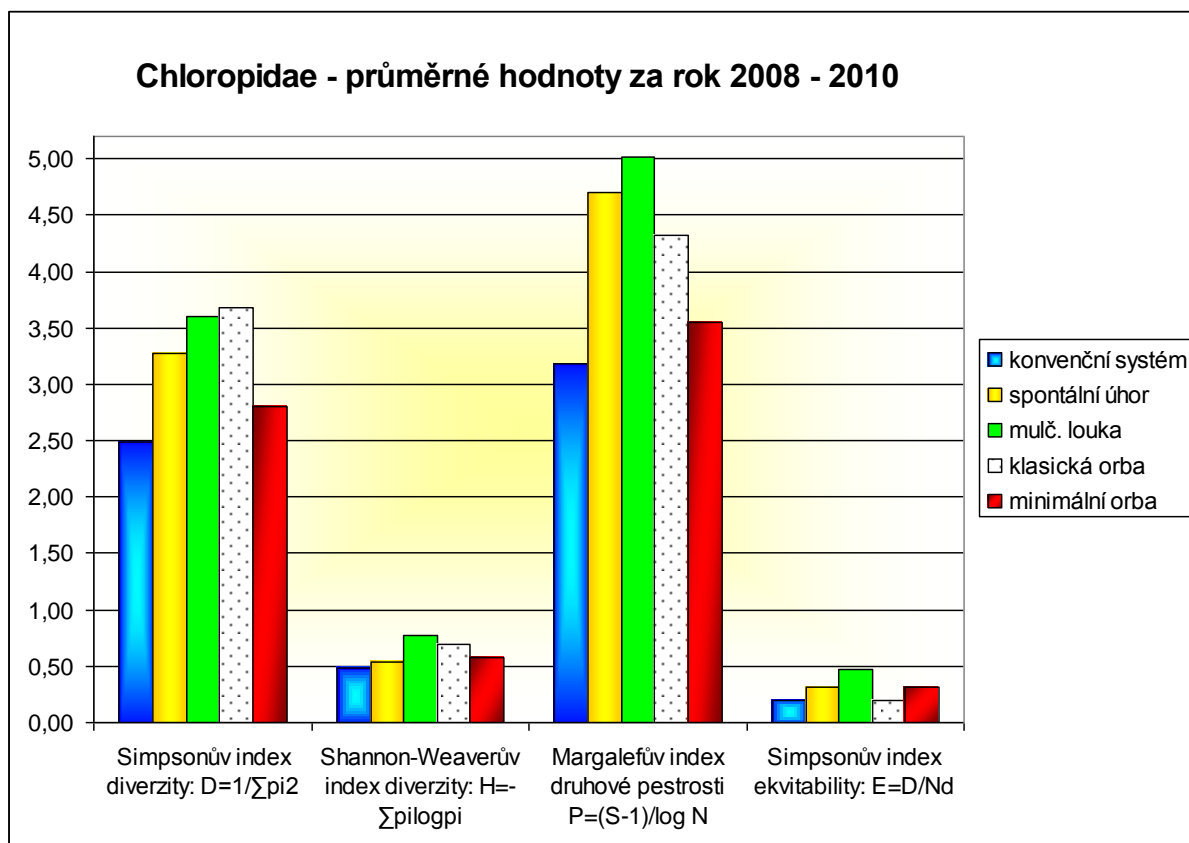
Tab. č. 6: Vypočítané indexy diverzity, pestrosti a ekvitability.

nejvyšší hodnoty, nejnižší hodnoty

Choloropidae					
Průměrné hodnoty za rok 2008 - 2010	konvenční systém	spontánní úhor	mulč. louka	klasická orba	minimální orba
Simpsonův index diverzity: $D=1/\sum p_i^2$	2,4941	3,2797	3,6057	3,6846	2,8036
Shannon-Weaverův index diverzity: $H=-\sum p_i \log p_i$	0,4838	0,5379	0,7768	0,6918	0,5743
Margalefův index druhové pestrosti $P=(S-1)/\log N$	3,1776	4,6989	5,0176	4,3268	3,5526
Simpsonův index ekvitability: $E=D/Nd$	0,1917	0,3159	0,4739	0,1998	0,3164

Z tabulky č. 6 je patrné, že největší diverzitu měly lokality s mulčovacím systémem hospodaření ve Stříteži nad Bečvou (0,78 Shannon – Weaverův index diverzity), dále pak Žabčice (3,68 Simpsonův index diverzity), kde se uplatňuje klasická orba. Naopak nejnižší hodnoty diverzity byly vypočítány pro lokalitu Hustopeče (2,49 Simpsonův index diverzity, 0,48 Shannon – Weaverův index diverzity) v konvenčním zemědělství s monokulturou vojtěšky.

Co se týče druhové pestrosti, a vyrovnanosti vycházejí nejvyšší hodnoty pro lokalitu Střítež nad Bečvou (5,02 druhová pestrost a 0,47 ekvitabilita), kde se podobu tří let uplatňuje mulčování dvakrát ročně. Nejnižší hodnoty obou těchto indexů vyšly pro lokalitu Hustopeče (3,18 druhová pestrost a 0,19 ekvitabilita) s konvenčním systémem zemědělství. Pro názornější představu je přiložen graf (graf č. 6). Vypočítané indexy pro jednotlivé roky jsou uvedené v příloze (tab. č. 4 přílohy)

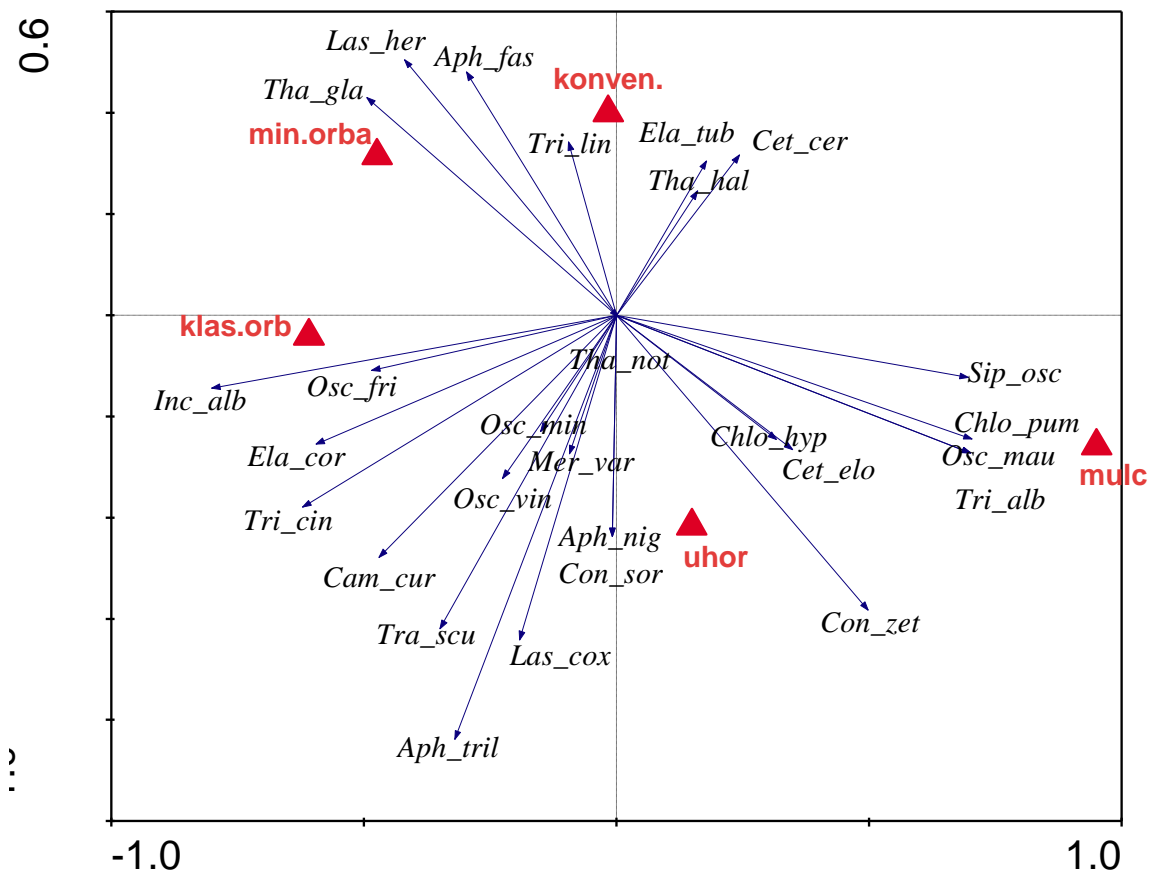


Graf č. 6: Vypočítané indexy diverzity, pestrosti a ekvitability.

5.4 Ordinační analýza (PCA)

Podle provedené ordinační analýzy PCA vysvětluje použitá metoda zpracování půdy 22,9 % variability výskytu jednotlivých druhů zelenušek, pomocí první osy vysvětlila 18,7 % variability druhového složení. V grafické projekci analýzy PCA (graf č. 7) je znázorněn každý druh pomocí šipky, která je orientována ve směru nejstrmějšího nárůstu početnosti. Úhly mezi šipkami jednotlivých druhů pak ukazují korelace mezi druhy, tedy čím je úhel mezi druhy ostřejší, tím podobnější ekologické nároky tyto druhy pravděpodobně mají. Zkratky jednotlivých druhů jsou uvedené v kapitole 9.

Vzdálenost mezi symboly znázorňujícími systém obdělávání půdy se blíží průměrné odlišnosti druhových složení systémů. Jako vzájemně nejpodobnější si systémy vyšly klasická orba a minimalizační technologie.



Graf č. 7: Ordinační analýza PCA Canoco for Windows 4.5. Preference jednotlivých druhů zelenušek (Diptera, Chloropidae) ke zkoumaným systémům zpracování půdy.

6 Diskuze

Na vybraných pěti lokalitách severní a jižní Moravy se porovnávala diverzita zelenušek (Chloropidae) v závislosti na užívaném managementu hospodaření. Jedná se o následující lokality: Hustopeče s monokulturou vojtěšky v konvenčním způsobu zemědělství, dále pak dvě parcely v Žabčicích, na jedné se uplatňuje minimální a na druhé klasická orba (i zde se zde jedná o monokulturu vojtěšky), trvalý travní porost ve Sřítěži nad Bečvou se udržuje mulčováním dvakrát ročně a na lokalitě Zubří se nachází spontánní úhor, dříve zde byla obhospodařovaná louka na sklizeň sena. Monitoring těchto lokalit probíhal po dobu tří let od roku 2008 do roku 2010. K odchyty hmyzu byly použity emergentní lapáky, sběr nachytaného materiálu byl prováděn od května do října, přibližně jednou za měsíc, pokud to dovolily agrotechnické úpravy dané lokality.

Za tříleté monitorovací období bylo celkem odchyceno 2 449 jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae), při čemž se počty jedinců v jednotlivých letech na daných lokalitách mění (celkové výsledky i výsledky za jednotlivé roky jsou uvedené v kapitole 5), tuto neshodu lze přičítat agrotechnickým úpravám v podobě orby, setí, sklizně atd., samozřejmě se zde musí počítat i s klimatickými a půdními podmínkami daného roku a daného stanoviště.

Při porovnání množství jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) na lokalitách, kde je pěstována vojtěška, vychází nejlépe lokalita Žabčice (minimální orba) s nejvyšším počtem jedinců (789) i druhů (18). Druhá lokalita s nejvyšším počtem jedinců (739) jsou Hustopeče (konvenční zemědělství), ale zde je nejmenší druhové zastoupení (14) ze všech monitorovaných lokalit.

Barták a kol. (2008) ve své publikaci uvádí obdobný výzkum na výskyt členovců (Arthropoda), ve kterém vychází vyšší počet řádů členovců na půdách, kde se uplatňuje minimální orba, než na půdách, kde je praktikována klasická orba. Jako jeden z dominantních řádů byl zjištěn řád Diptera, jeho zastoupení na zkoumané lokalitě bylo 11 %. Zástupci tohoto řádu se v hojnějším počtu vyskytovali na stanovišti, kde se užívá minimálního orebního systému. Také zde bylo nalezeno pět dominantních čeledí a jednou z nich je čeleď zelenuškovití (Chloropidae) (18,4 %), u které bylo opět prokázáno vyšší zastoupení jedinců na lokalitách, kde byla zvoleným managementem hospodaření minimalizace.

Nejvyšší druhové zastoupení na monitorovaných lokalitách má druh *Oscinella frit*, která byla identifikována na všech stanovištích a zaujímá první místo v početnosti jedinců tohoto druhu. Nejvíce jedinců druhu *Oscinella frit* (517), který patří mezi významné škůdce

zemědělských plodin převážně obilovin, bylo nalezeno na stanovišti Hustopeče s monokulturou vojtěšky v konvenčním způsobu zemědělství. Početní zastoupení těchto jedinců v dalších lokalitách má sestupnou tendenci a to takto: lokalita Žabčice (minimální orba) s 406 jedinci, Žabčice (klasická orba) s 259 jedinci, Střítež nad Bečvou (mulčovaná louka) se 135 jedinci a lokalita Zubří (spontánní úhor) se 77 jedinci druhu *Oscinella frit*. Vzhledem k tomu, že se *Oscinella frit* vyskytovala nejvíce na lokalitách s relativně největším lidským zatížením, mohla by být považována za bioindikátora antropogenní zátěže.

Kubík (2006) uvádí, že *Oscinella frit* je široce rozšířený, polyfágní druh, který patří do kategorie škůdců. Vyskytuje se téměř na všech lokalitách, ale v agroekosystémech vytváří velmi početné populace se dvěma generacemi.

Již Ferrar (1987) publikoval, že mnoho druhů rodu *Oscinella* patří mezi významné škůdce obilovin a píce. Ale dodává, že systematika rodu je velmi obtížná a ani znalost bionomie není příliš nápomocná, protože jen velmi malé procento lze hodnotit za monofágní druhy, většina zástupců tohoto rodu patří spíše mezi primární oligofágy až polygofágy.

Pro porovnání monitorovaných lokalit byly výsledky v této práci hodnocené pomocí indexů kvantitativní synekologické analýzy (index diverzity, ekvitability a druhové pestrosti). Ohledně druhové rozmanitosti čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) vychází dle použitých indexů diverzity nejlépe lokalita s mulčovanou loukou Střítež nad Bečvou, kde se mulčování uplatňuje dvakrát ročně, naopak nejnižší rozmanitost byla zjištěna v konvenčním zemědělství v Hustopečích.

Ekvitabilita je míra vyrovnanosti zastoupení biologických druhů a maximální ekvitabilita nastává v případě shodného počtu jedinců u všech druhů v biocenóze, k čemuž nedošlo ani v jednom zkoumaném systému hospodaření. Nejvyšší ekvitabilita byla zjištěna opět u mulčovacího systému hospodaření, nejnižší hodnoty ekvitability byly vypočteny pro stanoviště s konvenčním zemědělstvím v Hustopečích.

Zjištěné výsledky pro druhovou pestrost vycházejí obdobně jako pro již zmíněnou diverzitu a ekvitabilitu, opět byly zjištěny nejvyšší hodnoty pro lokalitu Střítež nad Bečvou (mulčovaná louka) a nejnižší hodnoty pro lokalitu Hustopeče (konvenční systém zemědělství). Ostatní použité systémy hospodaření nevykazují markantní rozdíly v použitých ukazatelích pro diverzitu, ekvitabilitu a druhovou pestrost.

Největší ekologické rozmanitosti dosahovaly trvalé travní porosty, kde se uplatňuje mulčovací systém již po dobu tří let s mulčováním dvakrát do roka. Naopak nízkých hodnot dosahovaly systémy s monokulturou vojtěšky, která se obhospodařuje konvenčním způsobem zemědělství.

Kubík (2006) uvádí, že čeleď zelenuškovití (Chloropidae) nebyla v minulosti ani v současnosti příliš využívána k bioindikaci prostředí, protože znalosti o bionomii a vztazích k prostředí jsou málo prozkoumané. Proto lze jen s velkými obtížemi zařadit jednotlivé druhy do indikačních kategorií, subjektivní chyba by mohla být velmi významná a následné výsledky by byly zkreslené, a proto byly nalezené druhy vyhodnocené pomocí kvantitativních metod a indexů synekologické analýzy.

V této práci byla k vyhodnocení výsledků ještě použita ordinační analýza (PCA). Nejblíže u sebe jsou znázorněny systémy klasické a minimální orby, podobnost může mít původ v těsné zeměpisné blízkosti obou variant. To by znamenalo, že více než použitým systémem zpracování půdy je druhové složení zelenušek ovlivňováno půdně – klimatickými podmínkami. Tento aspekt je však při provádění polních pokusů jen velmi obtížně odbouratelný. Poměrně velký úhel (ekologickou vzdálenost) ukázala analýza mezi druhy *Oscinella frit* (fytofág) a *Thaumatomyia halandica*, zástupci rodu *Thaumatomyia* jsou řazeni mezi bioregulátory, zejména mšic.

Kubík (2006) uvádí, že široce rozšířené druhy čeledi zelenuškovitých (Chloropidae) nemají zvláštní nároky na živný substrát a snadno se přizpůsobují prostředí, které je pozmeněné lidskou činností. Na silně antropicky zatížených stanovištích mají zelenušky vhodné životní podmínky, protože zde mají jen velmi malou konkurenci. Ale i přesto jsou ještě schopny vytvářet malé populace v přirozených ekosystémech, ovšem postupně přecházejí pouze na agroekosystémy, kde mají i několik generací do roka a stávají se tak potenciálními škůdci kulturních rostlin. Při sledování relativních velikostí populací jednotlivých druhů na zkoumaných lokalitách pomocí kvantitativních odchytových metod a indexů synekologické analýzy bylo vytipováno hned několik druhů se silnou vazbou k antropogenně zatíženému prostředí. Mezi tyto druhy patří *Oscinella frit*. Tento druh je široce rozšířený a polyfágní, čímž již spadá do kategorie škůdců.

Rozšíření a zájem druhu *Oscinella frit* o antropogenně zasažená stanoviště byl potvrzen i v této práci, nejvyšší počet jedinců tohoto druhu byl zjištěn na lokalitě Hustopeče v konvenčním zemědělství, tedy na lokalitě s relativně nejvyšší antropogenní zátěží.

Kubík (1999) uvádí, že *Aphanotrigonum fasciellum* byla poprvé nalezena roku 1999 na Moravě.

V Žabčicích na minimalizačním systému hospodaření se zásevem vojtěšky byl jako na jediném stanovišti nalezen vzácný druh *Aphanotrigonum fasciellum* s počtem 8 jedinců.

7 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, zda různý management hospodaření v agroekosystémech má vliv na diverzitu čeledi zelenušek (Chloropidae).

Biodiverzita této čeledi byla studována na pěti lokalitách severní a jižní Moravy s různým managementem hospodaření, ve třech případech se jedná o zásev vojtěšky, jeden spontánní úhor a mulčovanou louku. Jedná se o následující managementy hospodaření: semenářský porost vojtěšky v konvenčním zemědělství (Hustopeče), trvalý travní porost upravovaný mulčováním (Střítež nad Bečvou), dále spontánní úhor (Zubří), minimalizovaný a klasický orební systém (Žabčice).

Odchyt hmyzu se na vyjmenovaných lokalitách prováděl od května do října, přibližně jednou měsíčně podle agrotechnických úprav. Monitoring byl praktikován po dobu tří let od roku 2008. Biomonitoring byl proveden za použití emergentních lapáků popřípadě doplněn o Meorického misky. Odebraný materiál byl klasifikován a v programu excel vyhodnocen pomocí kvantitativní synekologické analýzy, jedná se o počty jedinců, druhů, hodnoty dominance, ekvitability, diverzity a druhové pestrosti.

Za celé monitorovací období bylo nalezeno 2 449 jedinců čeledi zelenuškovitých (Chloropidae). Nejvíce jedinců bylo zjištěno na minimální orbě (Žabčice) 787 a konvenčním zemědělství (Hustopeče) se 739 jedinci.

Nejbohatší používané systémy hospodaření na počet druhového složení vyšly Žabčice s minimální orbou (18 druhů), na druhé straně nejchudší lokalitou se ukázal konvenční systém zemědělství v Hustopečích (14 druhů), ostatní systémy byly zastoupeny 17 druhy čeledi zelenuškovitých (Chloropidae).

Oscinella frit je nejpočetnějším druhem s celkovým počtem 1 394 jedinců a na všech lokalitách zaujímá prvenství v početnosti jedinců. Na všech lokalitách patří *Oscinella frit* mezi eudominantní druhy.

Nejvyšší diverzity zelenušky (Chloropidae) dosáhly v agroekosystému, kde se uplatňuje mulčování dvakrát ročně po dobu tří let (Střítež nad Bečvou), naopak nejnižší diverzita byla prokázána na konvenčním systému hospodaření (Hustopeče). Ostatní používané systémy hospodaření se výrazně neliší. Co se týče ekvitability a druhové pestrosti vychází použité indexy obdobně jako u diverzity. Pro rozvoj diverzity zelenušek (Chloropidae) je nejvhodnější agroekosystém mulčovaná louka ve Stříteži nad Bečvou.

Podle provedené ordinační analýzy vysvětluje zpracování půdy 22,9 % variability druhového složení zelenušek (Chloropidae).

8 Literatura

Alison G., 2010: Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* September 27; 365(1554): 2959–2971. doi: 10.1098/rstb.2010.0143. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2935121/?tool=pmcentrez>.

Altieri M. A. and Nicholls I., 2005: *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*, Food Products Press® An Imprint of The Haworth Press, Inc. New York, London, Oxford, 253.

Andersson H., 1977: Taxonomic and phylogenetic studies on Chloropidae (Diptera) with special reference to Old World genera. *Ent. scand., Suppl.* 8: 1-200.

Barták M., 1997: The biomonitoring of Diptera by means of yellow pan water traps. *Dipterologica Bohemoslovaca*, Vol. 8. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarik. Brun., Biol.*, 95: 9–16.

Barták M., 2002: *Ekologie řízených autotrofních ekosystémů*. Power – print, Praha, 249.

Barták M., Frydrych J., Lokáš M., Cagaš B., Roktrekl J., Kolařík P., Rudišová I., 2008: Empidoidea (Diptera) in grassland agroecosystems under different management practices. In Kubík Š., Barták M., *Workshop of animal biodiversity, Jevany, 3-4 July, 2008*. 1st edition. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. s. 26-36. ISBN 978-80-213-1865-6.

Bednář V., 1974: *Strukturně funkční různorodost ekosystémů zemědělské krajiny*, Univerzita Palackého, Olomouc, 98.

Becker T., 1910a: Chloropidae. Eine monographische Studie. I. Palaearktische Region. *Archiv. Zoologicum, Budapest*, 1(10): 1-174.

Begon M., Harper J.L. & Townsend C.R., 1997: *Ekologie. Jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství University Palackého, Olomouc, pp. 615 – 618.

Beshovski V. L., 1985: Diptera, Chloropidae. In: *Fauna Bulgarica*, Vol. 14. *Aedibus Acad. Sci. Bulg., Sofia*, 220.

Bornkamm R., 1988: Mechanisms of succession on fallow lands. *Vegetatio* 77, 95 – 101.

Clougha Y., Barkmann J., Kessler M., Thomas Cherico Buchorig D., Cicuzzac D., Darrasi K., Putrak D., Erasmil S., Pitopangm R., Schmidt C., Christian H. et al., 2011: Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests, Edited by Gretchen C. Daily, Stanford University, Stanford, CA, and approved April 11, 2011 (received for review November 9, 2010), Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Domsh M., 1957: Problémy při zpracování půdy – věda pomáhá praxi – Svazek 6, SNZ, 185.

Duda O., 1932-1933: 61: Chloropidae. In: Lindner: Die Fliegen der palaearktischen Region, 6(1): 1-248.

Enderlein G., 1934: Heringiane, eine neue minierende Chloropiden-Unterfamilie. *Zool. Anz.*, 105: 191-194.

Ferrar P., 1987: A guide to the breeding habits and immature stages of Diptera Cyclorrhapha. Ento monograph. (pt.1 and pt.2), E. J. Brill-Scandinavian Science Press, Leiden-Copenhagen, 8, 907.

Flwer C. and Mooney P., 1990: The Threatened Gene: Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity, Cambridge: The Lutterwordth Press, 140.

Fuller L. R.J., Norton R., Feber R.E., Johnson P.J., Chamberlain D.E., Joys A.C., Mathews F., Stuart R.C., Townsend M.C, Manley W.J., Wolfe M.S., Macdonald D.W., and Firbank L.G., 2005: Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa, *Biol Lett.* 2005 December 22; 1(4): 431–434. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles>.

Gregory M. M., Gonzalez A., and Garry D. P., 2007: Economic Inequality Predicts Biodiversity Loss, *PLoS ONE.*; Published online 2007 May 16., 2(5): e444, Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1864998/?tool=pmcentrez#pone.0000444-Olson1pone.0000444-Olson1>.

Hobbs P., Sayre K., and Gupta R., 2008: The role of conservation agriculture in sustainable agriculture, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2008 February 12; 363(1491): 543–555. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2610169/>.

Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D., 2005: Does organic farming benefit biodiversity?, *Biological Conservation* 122, 113–130.

Hrabáček J. a kol. 1954: Jak a proč sbírat hmyz, *Československé akademie věd*, IV. vydání, 214.

Ismay J. W. & Nartshuk E. P., 2000: Family Chloropidae. In Papp L. & Darvas B. (eds). *Contributions to a Manual of Palearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance)*. Appendix. Science Herald, Budapest, 387-429.

Lichtfouse E., 2010: *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming*, INRA-CMSE-PME17 rue Sully 21000 Dijon, France, 421.

Luna, J. M., Mitchell, J. P., Shrestha A., 2010: Conservation tillage for organic agriculture: Evolution toward hybrid systems in the western USA, *Special Issue: SI Pages: 21-30 DOI: 10.1017*. Dostupné z <http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz>

Kabrhel J., 1975: 30 let vývoje čs. zemědělství a jeho další perspektivy Na pomoc národnímu hospodářství, *Horizont*, 143.

Kubík Š., 2006: Zelenuškovití (Diptera, Chloropidae) jako bioindikátoři antropogenní zátěže prostředí. *Masarykova Univerzita, Brno*, 145.

Křístek J., a Urban J., 2004: *Lesnická entomologie*, Academia, Praha, 445.

Matějček T., 2004 c: Biodiverzita jako geografický problém. In: *Geografické rozhledy*, 14, č. 5, 124 – 125.

Matějček T., 2008: *Náměty pro geografické a environmentální vzdělávání: biodiverzita a její ohrožení*, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 115.

Mader P., Berner A., 2010: Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe, Special Issue: SI Pages: 7-11 DOI: 10.1017/S1742170511000470. Dostupné z http://apps.webofknowledge.com/infozdroje.czu.cz/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=T1djEAhJ6Fc48NpG5hE&page=1&doc=1.

Nartshuk E. P., Smirnov E. E. & Fedoseeva L. I., 1970: Fam. Chloropidae-Grass flies, In: Classification of the Insects in the European part of USSR. V. Diptera and fleas. Part 2. Akad. Nauk. USSR, Leningrad, pp 399-439.

Novák B., 1974: Ekologie, epigeické složky v polních zoocenózách, státní pedagogické nakladatelství v Praze, Praha, 93.

Perfectoa I., and Vandermeerab J., 2010: The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model, Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 March 30; 107(13): 5786–5791, Published online 2010 March 25. doi: 10.1073/pnas.0905455107. Dostupné z <http://www.pnas.org/content/107/13/5786> .

Plesník J., Roth P., 2004: Biologická rozmanitost: stav a perspektivy, Scientia, Praha, 261.

Reich E., 1934: Základy organizace zemědělství Československé republiky, Ministerstvo zemědělství, 143.

Roháček J., Barták M. a Kubík Š., 1998: Diptera Acalyptrata of the Hraniční (Luzenská) slat' peat-bog in the Šumava Mts. (Czech Republik). Čas. Slez. Muz. Opava (A), 47: 1-12.

Sheman C., 2008: Biotic interactions, ecological knowledge and agriculture, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2008 February 27; 363(1492): 717–739. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2610106/>.

Smith K. G. V., 1989: An introduction to the immature stages of british flies. Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae. Handbook for the Identification of British Insects. Royal Entomol. Soc. of London, Vol. 10, Part 14, 280.

Tachibana Y., Maeda T., Ito O., Maeda Y. and Kunioka M., 2009: Utilization of a Biodegradable Mulch Sheet Produced from Poly(Lactic Acid)/Ecoflex®/Modified Starch in Mandarin Orange Groves, International Journal of Molecular Sciences. Dostupné z www.mdpi.com/journal/ijms.

Vačkář D., 2005: Biological invasions. Chapman & Hall, London, 224.

Zuska J., 1977: Chloropidae. In: Doskočil J. (red), Klíč zvířeny ČSSR, Díl V, Dvoukřídli, Academia, pp 276-281.

9 Seznam použitých zkratek

Aph_fas	= <i>Aphanotrigonum fascielum</i>
Aph_nig	= <i>Aphanotrigonum nigripes</i>
Aph_tril	= <i>Aphanotrigonum trilineatum</i>
Cam_cur	= <i>Camarota curvipennis</i>
Cet_cer	= <i>Cetema cereris</i>
Cet_elo	= <i>Cetema elongatum</i>
Con_sor	= <i>Conioscinella sordidella</i>
Con_zet	= <i>Conioscinella zetterstedti</i>
Ela_cor	= <i>Elachiptera cornuta</i>
Ela_tub	= <i>Elachiptera tuberculifera</i>
Chlo_hyp	= <i>Chlorops hypostigma</i>
Chlo_pum	= <i>Chlorops pumilionis</i>
Inc_alb	= <i>Incertella albipalpis</i>
Las_cox	= <i>Lasiambia coxalis</i>
Las_her	= <i>Lasiosina herpini</i>
Mer_var	= <i>Meromyza variegata</i>
Osc_fri	= <i>Oscinella frit</i>
Osc_mau	= <i>Oscinella maura</i>
Osc_min	= <i>Oscinimorpha minutissima</i>
Osc_vin	= <i>Oscinella vindicata</i>
Sip_osc	= <i>Siphonella oscinina</i>
Tha_gla	= <i>Thaumatomyia glabra</i>
Tha_hal	= <i>Thaumatomyia halandica</i>
Tha_not	= <i>Thaumatomyia notata</i>
Tra_scu	= <i>Trachysiphonella scutellata</i>
Tri_alb	= <i>Tricimba albiseta</i>
Tri_cin	= <i>Tricimba cincta</i>
Tri_lin	= <i>Tricimba lineella</i>

Seznam příloh

Příloha č. 1

Morfologie imaturních stádií

Detail hlavy zelenušky.

Příloha č. 2

Biomonitoring dvoukřídleho hmyzu

Ukázka sbírky hmyzu.

Entomologická síť.

Příloha č. 3

Metody odběru vzorků

Emergentní lapák – odebírání odchyceného materiálu.

Emergentní lapák – odebírání a ukládání odchyceného materiálu.

Příloha č. 4

Početní a druhové zastoupení zelenuškovitých

Nalezené druhy zelenušek v roce 2008.

Nalezené druhy zelenušek v roce 2009.

Nalezené druhy zelenušek v roce 2010.

Příloha č. 5

Diverzita, pestrost a ekvitabilita

Použité indexy pro jednotlivé roky.

Příloha č. 6

Ordinační analýza (PCA)

Seznam použitých zkratk jednotlivých druhů čeledi zelenuškovití.

Příloha č. 1

Morfologie imaturních stádií



Obr. č. 1 Detail hlavy zelenušky (on - line – www.biolib.cz).

Příloha č. 2

Biomonitoring dvoukřídlého hmyzu



Obr. č. 2 Ukázka sbírky hmyzu (on – line – www.sci.muni.cz)



Obr. č. 3 Entomologická síť (on – line - www.entosphinx.cz).

Příloha č. 3

Metody odběru vzorků



Obr. č. 4 Emergentní lapák – odebrání odchyceného materiálu (foto: Vaněk).



Obr. č. 5 Emergentní lapák – odebrání a ukládání odchyceného materiálu (foto: Vaněk).



Obr. č. 6 Odebírání odchyteného materiálu – Meorického miska (foto: Vaněk).

Příloha č. 4

Početní a druhové zastoupení zelenuškovitých

Tab. č. 1: Nalezené druhy zelenušek v roce 2008 – část 1.

rok 2008								
		nalezené druhy	počet jedinců	DO	pi	pi2	logpi	pi*logpi
Hustopeče	konvenční systém zemědělství	<i>Incertella albipalpis</i>	21	3,5533	0,0355	0,0013	-1,4494	-0,0515
		<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	2	0,3384	0,0034	0,0000	-2,4706	-0,0084
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	5	0,8460	0,0085	0,0001	-2,0726	-0,0175
		<i>Tricimba cincta</i>	10	1,6920	0,0169	0,0003	-1,7716	-0,0300
		<i>Thaumatomyia glabra</i>	10	1,6920	0,0169	0,0003	-1,7716	-0,0300
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	39	6,5990	0,0660	0,0044	-1,1805	-0,0779
		<i>Oscinella frit</i>	504	85,2792	0,8528	0,7273	-0,0692	-0,0590
		celkem	591			0,7335		-0,2742
Zubří	spontánní úhor	<i>Aphanotrigonum nigripes</i>	10	8,5470	0,0855	0,0073	-1,0682	-0,0913
		<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	26	22,2222	0,2222	0,0494	-0,6532	-0,1452
		<i>Conioscinella sordidella</i>	3	2,5641	0,0256	0,0007	-1,5911	-0,0408
		<i>Conioscinella zetterstedti</i>	6	5,1282	0,0513	0,0026	-1,2900	-0,0662
		<i>Incertella albipalpis</i>	1	0,8547	0,0085	0,0001	-2,0682	-0,0177
		<i>Lasiambia coxalis</i>	2	1,7094	0,0171	0,0003	-1,7672	-0,0302
		<i>Oscinella frit</i>	64	54,7009	0,5470	0,2992	-0,2620	-0,1433
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	2	1,7094	0,0171	0,0003	-1,7672	-0,0302
		<i>Tricimba cincta</i>	3	2,5641	0,0256	0,0007	-1,5911	-0,0408
		celkem	117			0,3605		-0,0408
Střítež nad Bečvou	mulč. Louka	<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	1	1,2048	0,0120	0,0001	-1,9191	-0,0231
		<i>Cetema elongatum</i>	1	1,2048	0,0120	0,0001	-1,9191	-0,0231
		<i>Conioscinella zetterstedti</i>	7	8,4337	0,0843	0,0071	-1,0740	-0,0906
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	7	8,4337	0,0843	0,0071	-1,0740	-0,0906
		<i>Chlorops pumilionis</i>	2	2,4096	0,0241	0,0006	-1,6180	-0,0390
		<i>Chlorops hypostigma</i>	9	10,8434	0,1084	0,0118	-0,9648	-0,1046
		<i>Lasiambia coxalis</i>	1	1,2048	0,0120	0,0001	-1,9191	-0,0231
		<i>Oscinella frit</i>	44	53,0120	0,5301	0,2810	-0,2756	-0,1461
		<i>Oscinella maura</i>	1	1,2048	0,0120	0,0001	-1,9191	-0,0231
		<i>Siphonella oscinina</i>	2	2,4096	0,0241	0,0006	-1,6180	-0,0390
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	2	2,4096	0,0241	0,0006	-1,6180	-0,0390
		<i>Tricimba albisetata</i>	3	3,6145	0,0361	0,0013	-1,4420	-0,0521
		<i>Tricimba cincta</i>	1	1,2048	0,0120	0,0001	-1,9191	-0,0231
		<i>Tricimba lineella</i>	2	2,4096	0,0241	0,0006	-1,6180	-0,0390
celkem	83			0,3114		-0,7556		
Žabčice	klasická orba	<i>Elachiptera cornuta</i>	7	3,0837	0,0308	0,0010	-1,5109	-0,0466
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	1	0,4405	0,0044	0,0000	-2,3560	-0,0104
		<i>Incertella albipalpis</i>	30	13,2159	0,1322	0,0175	-0,8789	-0,1162
		<i>Lasiambia coxalis</i>	1	0,4405	0,0044	0,0000	-2,3560	-0,0104
		<i>Lasiosina herpini</i>	1	0,4405	0,0044	0,0000	-2,3560	-0,0104
		<i>Oscinella frit</i>	170	74,8899	0,7489	0,5608	-0,1256	-0,0940
		<i>Thaumatomyia glabra</i>	2	0,8811	0,0088	0,0001	-2,0550	-0,0181
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	1	0,4405	0,0044	0,0000	-2,3560	-0,0104
		<i>Tricimba cincta</i>	8	3,5242	0,0352	0,0012	-1,4529	-0,0512
		<i>Tricimba lineella</i>	6	2,6432	0,0264	0,0007	-1,5779	-0,0417
		celkem	227			0,5814		-0,4093

Tab. č. 1: Nalezené druhy zelenušek v roce 2008 – část 2.

rok 2008								
Žabčice	minimální orba	nalezené druhy	počet jedinců	DO	pi	pi2	logpi	pi*logpi
		<i>Aphanotrigonum fascielum</i>	8	1,7738	0,0177	0,0003	-1,7511	-0,0311
		<i>Elachiptera cornuta</i>	4	0,8869	0,0089	0,0001	-2,0521	-0,0182
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	6	1,3304	0,0133	0,0002	-1,8760	-0,0250
		<i>Incertella albipalpis</i>	22	4,8780	0,0488	0,0024	-1,3118	-0,0640
		<i>Lasiosina herpini</i>	1	0,2217	0,0022	0,0000	-2,6542	-0,0059
		<i>Oscinella frit</i>	392	86,9180	0,8692	0,7555	-0,0609	-0,0529
		<i>Thaumatomyia glabra</i>	13	2,8825	0,0288	0,0008	-1,5402	-0,0444
		<i>Tricimba cincta</i>	1	0,2217	0,0022	0,0000	-2,6542	-0,0059
		<i>Tricimba lineella</i>	4	0,8869	0,0089	0,0001	-2,0521	-0,0182
		celkem	451			0,7593		-0,2655

Tab. č. 2: Nalezené druhy zelenušek v roce 2009 – část 1.

rok 2009								
		nalezené druhy	počet jedinců	DO	\bar{p}	\bar{p}^2	$\log \bar{p}$	$\bar{p} \log \bar{p}$
Hustopeče	konvenční systém hospodaření	<i>Incertella albipalpis</i>	6	9,0909	0,0909	0,0083	-1,0414	-0,0947
		<i>Lasiambia coxalis</i>	1	1,5152	0,0152	0,0002	-1,8195	-0,0276
		<i>Chlorops hypostigma</i>	1	1,5152	0,0152	0,0002	-1,8195	-0,0276
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	3	4,5455	0,0455	0,0021	-1,3424	-0,0610
		<i>Thaumatomyia halandica</i>	3	4,5455	0,0455	0,0021	-1,3424	-0,0610
		<i>Oscinella vindicata</i>	52	78,7879	0,7879	0,6208	-0,1035	-0,0816
		celkem	66			0,6336		-0,3534
Zubří	spontánní úhor	<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	8	6,4000	0,0640	0,0041	-1,1938	-0,0764
		<i>Cetema elongatum</i>	1	0,8000	0,0080	0,0001	-2,0969	-0,0168
		<i>Conioscinella zetterstedti</i>	1	0,8000	0,0080	0,0001	-2,0969	-0,0168
		<i>Elachiptera cornuta</i>	5	4,0000	0,0400	0,0016	-1,3979	-0,0559
		<i>Incertella albipalpis</i>	21	16,8000	0,1680	0,0282	-0,7747	-0,1301
		<i>Lasiambia coxalis</i>	18	14,4000	0,1440	0,0207	-0,8416	-0,1212
		<i>Meromyza variegata</i>	1	0,8000	0,0080	0,0001	-2,0969	-0,0168
		<i>Oscinella frit</i>	11	8,8000	0,0880	0,0077	-1,0555	-0,0929
		<i>Oscinella vindicata</i>	42	33,6000	0,3360	0,1129	-0,4737	-0,1592
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	15	12,0000	0,1200	0,0144	-0,9208	-0,1105
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	2	1,6000	0,0160	0,0003	-1,7959	-0,0287
		celkem	125			0,1901		-0,8253
Strážez	mulčovaná louka	<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	3	7,5000	0,0750	0,0056	-1,1249	-0,0844
		<i>Cetema elongatum</i>	4	10,0000	0,1000	0,0100	-1,0000	-0,1000
		<i>Chlorops hypostigma</i>	3	7,5000	0,0750	0,0056	-1,1249	-0,0844
		<i>Incertella albipalpis</i>	5	12,5000	0,1250	0,0156	-0,9031	-0,1129
		<i>Lasiambia coxalis</i>	12	30,0000	0,3000	0,0900	-0,5229	-0,1569
		<i>Oscinella frit</i>	3	7,5000	0,0750	0,0056	-1,1249	-0,0844
		<i>Oscinella vindicata</i>	4	10,0000	0,1000	0,0100	-1,0000	-0,1000
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	5	12,5000	0,1250	0,0156	-0,9031	-0,1129
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	1	2,5000	0,0250	0,0006	-1,6021	-0,0401
		celkem	40			0,1588		-0,8758
Žabčice	klasická orba	<i>Cetema elongatum</i>	1	2,1277	0,0213	0,0005	-1,6721	-0,0356
		<i>Elachiptera cornuta</i>	6	12,7660	0,1277	0,0163	-0,8939	-0,1141
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	2	4,2553	0,0426	0,0018	-1,3711	-0,0583
		<i>Chlorops pumilionis</i>	1	2,1277	0,0213	0,0005	-1,6721	-0,0356
		<i>Incertella albipalpis</i>	12	25,5319	0,2553	0,0652	-0,5929	-0,1514
		<i>Lasiambia coxalis</i>	1	2,1277	0,0213	0,0005	-1,6721	-0,0356
		<i>Oscinella frit</i>	1	2,1277	0,0213	0,0005	-1,6721	-0,0356
		<i>Oscinella vindicata</i>	4	8,5106	0,0851	0,0072	-1,0700	-0,0911
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	14	29,7872	0,2979	0,0887	-0,5260	-0,1567
		<i>Thaumatomyia notata</i>	4	8,5106	0,0851	0,0072	-1,0700	-0,0911
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	1	2,1277	0,0213	0,0005	-1,6721	-0,0356
		celkem	47			0,1888		-0,8405

Tab. č. 2: Nalezené druhy zelenušek v roce 2010 – část 2.

rok 2009								
Žabčice	min. orba	nalezené druhy	počet jedinců	DO	pi	pi2	logpi	pilogpi
		<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	3	11,5385	0,1154	0,0133	-0,9379	-0,1082
		<i>Oscinella frit</i>	2	7,6923	0,0769	0,0059	-1,1139	-0,0857
		<i>Oscinella vindicata</i>	11	42,3077	0,4231	0,1790	-0,3736	-0,1581
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	7	26,9231	0,2692	0,0725	-0,5699	-0,1534
		<i>Thaumatomyia halandica</i>	3	11,5385	0,1154	0,0133	-0,9379	-0,1082
		celkem	26			0,2840		-0,6136

Tab. č. 3 – Nalezené druhy zelenušek v roce 2010 – část 1.

rok 2010								
		nalezené druhy	počet jedinců	DO	p	p ²	logp	plogp
Hustopeče	konvenční systém hospodaření	<i>Elachiptera cornuta</i>	6	13,6364	0,1364	0,0186	-0,8653	-0,1180
		<i>Elachiptera tuberculifera</i>	10	22,7273	0,2273	0,0517	-0,6435	-0,1462
		<i>Incertella albipalpis</i>	6	13,6364	0,1364	0,0186	-0,8653	-0,1180
		<i>Lasiambia coxalis</i>	4	9,0909	0,0909	0,0083	-1,0414	-0,0947
		<i>Oscinella frit</i>	3	6,8182	0,0682	0,0046	-1,1663	-0,0795
		<i>Oscinella vindicata</i>	3	6,8182	0,0682	0,0046	-1,1663	-0,0795
		<i>Oscinomorpha minutissima</i>	11	25,0000	0,2500	0,0625	-0,6021	-0,1505
		<i>Siphonella oscinina</i>	1	2,2727	0,0227	0,0005	-1,6435	-0,0374
		celkem	44			0,1694		-0,8238
		Zubří	spontánní úhor	<i>Oscinella vindicata</i>	1	6,2500	0,0625	0,0039
<i>Oscinomorpha minutissima</i>	1			6,2500	0,0625	0,0039	-1,2041	-0,0753
<i>Cetema cereris</i>	6			37,5000	0,3750	0,1406	-0,4260	-0,1597
<i>Chlorops hypostigma</i>	2			12,5000	0,1250	0,0156	-0,9031	-0,1129
<i>Trachysiphonella scutellata</i>	1			6,2500	0,0625	0,0039	-1,2041	-0,0753
<i>Oscinella frit</i>	2			12,5000	0,1250	0,0156	-0,9031	-0,1129
<i>Thaumatomyia notata</i>	3			18,7500	0,1875	0,0352	-0,7270	-0,1363
celkem	16					0,2188		-0,7476
Střítež	muičovací s.	<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	3	10,7143	0,1071	0,0115	-0,9700	-0,1039
		<i>Oscinella frit</i>	8	28,5714	0,2857	0,0816	-0,5441	-0,1554
		<i>Oscinella vindicata</i>	6	21,4286	0,2143	0,0459	-0,6690	-0,1434
		<i>Oscinomorpha minutissima</i>	7	25,0000	0,2500	0,0625	-0,6021	-0,1505
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	4	14,2857	0,1429	0,0204	-0,8451	-0,1207
		celkem	28			0,2219		-0,6740
Žabčice	klasická orba	<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	20	6,0976	0,0610	0,0037	-1,2148	-0,0741
		<i>Camarote curvipennis</i>	9	2,7439	0,0274	0,0008	-1,5616	-0,0428
		<i>Elachiptera cornuta</i>	70	21,3415	0,2134	0,0455	-0,6708	-0,1432
		<i>Incertella albipalpis</i>	47	14,3293	0,1433	0,0205	-0,8438	-0,1209
		<i>Lasiambia coxalis</i>	5	1,5244	0,0152	0,0002	-1,8169	-0,0277
		<i>Oscinella frit</i>	88	26,8293	0,2683	0,0720	-0,5714	-0,1533
		<i>Oscinella vindicata</i>	40	12,1951	0,1220	0,0149	-0,9138	-0,1114
		<i>Oscinomorpha minutissima</i>	41	12,5000	0,1250	0,0156	-0,9031	-0,1129
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	8	2,4390	0,0244	0,0006	-1,6128	-0,0393
		celkem	328			0,1739		-0,8256

Tab. č. 3 – Nalezené druhy zelenušek v roce 2010 – část 2.

rok 2010								
Žabčice	min. orba	nalezené druhy	počet jedinců	DO	p	p ²	logp	plogp
		<i>Aphanotrigonum trilineatum</i>	18	5,8065	0,0581	0,0034	-1,2361	-0,0718
		<i>Camarota curvipennis</i>	4	1,2903	0,0129	0,0002	-1,8893	-0,0244
		<i>Elachiptera cornuta</i>	47	15,1613	0,1516	0,0230	-0,8193	-0,1242
		<i>Chlorops hypostigma</i>	5	1,6129	0,0161	0,0003	-1,7924	-0,0289
		<i>Incertella albipalpis</i>	57	18,3871	0,1839	0,0338	-0,7355	-0,1352
		<i>Lasiambia coxalis</i>	18	5,8065	0,0581	0,0034	-1,2361	-0,0718
		<i>Microcercis trigonella</i>	1	0,3226	0,0032	0,0000	-2,4914	-0,0080
		<i>Oscinella frit</i>	10	3,2258	0,0323	0,0010	-1,4914	-0,0481
		<i>Oscinella vindicata</i>	114	36,7742	0,3677	0,1352	-0,4345	-0,1598
		<i>Oscinimorpha minutissima</i>	8	2,5806	0,0258	0,0007	-1,5883	-0,0410
		<i>Thaumatomyia notata</i>	4	1,2903	0,0129	0,0002	-1,8893	-0,0244
		<i>Trachysiphonella scutellata</i>	7	2,2581	0,0226	0,0005	-1,6463	-0,0372
		<i>Tricimba cincta</i>	17	5,4839	0,0548	0,0030	-1,2609	-0,0691
		celkem	310			0,2046		-0,8439

Příloha č. 5

Diverzita, pestrost a ekvitabilita

Tab. č. 4 Použité indexy pro jednotlivé roky.

použité indexy	2008	2009	2010
Simpsonův index diverzity: $D=1/\sum p_i^2$			
konvenční s.	0,0017	1,5783	5,9024
spontánní úhor	0,0085	5,2592	4,5714
mulč. louka	0,0120	6,2992	4,5057
klasická orba	0,0044	5,2974	5,7519
min. orba	0,0022	3,5208	4,8876
Shannon-Weaverův index diverzity: $H=-\sum p_i \log p_i$			
konvenční s.	0,2742	0,3534	0,8238
spontánní úhor	0,0408	0,8253	0,7476
mulč. louka	0,7805	0,8758	0,6740
klasická orba	0,4093	0,8405	0,8256
min. orba	0,2655	0,6136	0,8439
Margalefův index druhové pestrosti $P=(Nd-1)/\log N$			
konvenční s.	2,5256	2,7479	4,2593
spontánní úhor	3,8681	5,2458	4,9829
mulč. louka	7,2952	4,9936	2,7640
klasická orba	3,8200	5,9805	3,1798
min. orba	3,0141	2,8269	4,8166
Simpsonův index ekvitability: $E=D/Nd$			
konvenční s.	0,0002	0,2630	0,3118
spontánní úhor	0,0009	0,4781	0,4685
mulč. louka	0,0008	0,6999	0,7211
klasická orba	0,0409	0,4816	0,0769
min. orba	0,0295	0,7042	0,2157