

Česká zemědělská univerzita v Praze



Fakulta potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství

Diverzita členovců v různých systémech řízení porostů

Diplomová práce

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.

Autor práce: Anna Krupauerová

2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že diplomovou práci s názvem *Diverzita členovců v různých systémech řízení porostů* jsem vypracovala samostatně a použila jsem jen prameny řádně citované a uvedené v Seznamu literatury.

V Praze dne _____

.....

Anna Krupauerová

Poděkování:

Mé poděkování patří především vedoucímu práce Prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc., za četné konzultace k řešené problematice, jež mi umožnily rozšířit pohled na složitost systému a přispěly mi k uvědomění si souvislostí. Jsem vděčná za pomoc a cenné rady při provádění pokusu, zpracování materiálu a tvorbě výsledků. Rovněž děkuji za poskytnutí dat z pokusů prováděných na pozemcích MZU v Brně.

Prof. Ing. Jiřímu Petrovi, DrSc. et dr. h. c., děkuji za poskytnutí informací a umožnění provedení experimentu na pozemku Pokusné stanice KRV FAPPZ v Uhříněvsi. Dále děkuji Úseku rostlinné výroby VÚŽV Praha, Uhříněves za možnost umístit pokus a za informace o provádění argrotechnických zásahů.

Souhrn

Diplomovou práci s názvem *Diverzita členovců v různých systémech řízení porostů* jsem zpracovávala formou vědecké práce. V experimentální části jsem se věnovala odběru a určování členovců z pozemků obhospodařovaných ekologicky a konvenčně. Odběry jsem prováděla pomocí emergentních lapáků a členovce jsem rozdělovala metodou morfospecies. Výsledky rozborů jsem pak zanesla do tabulek. Z těchto tabulek jsem počítala různé kvantitativní i kvalitativně-kvantitativní ukazatele. Podobně jsem hodnotila i do tabulek již zpracovaný materiál odebraný z pozemků s různým managementem zpracování půdy (minimalizační technologie a využití klasické orby).

V rešeršní části se věnuji literárnímu přehledu problematiky diverzity členovců, různým systémům řízení porostů a především výsledkům vědeckých prací s podobným zaměřením prováděných odborníky z celého světa.

Výsledky pokusů nehovoří jednoznačně ve prospěch žádné z metod. V pokusu Ekologické versus konvenční zemědělství se jako kvalitnější ukázalo prostředí pozemku zpracovávaného konvenčním způsobem. Avšak je třeba podotknout jednak, že na tomto konkrétně hodnoceném pozemku bylo využito organické hnojení, což nebývá při konvenčním způsobu hospodaření bohužel příliš časté, a za druhé, že k hodnocení byly způsobilé vzorky pouze ze dvou odběrů. V pokusu Minimalizační technologie versus klasická orba se jako diverznější, a tedy i stabilnější projevila bezorebná varianta. Zde jsou výsledky průkaznější, protože byl hodnocen materiál z dvou let a celkem z jedenácti odběrů.

- **Diverzita členovců**
- **Ekologické zemědělství**
- **Konvenční zemědělství**
- **Minimalizační technologie**
- **Orebné technologie**

Summary

I wrote my thesis *Diversity of arthropods in agroecosystems under different management practices* as scientific work. The experimental section was focused to sampling and identification of arthropods from the land under organic and conventional management. I used emergence traps to catch only autochtonne species and I identified materials obtained to morfospecies. Then I put the results into the tables. From these tables, I counted quantitative and qualitative-quantitative indicators. Similarly I evaluated the materials sampled from plots with different tillage management (reduced and conventional tillage).

As for literature search, I concetrated to issues on arthropods diversity, different crop management systems and particularly on the results of noumerous scientific papers dealing with a similar topic performed by experts from around the world.

The results of my experiment don't clearly speak in favour of anyone of the methods. The experiment organic versus conventional agriculture proved that the environment of conventionally treated land is of higher quality. However, it is necessary to note, first, that the organic fertilizer was used in this particular site – unfortunately this is not a common practise on the conventional farm – and second, that only two samples were eligible for evaluation. The experiment on reduced versus conventional tillage proved that the plot with reduced tillage was of higher diversity and therefore more stable. These results were more credible because the material was evaluated during two years and we had eleven samples in total..

- **Diversity of arthropods**
- **Organic agriculture**
- **Conventional agriculture**
- **Reduced tillage**
- **Conventional tillage**

Obsah

Seznam příloh	8
1. Úvod.....	9
2. Cíl práce.....	11
3. Přehled literatury	12
3.1. Diverzita agroekosystému.....	12
3.2. Klasická technologie zpracování půdy	17
3.2.1. Podmítka	17
3.2.2. Orba.....	18
3.2.3. Předsetřová příprava půdy	18
3.2.4. Chemické ošetření porostu	19
3.3. Bezorebné systémy zpracování půdy	20
3.3.1. Minimalizace zpracování půdy.....	21
3.3.2. Ochrana půdy	22
3.4. Srovnání vlivu konvenčních a minimalizačních technologií na biodiverzitu	24
3.4.1. Vliv zpracování půdy na edafon.....	24
3.4.2. Změny pozorované na půdní biotě při změně technologie	25
3.5. Ekologické zemědělství	28
3.5.1. Vznik ekologického zemědělství	29
3.5.2. Mimoprodukční funkce zemědělství.....	29
3.6. Srovnání vlivu konvenčního a ekologického řízení na biodiverzitu	30
3.6.1. Změny půdy při přechodu na ekologické zemědělství	30
3.6.2. Změny edafonu při přechodu na ekologické zemědělství	31
4. Materiál a metody.....	34
4.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování	34
4.1.1. Odběrová metoda	34

4.1.2. Popis lokality.....	35
4.1.2.1. Agrotechnická opatření.....	35
4.1.3. Kontrola	36
4.1.3.1. Agrotechnická opatření.....	36
4.1.4. Postup práce	36
4.1.5. Metodika zpracování vzorků	37
4.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba	39
4.2.1. Odběrová metoda	39
4.2.2. Popis lokality.....	40
4.2.2.1. Agrotechnická opatření.....	40
4.2.3. Kontrola	41
4.2.3.1. Agrotechnická opatření.....	41
4.2.4. Metodika zpracování vzorků	41
4.2.5. Kvalitativní vyhodnocení	42
5. Výsledky.....	43
5.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování	43
5.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba	46
5.2.1. Kvalitativní vyhodnocení	47
6. Diskuse	50
6.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování	50
6.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba	51
6.2.1. Kvalitativní vyhodnocení	52
7. Závěr.....	54
8. Seznam literatury	55

Seznam příloh

Příloha č. 1: Vyhodnocení vzorků metodou morfospecies

Příloha č. 2: Zastoupení jednotlivých skupin členovců ve vzorcích

Příloha č. 3: Počty jedinců dominantních a subdominantních skupin

Příloha č. 4: Celkové počty jedinců vybraných skupin podle jednotlivých odběrů

Příloha č. 5: Margalefův index druhové pestrosti podle jednotlivých vzorků

Příloha č. 6: Indexy diverzity a indexy vyrovnanosti podle jednotlivých vzorků

Příloha č. 7: Počty jedinců dominantních a subdominantních skupin (orebná a minimalizační technologie)

Příloha č. 8: Celkové počty jedinců podle jednotlivých odběrů (orebná a minimalizační technologie)

Příloha č. 9: Margalefův index druhové pestrosti podle jednotlivých vzorků (orebná a minimalizační technologie)

Příloha č. 10: Indexy diverzity a indexy vyrovnanosti podle jednotlivých odběrů (orebná a minimalizační technologie)

1. Úvod

K venkovu a venkovskému prostoru jako takovému neodmyslitelně patří zemědělství. Úroveň zemědělství tedy zásadně ovlivňuje možnosti rozvoje venkovského prostoru. V zemědělství hraje klíčovou roli půda. Většina biodiverzity se v agroekosystémech obvykle nachází právě pod povrchem země. Proto se domnívám, že je důležité sledovat a snažit se porozumět funkčnímu významu půdní biodiverzity. Je překvapivé, jak málo experimentálních prací sleduje tuto otázku v půdním prostředí.

Vyšší diverzita umožňuje využít některých výhod rozmanitějších systémů (např. větší stabilitu, menší udržovací energii, efektivnější recyklaci živin) pro dosažení cílů agroekosystému.

Půda je nenahraditelným přírodním bohatstvím. Je stanovištěm pro pěstované plodiny, které mají prioritní význam v zemědělské výrobě. Zpracování a kultivace půdy patří k faktorům, které rozhodujícím způsobem ovlivňují půdní úrodnost, stabilizaci výnosů plodin a kvalitu produktů, což se odráží na celkové úrovni zemědělství (ŠKODA, CHOLENSKÝ, 1993).

V Evropě začíná převažovat komplexní hodnocení významu zemědělství pro společnost. Zemědělství není již pouze produkce potravin, ale má další nezastupitelné funkce, mezi něž patří vedle ochrany životního prostředí a biodiverzity také např. dlouhodobá ekonomická výhodnost, ochrana vod, úspora energie apod. (ŠARAPATKA a kol., 2006).

Systémy a postupy zpracování půdy a zakládání porostů plodin jsou v posledních letech podrobovány kritické analýze s cílem zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit podmínky pro výnos plodin, omezit nežádoucí poškozování půdní struktury, omezit erozi půdy i kontaminaci podzemní a povrchové vody snadno pohyblivými formami živin. Tyto i další přínosy se očekávají od ochranného zpracování půdy. Vzhledem k vysoké energetické náročnosti konvenčního zpracování půdy orbou mohou zjednodušené postupy zpracování půdy založené na mělkém kypření přispět ke snížení nákladů na jednotku produkce, jestliže při jejich uplatnění nedojde k výraznějšímu snížení výnosů plodin (HŮLA, 1999).

„Ekologické zemědělství je zemědělský produkční systém, který zachovává zdraví půd, ekosystémů a lidí. Místo využívání vstupů s nepříznivými dopady spoléhá na ekologické postupy, rozmanitost a koloběhy přizpůsobené místním podmínkám. Ekologické zemědělství je systémem hospodaření, které spojuje tradice, inovace a vědecký výzkum s cílem prospívat společnému prostředí a podporovat spravedlivé vztahy a dobrou kvalitu života všech zúčastněných.“ (IFOAM)

Z definic vybraných alternativních způsobů obhospodařování zemědělské půdy vyplývá logický předpoklad, že na půdách neoraných a ekologicky obhospodařovaných by vzhledem k menší míře disturbancí měla být diverzita edafonu vyšší než u půd obdělávaných konvenční technologií.

2. Cíl práce

Cílem práce je porovnat diverzitu členovců v různých systémech řízení porostů. Srovnávání rozmanitosti členovců bylo provedeno pro různé systémy managementu. Ve své práci konfrontuji způsob obdělávání půdy orebný s bezorebným a organický s konvenčním.

Diverznější systémy vykazují větší stabilitu, efektivnější recyklaci živin a vyžadují menší množství udržovací energie. Proto je diverzita půdních organismů významným ukazatelem kvality zpracování půdy.

3. Přehled literatury

3.1. Diverzita agroekosystému

Diverzita je základní vlastnost systémů, vyjadřující rozrůzněnost jejich prvků (elementů). Zároveň je často vnímána jako míra stability systému, protože uniformní systém v případě krize většinou kolabuje celý, kdežto v systému diverzním prochází krizí jednotlivé jeho části, ale celek zůstává funkční (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005).

Agroekosystém je systém obsahující nejméně dva prvky: hospodářsky významné organismy (viz. Tab. 1) a prostředí (efektivní okolí, tj. část vnějšího prostředí, která organismy přímo či nepřímo ovlivňuje, a to prostředí biotického i abiotického). Prvky jsou navzájem spojené vazbami, které představují energomateriálové a informační toky. A obdobně je i agroekosystém napojen vazbami na vnější prostředí. Hranice agroekosystému jsou určeny uměle a účelově (BARTÁK, 2002).

Biodiverzita v zemědělství je široký termín, který zahrnuje všechny komponenty biologické diverzity související s potravinami a zemědělstvím, jež tvoří agroekosystém: druhy, odrůdy, plemena, mikroorganismy, a to na druhové a ekosystémové úrovni, které jsou nutné pro udržení klíčových funkcí agroekosystému, jeho struktury a procesů.

Biodiverzita v zemědělství zahrnuje škálu organismů v produkčních systémech, které se podílejí na koloběžích živin, dekompozici organické hmoty a udržení úrodnosti půdy, regulaci chorob a škůdců, opylování, udržování a ochraně biotopů s planě rostoucími druhy rostlin a s živočichy, minimalizaci eroze atd. (ŠARAPATKA a kol., 2006).

Biocenóza je společenstvo organismů obývajících určitý prostor. Agrobiocenózu pak vysvětlujeme jako společenstvo kulturních i plevelných rostlin, živočichů a mikroorganismů vyskytujících se na zemědělsky obdělávané půdě (KOLEKTIV, Academia, 1995).

1. organismy určující produkční funkce v první rovině významnosti	2. organismy s přímým vlivem na skupinu 1 (úroveň regulace)	3. organismy s přímým vlivem na skupinu 2 (úroveň informace)
Zemědělské plodiny, produkční lesní dřeviny	Škůdci plodin a dřevin	Bioregulátoři škůdců (predátoři, paraziti, parazitoidi)
	Plevelé a buřiny	Fytofágové plevelů a jejich bioregulátoř
	Původci chorob plodin a dřevin	Antagonisté původu chorob
	Hospodářská zvířata živící se plodinami	Viz skupina 1
	Opylovači plodin a dřevin	Bioregulátoři opylovačů
	Dekompozitoři a jiní půdotvorci	Bioregulátoři půdotvorců
	Symbiotické mikroorganismy plodin a dřevin	Antagonisté symbiotických mikroorganismů
	Člověk	
Hospodářská zvířata	Paraziti hospodářských zvířat	Bioregulátoři parazitů
	Původci chorob zvířat	Bioregulátoři patogenů (malý vliv)
	Masožravci (predace)	Antagonisté masožravců
	Symbiotická mikroflóra (bachorové mikroorganismy) a fauna (prvoci)	Antagonisté vůči symbiotické mikroflóře a fauně (malý vliv)
	Spásané nebo zkrmované plodiny	Viz skupina 1
	Člověk	
Mikroorganismy významné pro produkci a zpracování potravy	Jiné mikroorganismy	Ostatní mikroorganismy (malý vliv)
	Člověk	

Tab 1.: Hospodářsky významné organismy (BARTÁK, 2002).

Ve většině agroekosystémů se většina biodiverzity nachází pod povrchem, nikoliv na povrchu země. Půdní biota je kritická pro mnoho funkcí agroekosystémů, např. poskytuje mnoho ekosystémových služeb, jako jsou regulace dekompozice, mineralizace živin, energetické toky a transformace živinných cyklů. Má vliv na vodní režim půd, detoxikaci cizorodých látek apod. Tyto procesy (a organismy, které je řídí) určují růst rostlin, a tak zachovávají dlouhodobou produktivitu agroekosystémů. Půda také hostí mnoho bezobratlých býložravců, mikrobiálních patogenů a rhizosférických organismů, které mají přímý vliv na růst plodin. Modifikace vegetačního pokryvu i půdy samotné zemědělskou činností ovlivňují půdní biotu, což má zpětně vliv na růst rostlin i obrat živin. Nepřímé ovlivnění půdní bioty zemědělstvím spočívá v manipulaci s rostlinným pokryvem, což ovlivňuje kvalitu i kvantitu organických vstupů do půdy (což je základní potravní substrát půdní bioty). Z určitého hlediska můžeme rozlišit tři základní funkční komponenty půdní bioty: a) potravní řetězec dekompozitorů, b) mikroorganismy uplatňující se v transformaci živin a c) půdní herbivory.

Diverzita je přirozenou vlastností přírodních ekosystémů. Zdá se, že každý přírodní ekosystém se vyvíjí ke stavu, jež je možno charakterizovat maximální možnou diverzitou, kterou mu umožní podmínky prostředí. Jakmile ekosystém dosáhne určité diverzity, má tendenci ji zvyšovat: S rostoucí diverzitou roste i rozmanitost stanovišť, obvykle roste biomasa a produktivita a s ní i množství možností energomateriálových toků, což s sebou nese další zvýšení diverzity. Má se za to, že významnými emergenčními vlastnostmi diverzního společenstva je vysoká míra stability a efektivní cyklace (tj. uzavření toku) živin (BARTÁK, 2002).

GLIESSMAN (2000) podrobně vypočítává devět důvodů, proč vyšší diverzita agroekosystému prospívá:

- 1) Vyšší diverzita zvýší heterogenitu mikrostanovišť, což umožní řadě forem zaujmout ideální mikroprostředí vzhledem k optimům jejich nároků.
- 2) Diverzita zvyšuje pravděpodobnost výskytu užitečných interferencí.
- 3) V diverzním agroekosystému je vyšší pravděpodobnost, že volné niky budou přednostně obsazovány autochtonními užitečnými druhy spíše než agresivními škůdci a plevele.

- 4) Vyšší diverzita umožní koexistenci mnoha herbivorů i jejich bioregulátorů a je menší pravděpodobnost, že jeden z nich se stane superdominantním devastujícím škůdcem.
- 5) Vyšší agrobiodiverzita často umožní efektivnější využití zdrojů prostřednictvím diference nik.
- 6) Vyšší agrobiodiverzita snižuje agronomická rizika produkce, zvláště v nejistém nebo marginálním prostředí.
- 7) Diverzita prostředí přináší zvýšení biodiverzity hospodářsky významných organismů.
- 8) Diverzita zemědělsky využívaných ploch zvyšuje biodiverzitu i okolních ekosystémů.
- 9) Diverzita vykonává řadu užitečných funkcí, i když nemusejí být okamžitě farmářem zpeněžitelné (recyklace živin, ovlivnění lokálních hydrologických procesů).

Agrobiocenózy představují relativně nová společenstva organismů. Vznikají na základě biodiverzity přírodních ekosystémů, z níž se uplatňují zejména typy schopné se přizpůsobit specifickému disturbančnímu režimu, nabídce zdrojů a podmínkám agroekosystémů.

Agrobiocenóza vzniká konverzí stávajícího (přírodního) ekosystému v agroekosystém. Jeho nadzemní (epigeická) část je silně ochuzena (pauperizována), druhová diverzita rostlin klesá a spolu s ní i diverzita na rostlinách závislých fytofágů a posléze i na nich závislých predátorů. V podzemním (hypogeickém) prostředí nastávají tytéž jevy, ale s méně drastickými dopady. I když některé agroekosystémy fungují prakticky beze změny 4000 let (v Thajsku, Číně, Indii), jsou z evolučního pohledu stále velmi mladé. Oproti přírodním ekosystémům, kde změny biofyzikálního prostředí jsou pomalé a pozvolné, v agroekosystémech nastávají rychlé změny podmíněné managementem či technologií apod., tedy změnami, které mají dramatický dopad na biotu. Zejména v posledních desetiletích se změny v agroekosystémech urychlují, druhy jsou zaváděny (záměrně i nechtěně) do nových oblastí, vznikají nové niky a jiné zanikají a na to reagují populace

změnami: některé narůstají, jiné mizí. Nemůžeme tedy očekávat, že agrobiocenózy dospějí do nějakého stadia zralosti jako přírodní společenstva (BARTÁK, 2002).

Agroekosystém je tedy souborem agrobiocenóz ekologicky propojených faktory klimatickými, edafickými, topografickými, biologickými (domácí zvířata, plevely, choroby, antagonisté, užitečný a škodlivý hmyz atd.), avšak závislých také na místní ekonomice, jež zahrnuje zemědělské tradice, zemědělskou techniku a způsob stravování obyvatelstva (DUVIGNEAUD, 1988).

V ekologickém zemědělství plní podle PETRA a kol. (1992) důležitou úlohu půdní organismy. Jsou nezbytné pro rozklad posklizňových zbytků a pro urychlování zvětrávání minerálů v půdě. Tím se zpřístupňují živiny rostlinám a koloběh se uzavírá. Mnohostranná půdní flóra a fauna má rovněž značný význam pro ochranu rostlin před škodlivými organismy a toxickými látkami v půdě. Z půdních živočichů mají největší význam žížaly. Zatahují organický materiál do půdy a směšují jej s minerální složkou půdy. Tím, že dešťovky jemně rozmělní organický materiál, usnadňují mikroorganismům jeho další rozklad a tvorbu půdních agregátů. Vytvářením chodbiček v půdě přispívají dešťovky rovněž k lepší výměně vzduchu v půdě.

Žížaly je možné rozdělit do tří základních skupin. Epigeické žížaly jsou povrchově aktivní druhy obývající humusovou vrstvu, tyto organismy jsou více vystaveny fyzikálním faktorům (*Eisenia foetida/andre*). Další skupinou jsou aneické druhy, které se pohybují půdou vertikálně a potravu vyhledávají na povrchu půdy. Tyto žížaly jsou adaptovány jak na povrch půdy, kde vyhledávají potravu, tak i na život v hlubších vrstvách půdy, kde probíhá trávení (*Lumbricus terrestris*). Třetí skupinou jsou pak žížaly endogeické, které se půdou pohybují horizontálně (*Aporrectodea caliginosa*) (PAOLETTI, 1999).

Druhy organismů lze z hlediska evoluce společenstev rozdělit na tři skupiny:

1) Antropointolerantní druhy (relikty 1. řádu, reliktní druhy) nejsou schopny přežít ve změněném prostředí a zůstávají omezeny na zbytky přírodních nebo přírodě blízkých ekosystémů.

2) Antroponeutrální druhy (relikty 2. řádu, adaptabilní druhy) jsou schopny přežít i ve změněném prostředí.

3) Antropotolerantní druhy (expanzivní, eurytopní druhy) pronikají sekundárně do antropogenně pozměněných prostředí včetně agroekosystémů.

Tento pohled na jednotlivé druhy umožňuje analyzovat složení agrobiocenóz z hlediska evolučního. U řady systematických skupin je agrobiocenóza tvořena převážně druhy skupiny 2, tedy agrobiocenóza představuje degradační stadium původní cenózy (to platí např. pro mnoho organismů žijících v půdě, s malou disperzní schopností), v jiných taxonech zase je značně zastoupena skupina 3. Konkrétní složení agrobiocenózy však závisí i na typu kultury a formách managementu (BARTÁK, 2002).

3.2. Klasická technologie zpracování půdy

Základní zpracování půdy zahrnuje podmítku, orbu a jejich ošetření, prohlubování ornice, podryvání a hloubkové kypření půdy.

Zpracováním půdy se upravují podmínky pro růst a vývoj rostlin. Dále se upravuje fyzikální stav půdy, reguluje poměr mezi vodou a vzduchem v půdě, působí na činnost mikroorganismů a nižších živočichů; zpracování půdy urychluje mineralizaci organických látek, ovlivňuje humifikační procesy v půdě. Úroveň zpracování půdy se výrazně projevuje na rozvoji rostlin během celé vegetace (FAMĚRA, 1993).

Podle SUŠKEVIČE (1997) je v konvenčním zemědělství základním obdělávacím zákrokem a jedním z nejdůležitějších agrotechnických opatření orba.

3.2.1. Podmítka

Podmítka se provádí na hloubku 10–12 cm ihned po uvolnění pozemku po předplodině. V případě krátkého meziporostního období se podmítka vynechává (PULKRÁBEK a kol., 2003).

FAMĚRA (1993) uvádí jako podmínku účelnosti zařazení podmítky alespoň 10–14 dní mezidobí od uvolnění pozemku po předplodině do provedení orby. Dále jmenuje základní požadavek, jímž je včasnost podmítky, tj. ihned po uvolnění pozemku. Kypřením povrchu se totiž brání ztrátám vody výparem.

Podmítku pak popisujeme jako mělké kypření a částečné obrácení půdy, které se provádí radlicovými nebo talířovými podmítači do hloubky 8–12 (15) cm. Hloubka podmítky se volí podle vlhkosti půdy. V sušších podmínkách je vhodnější hlubší, ve vlhčích pak mělký zpracování půdy. Kvalitu podmítky může zlepšit její ošetření. Zejména na těžších půdách za vlhka nebo při příliš hrudovitém povrchu za sucha je nutno podmítku ošetřit vláčením nebo válením (vhodnější je rýhovaný válec).

3.2.2. Orba

ŠKODA (1997) uvádí, že orba je energeticky nejnáročnější agrotechnický zásah a pro svou ekonomickou náročnost se stává často diskutovaným tématem. Orba jedním vstupem uskutečňuje čtyři pracovní operace: kypří, drobí, mísí a obrací půdu, což je její nezpochybnitelná přednost. V intenzivních zemědělských oblastech na hluboké orné půdě, kde je i bude těžiště zemědělské výroby, má obracení skývy nezastupitelné místo. Splavené živiny ze spodních vrstev jsou vynášeny k povrchu, organická hmota intenzivně mineralizuje a zvyšuje se využití živin ze staré půdní síly. Drobením ornice se celistvý sloh půdy mění ve strukturní, který dalším vlivem přírodních činitelů přechází v příznivý drobtovitý stav. Dosáhne se tak půdní zralosti s optimálními poměry obsahu vody, vzduchu i biologické činnosti (ŠIMON a kol., 1989).

Orba je základním opatřením tradičního zpracování půdy, které půdu drobí, kypří, obrací a mísí. To ovlivňuje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Termín orby je závislý na dodržení doporučeného odstupů od setí (tři týdny), aby se půda slehla. Velmi důležité je ošetření povrchu půdy (urovnání ornice) současně s orbou nebo bezprostředně po ní, aby se zabránilo přeschnutí hrud pomocí různých drobicích adaptérů. Hloubka orby je obvykle 18–22 cm (PULKRÁBEK a kol., 2003).

3.2.3. Předseťová příprava půdy

Předseťová příprava půdy spočívá v prokypření povrchové vrstvy půdy, aby se vytvořily příznivé podmínky pro rovnoměrnou hloubku setí a dobré vzcházení rostlin. Provádí se těsně před setím kombinátory s několika různými pracovními orgány v jednom agregátu, případně smyky s bránami (PULKRÁBEK a kol., 2003).

Podobně toto agrotechnické opatření popisuje FAMĚRA (1993). Podle něj je předseťová příprava půdy souborem agrotechnických opatření, jejichž úkolem je urovnat povrch pole, vytvořit drobtovitou půdní strukturu a kvalitní seťové lůžko.

Půda se pro setí připravuje smykováním, vláčením, válením a hlubším kypřením. Vhodnou volbou nářadí a způsobu zpracování půdy je možno některé pracovní operace sdružovat nebo vynechat. Jednou ze zásad při předseťové přípravě půdy je co nejmenší počet přejezdů po pozemku. Moderní stroje umožňují uskutečnit kvalitní práci v jedné operaci. Využívá se různých typů nářadí, které povrch půdy intenzivně kypří a mísí, současně ho urovnávají a mírně utužují (vibrační, rotační brány s utužovacími válci, kombinátory umožňující několik pracovních operací).

3.2.4. Chemické ošetření porostu

Hnojení polních plodin

Hnojiva jsou látky, které po přidání do živného prostředí rostlin mohou zlepšovat jejich výživu, tedy i výnosy a kvalitu produkce. Jsou buď přímo zdrojem živin, nebo nepřímo zlepšují výživu rostlin. Hnojiva dělíme podle původu na statková (organická) a minerální (průmyslová).

Hnojení průmyslovými hnojivy je naprosto nezbytné u těch živin, jejichž obsah v půdách daného zemědělského podniku je nízký (tím je nízký i obsah živin v rostlinné produkci a v rámci koloběhu se rovněž navrací malé množství živin v organických hnojivech), takže obohacení vnitřního koloběhu je možné pouze přívodem živin zvnějšku.

Cílem vápnění je dosáhnout a udržet přibližně optimální hodnotu půdní reakce (pH). Při hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem uplatňujeme zásadu, že se hnojí půda. Hnojením bychom měli vytvořit a udržovat vyhovující (střední) obsah přijatelných živin, zajišťující přiměřený a stabilní výnos. Hnojení dusíkem je na rozdíl od ostatních živin vždy cíleno k rostlině, vlastní aplikaci je nutné uskutečnit na počátku nebo v průběhu vegetace (ŠNOBL a kol., 1999).

Ochrana polních plodin proti škodlivým činitelům

Systém integrované ochrany rostlin klade důraz na správnou agrotechniku, na využití odolných odrůd, metod mechanické, fyzikální nebo biologické ochrany. Klasická chemická ochrana se stala součástí komplexu všech uvedených ochranných opatření. Nepřímé metody ochrany rostlin (vhodná pěstitelská

technologie, organizovaná karanténa, používání rezistentních odrůd) mají spíše preventivní charakter.

K metodám přímým patří opatření mechanická, chemická, biologická, fyzikální a jejich kombinace. Chemické látky, které se používají k ničení nebo omezování škodlivých organismů, obecně nazýváme pesticidy. Podle účinku na jednotlivé škodlivé organismy pesticidy rozdělujeme na fungicidy (ochrana proti houbovým chorobám), zoocidy (hubení živočišných škůdců), herbicidy (hubení plevelů). V menší míře se používají desikanty (přípravky na přerušení vegetace), repelenty (slouží k odpuzování některých živočišných škůdců), regulátory růstu a regulátory dozrávání.

Nejvhodnější doba aplikace je na suché rostliny v době, kdy nehrozí déšť, nejlépe při bezvětří a nikoliv při vysokých teplotách vzduchu (ŠNOBL a kol., 1999).

3.3. Bezorebné systémy zpracování půdy

Systémy a postupy zpracování půdy a zakládání porostů plodin jsou v posledních letech podrobovány kritické analýze s cílem zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit podmínky pro výnos plodin, omezit nežádoucí poškozování půdní struktury, omezit erozi půdy i kontaminaci podzemní a povrchové vody snadno pohyblivými formami živin. Tyto i další přínosy se očekávají od ochranného zpracování půdy. Vzhledem k vysoké energetické náročnosti konvenčního zpracování půdy orbou mohou zjednodušené postupy zpracování půdy, založené na mělkém kypření, přispět ke snížení nákladů na jednotku produkce, jestliže při jejich uplatnění nedojde k výraznějšímu snížení výnosů plodin (HŮLA, 1999).

Filozofie ochranného zpracování půdy vychází z tří hlavních zásad:

1. Konzervovat, tj. uchovat v půdě vše, co je z hlediska půdní úrodnosti příznivé (voda, struktura půdy, aj.)
2. Vyloučit nebo zmírnit nepříznivé působení povětrnostních podmínek a negativní vlivy člověka (eroze, utuženost a poškozování půdy nevhodnými zásahy apod.)

3. Uspořít finanční prostředky a pracovní čas, a tím snížit náklady na jednotku produkce (ŠIMON a kol., 1999).

Pro označení postupů zpracování půdy, které zahrnují různou hloubku, intenzitu i odlišný způsob kypření půdy a zacházení s rostlinnými zbytky, se v minulosti používalo více termínů. Docházelo tím mnohdy k nedorozumění v důsledku nejednoznačného výkladu pojmů. V současné době lze podle HŮLY (2008) akceptovat rozdělení způsobů zpracování půdy na:

- technologie s orbou (konvenční, tradiční zpracování půdy) – půda je každoročně zpracovávána radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou zapravovány do půdy,
- minimalizace s kypřením půdy do zvolené, zpravidla malé hloubky, v případě potřeby lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení,
- půdoochranné zpracování – způsoby zpracování půdy, při nichž zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny,
- přímé setí (setí do nezpracované půdy) – půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, seje se speciálními secími stroji.

BAKER et al. (1996) uvádějí úsporu paliva po přechodu z technologií s orbou k systémům přímého setí až 80 %. JAVŮREK (1998) porovnával konvenční systémy zakládání porostů a přímé setí pšenice do nezpracované půdy. Z hlediska nákladů se ukázaly oba systémy v zásadě srovnatelné. Úspora nákladů na zpracování půdy byla při přímém setí vykompenzována zvýšenými náklady na opakovanou aplikaci herbicidů a zvýšenou dávkou dusíku.

3.3.1. Minimalizace zpracování půdy

Minimalizace se využívá při kratším meziorostním období či s ohledem na omezení nákladů a snížení nebezpečí větrné a vodní eroze, nebo za velmi suchých podmínek. Po obilninách, luskovinách, směskách a olejninách se doporučuje sloučit podmínku se seťovou orbou, která se uskutečňuje do hloubky do 15 cm hned po uvolnění pozemku. Bezprostředně po zpracování půdy se musí povrch půdy ošetřit. Před setím se povrch půdy připraví, např. kombinátorem (FAMĚRA, 1993).

Zpracování a předset'ovou přípravu půdy lze vynechat a využít systém přímého setí jen za určitých podmínek, a to na půdách bez kamenů a plevelů, ne na půdách extrémně těžkých a přeschlých, ne na pozemcích silně utužených po předplodině. Pro takové setí se pak používají diskové secí stroje.

Vyloučení některých operací je opodstatněné, jestliže určitý kultivační zásah ztratil svůj původní význam a lze jej nahradit jiným opatřením, např. intenzivnějším hnojením nebo aplikací pesticidů. Výhodou je zkrácení pracovních postupů, nedostatek se skrývá v menším prokypření i provzdušnění půdy a v omezení mechanického ničení plevelů. Spojování zásahů umožňuje zjednodušit kultivaci půdy a časově ji zkrátit. Minimalizace pracovního postupu je možná i nahrazením určitého mechanického zásahu jiným, účinnějším. Jde především o používání náradí nebo strojů s aktivním pohybem pracovních částí. Kombinované rotační kypřiče s horizontální nebo vertikální osou rotace a kývavé brány drobí půdu intenzivněji než náradí s pevnými pracovními částmi (MIŠTINA, KOVÁČ, 1993).

3.3.2. Ochrana půdy

Nové technologie zakládání porostů dbají na to, aby se především snižovalo utužování půdy, omezovaly se přejezdy traktorů a dalších strojů po poli především na jaře, kdy je půda na utužení velmi citlivá. Také časté a nadměrné obdělávání půdy působí destruktivně na strukturu půdy, vede k jejímu rozbití, následnému přesychání apod. Jak je zřejmé, vytvoření správného lůžka pro osivo nespočívá v maximálním obdělávání půdy, ale především v optimálně a kvalitně provedených operacích (ŠIMON a kol., 1999).

Intenzita zpracování půdy má velký vliv na její úrodnost a zralost. Jako úrodnost půdy je chápána její dlouhodobá schopnost plodit, zatímco zralost půdy je měřítkem struktury půdy podporující právě úrodnost. Rozhodujícími ukazateli úrodnosti půdy jsou agregace půdních částic (hustota, jílové a humusové komplexy), pórovitost a obsah vody a živin v půdě. Vysoký obsah humusu, velká biologická aktivita a malá eroze jsou určujícími faktory vysoké úrodnosti půdy. Tyto faktory podporuje snižování intenzity obdělávání půdy, tj. půdoochranný systém a přímé setí znamenají podstatný přínos pro úrodnost půdy (KÖLLER a LINKE, 2006).

Půdoochranné způsoby zpracování půdy významně přispívají ke zvýšení odolnosti půdy vůči stlačování především tím, že se redukuje hloubka a intenzita

kypření půdy. Zvyšuje se tak únosnost půdy pro mechanizační prostředky. Pokud spojíme zpracování půdy se setím tak, že traktor přejíždí po nezpracované půdě, je stlačování půdy omezeno na minimum. Ke zvýšení odolnosti půdy vůči zhutňování přispívají opatření, která zlepšují stav půdní struktury. Patří sem dostatečné organické hnojení představující zásobování půdy strukturotvornými látkami. V této souvislosti je vhodné zdůraznit význam meziplodin pěstovaných pro zelené hnojení (HŮLA a kol., 1997).

Neorané půdy disponují v povrchové vrstvě díky akumulaci posklizňových zbytků výrazně vyšším obsahem organicky vázaného dusíku. Pro málo nebo zcela neobdělávané půdy je charakteristická pomalejší mineralizace a vyšší stupeň vázání živin, takže se při silných srážkách dostane do hlubších vrstev půdy podstatně méně NO_3 (EICHHORN et al., 1991).

Snížení intenzity obdělávání půdy a ukončení obracení půdy mají významný vliv na stav živin. U půdoochranných technologií a přímého setí lze pozorovat nárůst obsahu živin v nejvyšší vrstvě půdy. Kromě toho je vyšší i obsah humusu a biologická aktivita, živiny jsou z větší části organicky vázané a jejich dynamika se mění. Vlhčí a chladnější půda ovlivňuje mineralizaci.

V případě půdoochranných technologií a přímého setí je výhodné používat organická hnojiva, tj. hnůj, kejdu, kompost nebo odpadní kaly. Dodávky organických látek totiž podporují půdní život a zlepšují strukturu půdy (KÖLLER a LINKE, 2006).

3.4. Srovnání vlivu konvenčních a minimalizačních technologií na biodiverzitu

3.4.1. Vliv zpracování půdy na edafon

Schopnost organismů úspěšně obývat agroekosystémy záleží na jejich vlastnostech a na vlastnostech agroekosystému. Agroekosystémy obvykle vykazují zvláštní disturbanční režim (orba, sklizeň, pasení, užití pesticidů), od něhož se odráží životní historie druhů, které jej obývají. Pokud je disturbanční režim pravidelný po desetiletí, pak se řada druhů, jak uvádí SOUTHWOOD (1988), pozoruhodně přizpůsobí.

Půda jako základní výrobní prostředek, o nějž se celý zemědělsko-potravinářský komplex opírá, je živý systém, který dýchá a jako takový má své zákony. Bylo zjištěno, že na 1 ha obdělávané půdy připadá 600–1 200 kg bakterií, 1 500–2 300 kg mikroskopických hub, 900–1 700 kg aktinomycet, 200–450 kg prvoků, 220–350 kg řas a sinic, 30–60 kg háďátek a 1 200 kg hlístic. Na 1 ha biologicky aktivní půdy tedy připadá 3,5–7,5 t edafonu (ZAHRADNÍČEK, 2002).

JAVŮREK in HŮLA a PROCHÁZKOVÁ (2008): Půdoochranné technologie zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin jsou významným přínosem pro rozvoj půdní bioty. Jde především o takové způsoby obdělávání půdy, které využívají kvalitní organickou hmotu, jako např. biomasu strniskových meziplodin, ale i posklizňové zbytky, ať už pro její mělké zapravení do půdy, anebo jako mulč. Na většině pochodů v půdě se podílejí půdní organismy, které označujeme jako edafon. Ten se účastní přeměn organické hmoty i biologického zvětrávání minerálního podílu. Procesy přeměn probíhají v tělech půdních organismů nebo vně, v půdním prostředí za pomoci exoenzymů, které půdní mikroorganismy produkují. Edafon je nezbytný pro tvorbu půdních agregátů, rozhoduje o bilanci živin a je nenahraditelným faktorem biologického samočištění půdy. Půdní organismy jsou strůjci a hlavními aktivátory autoregulačních půdních systémů, které jsou schopny svou energií racionálně využívat a bránit se tak negativním vlivům.

Využívání minimalizačních technologií může být přínosem k efektivnímu hospodaření na půdě. Jako samozřejmost přijímáme skutečnost, že zemědělství je primárně závislé na půdě. Půda však má kromě produkční úlohy řadu funkcí

mimoprodukčních, hospodaření na půdě se významně podílí na podobě kulturní krajiny (HŮLA a PROCHÁZKOVÁ, 2008).

3.4.2. Změny pozorované na půdní biotě při změně technologie

Několikaleté nepoužívání pluhu mění různé biologické, fyzikální a chemické vlastnosti. Tyto změny lze prokázat v laboratoři, s nepřehlédnutelnými přednostmi je však můžeme snadno pozorovat i přímo na poli (KÖLLER a LINKE, 2006).

Víceleté využívání půdoochranných technologií, zejména *no-till* technologie (zakládání porostů do nezpracované půdy), vede vlivem zvyšující se dotace organické hmoty do půdy za současného růstu aktivity půdních organismů ke změnám v distribuci organického C a N v půdním profilu. V hloubce 0,05 - 0,1 m pod povrchem nezpracovávaných půd je obvykle prokazatelně větší množství organické hmoty, než je tomu u oraných půd (JAVŮREK in HŮLA a PROCHÁZKOVÁ, 2008).

Mnoho předchozích studií srovnává biodiverzitu zemědělské půdy pod různými systémy hospodaření. Tyto studie pokrývají široké spektrum taxonů. HOLE et al. (2005) hodnotí 76 takových studií. Co se týká postupů obdělávání, existuje prací srovnávajících biodiverzitu mnohem méně (BARTÁK et al., 2009). Například SCHIER (2006) považuje půdoochranné zpracování půdy za šetrnější k půdnímu prostředí, které je příznivější pro členovce, zejména pro brouky z čeledi Carabidae a pro pavouky. Vyšší výskyt chvostoskoků zvyšuje rychlost rozkladu v půdě (DITTMER a SCHRADER, 2000). Při půdoochranném obdělávání půdy bývá zvýšená četnost výskytu většiny druhů chvostoskoků ve srovnání s obvyklými postupy obdělávání půdy (BRENNEN et al. 2006), tento jev však neměl velký vliv na druhovou pestrost. Konvenční systémy obdělávání půdy ovlivňují fyzikální a chemické prostředí půdy, v němž půdní organismy žijí. Tento vliv bývá pro půdní organismy negativní (KLADIVKO, 2001).

Mezi nejčastěji sledované skupiny živočichů ve vztahu k vlivu různých zemědělských postupů na biodiverzitu patří střevlíci (Coleoptera, Carabidae) spolu s žížalami a možná drabčíkovitými brouky či pavouky. Z mnoha studií zabývajících se sestavou střevlíků na rozdílně obdělávané půdě můžeme jmenovat: CARCAMO (1995), CARCAMO et al. (1995), BAGUETTE a HANCE (1997), KROMP (1999), ANDERSEN (2003), LIETTI et al (2008).

Střevlíkovití jsou čeledí, která slouží pro svou relativně spolehlivou identifikovatelnost a slušné znalosti jejich bionomie a ekologických nároků, alespoň mnoha druhů antropicky ovlivněných biocenóz, již několik desítek let jako modelová skupina pro ekologické a biocenologické vědecké studie (HŮRKA, 1996).

BARTÁK et al. (2009) pozoroval vyšší počet druhů střevlíků na parcele obdělávané minimalizační technologií než na konvenčně obdělávané. Hodnoty Shannon-Wieverova a Simpsonova indexu prokázaly vyšší rozmanitost druhů na pozemcích s redukováným způsobem obdělávání půdy než při použití klasické technologie. Také MENALLED et al. (2007) shledal vyšší rozmanitost střevlíkovitých u bezorebných a ekologicky řízených systémů v porovnání s konvenčními systémy.

Střevlíci se vyskytují ve všech agroekosystémech mírného pásu a zahrnují predátory mnoha škůdců včetně mšic, slimáků, larev motýlů a střevlíků. Druhové složení nacházející se u jednotlivých plodin je určeno mnoha faktory, ale obvykle zahrnuje malý počet hojně se vyskytujících druhů, jež mohou být společné pro mnoho rostlinných druhů. Rozhodující při určování vyskytujících se druhů jsou abiotické faktory půdy, zejména půdní typ a vodní režim. Druh plodiny nepřímo ovlivňuje společenstvo střevlíků prostřednictvím agrotechnických opatření a mikroklimatických změn. Jakékoliv zpracování půdy ovlivňuje společenství střevlíků, ale studie porovnávající orebné technologie s minimalizačními vykazaly podle místních podmínek různé výsledky (HOLLAND a LUFF, 2000). Střevlíkovití jsou díky své citlivé reakci obecně považováni za bioindikátory antropogenních změn kvality stanovišť v důsledku zemědělské produkce (KROMP, 1999).

Význam střevlíkovitých v přirozených i umělých suchozemských biocenózách je značný. Většinou jsou to predátoři ostatních bezobratlých. Citlivě reagují na nejrůznější toxické látky (insekticidy, herbicidy), stejně jako na nadměrné používání umělých hnojiv. Mnozí střevlíkovití jsou citliví i na změnu pH a především vlhkosti, takže mohou být využiti jako bioindikátory těchto změn (HŮRKA, 1996).

Zvlášť nápadný a mnoha autory (EL TITI, 1990; EICHHORN et al., 1991; TEBRÜGGE, 1991) popsáný fenomén je růst populace žížal při poklesu intenzity obdělávání půdy. Se snížením intenzity zásahů do půdy výrazně naroste biomasa a biologická aktivita půdy. Nejen žížaly, ale i chvostokoci či draví roztoči, se v neoraných půdách rozmnožují mnohem lépe, avšak aktivita žížal zanechává

zřetelnější stopy a přináší trvalé zlepšení půdní struktury. Žížaly promíchávají půdu, dopravují slámu a živiny do hlubších vrstev a kypří udusanou půdu. Jejich chodbičky tvoří stabilní vertikální síť pórů, procházející z povrchu až do spodních vrstev půdy. Tato síť zlepšuje propustnost pro vzduch a také vsakování nadměrných srážek. Při přímém setí vzniká podstatně bohatší a komplexnější ekosystém.

Orba je nejvýznamnějším faktorem narušujícím v agroekosystémech vývoj podzemních larev druhů z řádu Diptera. Četnost larev dvoukřídlých v agroekosystémech obdělávané půdy roste zároveň se snižováním intenzity zpracování půdy, např. pod trvalými porosty nebo v rámci bezorebného způsobu zpracování půdy. Právě zpracování půdy ovlivňuje půdní druhy dvoukřídlých několika způsoby. Zaprvé larvy poškozují mechanicky přímo orba. Kromě této přímé škody konvenční způsob obdělávání půdy odstraňuje posklizňové zbytky plodin z povrchu půdy, a tím snižuje možnosti získávání potravy pro půdní larvy. Orba také snižuje půdní zásobu semen plevelů a kulturních rostlin, které mohou být významným zdrojem potravy pro larvy fytozaprofágů (např. některé Tipulidae). Kromě toho mohou vývoj larev narušovat další nepřímé vlivy obdělávání půdy, jako např. změna vodního režimu či tlak predátorů (FROUZ, 1999).

BAGUETTE a HANCE (1997) uvádějí, že hluboká orba způsobuje drastické změny struktury půdy a pro půdní faunu znamená pravděpodobně nejzávažnější způsob narušování prostředí.

3.5. Ekologické zemědělství

Pravidla ekologického zemědělství v Evropské unii a tedy i v ČR jsou pevně dána Nařízením Rady Evropské komise již od roku 1991.

Ekologická produkce je celkový systém řízení zemědělského podniku a produkce potravin, který spojuje osvědčené environmentální postupy, vysokou úroveň biologické rozmanitosti, ochranu přírodních zdrojů, uplatňování přísných norem pro dobré životní podmínky zvířat a způsob produkce v souladu s požadavky spotřebitelů, kteří upřednostňují produkty získané za použití přírodních látek a procesů. Ekologický způsob produkce tak plní dvojí společenskou roli, když na straně jedné zajišťuje zvláštní trh odpovídající na společenskou poptávku po ekologických produktech a na straně druhé přináší veřejné statky přispívající k ochraně životního prostředí a dobrým životním podmínkám zvířat, jakož i rozvoji venkova (NR č. 834/2007).

Ekologické (též označované jako biologické či organické) zemědělství nabídlo nový komplexní přístup. Ten přináší východiska nejen s ohledem na ochranu životního prostředí. Díky celopodnikové kontrole a certifikaci produkce (biopotraviny) zohledňuje i ekonomickou stránku snížení výnosů (nepoužívání chemických pomocných látek) a případných vícenákladů (více kultivace, ruční práce a vyšší náklady spojené s welfare chovaných zvířat). Ekologické zemědělství je produktivní a v konečné bilanci efektivní forma hospodaření, sice s nižšími vstupy, ale s poměrně vysokými výstupy (výnosy) ve formě kvalitních produktů. Certifikované biopotraviny se prodávají za vyšší cenu, čímž se přenáší ocenění pozitivních efektů biozemědělství přímo na spotřebitele. To fungovalo ještě před oficiálním uznáním ekologického zemědělství národními zákony (později Nařízení Rady EHS č. 2092/91, nyní NR č. 834/2007) a před zavedením státních dotací, které jsou v EU koncipované jako kompenzace ztráty zemědělského podniku v souvislosti se ztrátou/vícenáklady při provozování biozemědělství. V současné době je organické zemědělství v ČR uznáno a podporováno jako jedno z agroenvironmentálních opatření (AEO) v rámci Programu rozvoje venkova (PRV) – OSA II, který je v ČR v gesci Ministerstva zemědělství (ŠARAPATKA a NIGGLI; 2008).

Základem ekologického zemědělství je vyvážený agroekosystém na bázi obnovitelných zdrojů. Vychází z holistického pojetí přírody, ekonomických a sociálních aspektů zemědělské výroby. Realizuje se v kulturní krajině, která je harmonickou součástí přírody (VRÁBLÍKOVÁ et al, 2007).

3.5.1. Vznik ekologického zemědělství

Ekologické zemědělství vzniklo jako reakce na negativní změny, které prodělalo zemědělství zejména po druhé světové válce. Tehdy přinesla snaha o soběstačnost v produkci potravin jednotlivých států v nově uspořádané Evropě značnou intenzifikaci s negativními vlivy na krajinu, na jednotlivé složky životního prostředí a v konečném důsledku i na kvalitu potravin (ŠARAPATKA a NIGGLI, 2008).

Ekologické zemědělství má původ ve čtyřicátých letech 20. století, kdy začaly zaznívat kritiky vlivu zemědělských postupů na degradaci půd, na ničení biodiverzity apod. Ekozemědělství vychází z pozoruhodných vlastností nenarušovaných půd pod přirozenými porosty, které se přičítají mykorhizám. Hnojí se jen vybranými druhy hnojiv (mleté vápence, slíny, horninové moučky), hojně se využívají organické zdroje (mořské řasy, zelené hnojení, komposty), také ze všech organických odpadů se vyrábí kompost. Nežádoucí rostliny jsou potlačovány organicky nebo termicky, neužívají se biocidy (BARTÁK, 2002).

V souvislosti s požadavky na trvalou udržitelnost se začaly hledat alternativy ke konvenčnímu, intenzivnímu zemědělství. Jedním z alternativních druhů hospodaření je ekologické zemědělství, které vychází z poznání, že každý pronikavý zásah do agroekosystému s následným negativním vlivem na kulturní krajinu vyvolává řetězovou reakci, jejíž důsledek bývá těžko předvídatelný. Moderní zemědělství by tedy nemělo být pouze ekonomické, ale též ekologické (TICHÁ, 2008).

3.5.2. Mimoprodukční funkce zemědělství

Ekologická funkce zemědělství spočívá především v péči o veřejné statky, jako jsou půda, voda, vzduch apod. Tuto úlohu lze chápat jak v negativním, tak v pozitivním smyslu. K nejdůležitějším negativním dopadům zemědělství patří kontaminace ekosféry agrochemikáliemi, znehodnocení půd, erozní procesy a nízký obsah organické hmoty v půdě.

Na druhé straně zemědělství spolu s lesnictvím produkuje kyslík a fixuje oxid uhličitý a podílí se tak na filtraci vzduchu, půda s vegetací je pak významným faktorem pro množství a kvalitu podzemní vody (SVATOŠ, 2001).

Ekologickou funkci zemědělství lze spatřovat i v udržování biodiverzity flóry a fauny včetně místních kulturních odrůd a plemen hospodářských zvířat a pěstovaných rostlin (TICHÁ, 2008).

KOUŘILOVÁ (2007) také zmiňuje řadu odlišností zemědělství od jiných odvětví – je to především významný vliv klimatických, geomorfologických a dalších jevů. Nemůže se stěhovat jako jiná odvětví za vhodnějšími výrobními a obchodními podmínkami, pracovní síly až na malé výjimky nemigrují, obyvatelé jsou odkázáni na lokální poměry. Vytváří se tedy vyšší závislost na politice regionů a zejména státu a posléze institucí, které mohou zabezpečit komplexní přístup alespoň rámcově stanovenými podmínkami a parametry potřebnými pro prosperitu podniků, jejich funkční návaznosti na prostředí geografické i podnikatelské. Manipulační prostor pro iniciativní řízení zemědělských podniků je tedy v prostředí nejrůznějších plánů, kvót, omezení, předpisů, přírodních podmínek podle jiných odvětví minimální.

3.6. Srovnání vlivu konvenčního a ekologického řízení na biodiverzitu

3.6.1. Změny půdy při přechodu na ekologické zemědělství

Ekologické hospodaření lze hodnotit z mnoha pohledů a hledisek. Sledování změn způsobených přechodem z konvenčního na ekologické principy hospodaření je podstatou mnoha výzkumných prací. Z výzkumu vlivu této změny na půdu mimo jiné vyplývá, že ekologicky obhospodařované plochy mají často vyšší hodnotu pH a poměr C/N (KÖPKE et al. 2006; MÄDER et al. 2006).

DERRICK a DUMARESQ (1999) stanovili na ekologicky obhospodařované ploše průkazně nižší koncentrace výměnného fosforu a hořčíku a vyšší hodnotu pH a výměnného sodíku, vápníku a draslíku. Vliv ekologického hospodaření na stabilitu agregátů hodnotili MUELLER et al. (2006); PAPADOPULOS et al. (2006) a RASMUSSEN et al. (2006) ovšem s nejednoznačnými závěry. Důsledkem ekologického hospodaření jsou změny v biologických vlastnostech půdy. Pod

ekologicky obdělávanými plochami byly stanoveny vyšší počty, enzymová aktivita a diverzita mikroorganismů a mykorrhýzních hub (MÄDER et al., 2006), hádčátek (MUELLER et al., 2006) a žížal (KÖPKE et al., 2006).

Pohyb vody v půdě ukazuje podle HEPPELYHO et al. (2006) zvýšenou schopnost ekologicky obhospodařovaných ploch doplňovat podzemní vodu a redukovat povrchový odtok a erozi. Ekologické plochy s vodou lépe hospodaří a dokáží ji v profilu zadržet po delší dobu. Při srovnání kvality vody stanovil PORTER et al. (2006) významně vyšší koncentrace nitrátů u vzorků vody pod konvenčně obdělávanými plochami. Ve dvou letech ze tří došlo ke snížení množství odtékající vody z ekologické plochy cca o 35 % a ke snížení vyplavování nitrátů o asi 60 %. Vybrané půdní indikátory slouží k popisu kvality (*soil health*) a ke srovnání systémů hospodaření (DORAN 1996; 2000). MÄDER et al. (2006) a PORTER et al. (2006) zhodnotili stav obou systémů a považují stav na ekologických plochách za příznivější ve srovnání s plochami konvenčními. Autoři se shodují, že ke zhodnocení stavu ekologicky obhospodařovaných půd by mělo dojít minimálně za 5–8 let, kdy budou případné změny průkaznější a budou lépe charakterizovat stav půdy pod ekologickým systémem hospodaření.

3.6.2. Změny edafonu při přechodu na ekologické zemědělství

Ekologické hospodaření a organické hnojení znatelně podporuje výskyt edafonu a další fauny v půdě, celkově podporuje mikrobiální aktivitu tvorbu mikrobiální biomasy. Pestřejší osevní postupy a vyšší zastoupení meziplodin prodlužují dobu vegetačního krytí a mohou se kladně projevit v místech s rizikem eroze (VRÁBLÍKOVÁ et al, 2007).

BROOKS et al. (1995); BERRY et. al. (1996); REDDERSEN (1997); LETOURNEAU a GOLDSTEIN, (2001) zjistili větší množství a rozmanitost členovců v půdách organicky obhospodařovaných polí než v konvenčně řízených, nicméně zde byly jasné rozdíly mezi jednotlivými taxonomickými skupinami. Mšice a jejich přirození predátoři se hojněji vyskytovali v konvenčních systémech, kde jsou bohaté zdroje potravy poskytované rychlejším růstem rostlin, způsobeným intenzivním hnojením (MOREBY et al., 1994; REDDERSEN, 1997). Zato u skupin jako Acari (roztoči), Formicidae (mravenci) a Heteroptera (ploštice) se projevila tendence reverzní (MOREBY, 1996; REDDERSEN, 1997; YEATES et al., 1997).

Srovnávací studie orných režimů vykazují obecný trend vyššího výskytu žížal pod ekologicky vedenými pozemky. BROWN (1999) prokázal téměř dvojnásobnou hustotu a vyšší druhovou pestrost pod organickým řízením, a to jak pod oranými poli, tak pod trvalými travními porosty. BERRY a KARLEN (1993); BROOKS et al. (1995); GERHARDT (1997) i LIEBIG a DORAN (1999) podobně zjistili výraznější a aktivnější populaci žížal na ekologických stanovištích. PFIFFNER a MADER (1997) našli vyšší počet druhů žížal, až dvakrát vyšší hustotu a více aneických a juvenilních žížal v rámci biozemědělství bez ohledu na druh plodiny z osevního postupu. Právě aneické a juvenilní žížaly mohou nejvíce využít neaplikování pesticidů, pohybují se totiž v blízkosti povrchu půdy, a jsou tak nejvíce ohroženy.

Jiní autoři neobjevili prokazatelné rozdíly v hustotě či biomase žížal mezi oběma systémy (NUUTINEN a HAUKKA, 1990; FOISSNER, 1992). CZARNECKI a PAPROCKI (1997) dokonce vykazovali vyšší počet žížal pod konvenčně zpracovávanými pozemky.

Studie zkoumající početnost pavouků mezi systémy ekologickým a konvenčním většinou zjistily vyšší množství pod ekologicky ošetřovanou půdou, i když rozdíly nebyly vždy statisticky významné (BOOIJ a NOORLANDER, 1992; MOREBY et al., 1994; REDDERSEN, 1997; PFIFFNER a LUKA, 2003). PFIFFNER a NIGGLI (1996) našli na ekologickém pozemku až dvakrát vyšší počet pavouků. Oproti tomu BERRY et al. (1996) shledali jen nepatrné rozdíly v hojnosti výskytu pavouků bez ohledu na systém řízení pozemků. V druhové pestrosti pavouků rozdíly mezi managementy nebyly zaznamenány (BOOIJ a NOORLANDER, 1992; WEIBULL et al., 2003).

Nejčastěji sledovanou skupinou živočichů při porovnávání zemědělských systémů jsou jednoznačně brouci. Dvanáct studií vykazuje celkově vyšší hojnost, některé prokazují i vyšší druhovou pestrost brouků z čeledi Carabidae na biologicky vedených stanovištích (DRITSCHILO a WANNER, 1980; HOKKANEN a HOLOPAINEN, 1986; KROMP. 1989; 1990; BOOIJ a NOORLANDER, 1992; CARCAMO et al., 1995; PFIFFNER a NIGGLI, 1996; REDDERSEN, 1997; CLARK, 1999; O'SULLIVAN a GORMALLY, 2002; IRMLER, 2003; PFIFFNER a LUKA, 2003). Čtyři studie zjistily opačnou tendenci (MOREBY et al. 1994; ARMSTRONG, 1995; YOUNIE a ARMSTRONG, 1995; WEIBULL et al. 2003).

BROOKS et al. (1995) a ANDERSEN a ELTUN (2000) se zaměřili na výskyt jednotlivých čeledí, na organicky vedených polích objevili vyšší hustotu brouků z čeledi Carabidae (střevlíkovití), ale nižší hustotu výskytu čeledi Staphylinidae (drabčíkovití). KROOSS a SCHAEFER (1998) rovněž zjistili nižší hustotu a druhovou pestrost drabčíkovitých na ekopozemku, což později potvrdil i WEIBULL et al. (2003), zatímco BOOIJ a NOORLANDER (1992) nedokázali stanovit jasný vzorec ve výskytu drabčíkovitých.

Oproti tomu BERRY et al. (1996) a PFIFFNER a NIGGLI (1996) shledali prokazatelně vyšší hojnost čeledi Staphylinidae právě pod organickým managementem. Studie zabývající se čeledí Geotrupidae (chrobákovití) uvádí významně vyšší rozmanitost, druhovou pestrost a celkovou biomasu brouků na ekofarmách, v průměru dokonce o 38 % více druhů než na konvenčním pozemku (HUTTON a GILLER, 2003).

4. Materiál a metody

4.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování

V roce 2009 jsem prováděla pokus za účelem zjištění diverzity členovců na parcele vedené ekologicky a na konvenčně vedeném pozemku. K odběru vzorků byly použity emergentní lapáky. Tři pasti byly umístěny na parcele obhospodařované ekologicky a tři na konvenčně vedeném poli ve stejné lokalitě.

4.1.1. Odběrová metoda

Pyramidový tvar pasti se základnou 0,5 x 0,5 m vyrobený z jemné polyamidové tkaniny (oka menší než 0,1 mm) vede členovce tunýlkem z části PET lahve do hlavy (plastová láhev o objemu 1,5 l, naplněná do jedné poloviny 70% etylalkoholem). Spodní část pasti je zahrabána do země, což zabraňuje přístupu allochtonním druhům. Lapáky se umístí na stanovišti tak, aby hlava směřovala k jihozápadu a aby plocha pod nimi reprezentovala průměrné složení stanoviště. Dbáme přitom na dostatečnou vzdálenost od okraje pozemku. Hlava se připevní na tyčku patřičné délky a lapák se zhruba zakolíčkuje v rozích. Poté se hlava připevní jedním provázkem kolmo na podélnou osu lapáku kolíkem (jako stan).

Tento způsob odchytu členovců umožňuje získat pouze autochtonní druhy hemiedafonu. Tyto pasti jsou vhodné k pozdějšímu rozlišování jednotlivých taxonů.



Obr. 1: Emergentní lapák

4.1.2. Popis lokality

Stanoviště zpracování půdy ekologicky – lokalita Uhříněves

Pokus jsem prováděla na parcele s ozimou pšenicí Pokusné stanice Katedry rostlinné výroby v Praze, Uhříněvsi. Stanice je certifikována pro ekologické zemědělství od roku 1993. Pozemky se nacházejí v úrodné řepařské oblasti s produkčním potenciálem půdy 84 bodů. Půdy jsou hnědozemě na sprašových půdotvorných substrátech, jde o jílovité hlíny s hloubkou ornice do 32 cm s obsahem humusu 1,74 – 2,12 %. Zásoba přijatelných živin je v jednotlivých letech trvale hodnocena jako dobrá (PETR, 2009).

Zařízení bylo umístěno ve středním pásu odrůdového pokusu s ozimou pšenicí vedeného v ekologickém způsobu hospodaření podle směrnic Mezinárodního hnutí pro organické zemědělství IFOAM a vyhlášky MZe ČR na parcele pšenice odrůdy Sultan.

Klimatické podmínky:

- dlouhodobá průměrná roční teplota – 10,4 °C
- dlouhodobý roční úhrn srážek – 456,6 mm

Topografické údaje o lokalitě:

- souřadnice: 50°1'58,847 s.z.š.; 14°37'6,36 v.z.d.
- nadmořská výška: 310 m n.m.
- rovina

4.1.2.1. Agrotechnická opatření

Předplodinou byl na zkoumané parcele jetel zvrhlý zaoraný 7. 8. 2008. Příprava půdy byla zahájena 28. 8. 2008. Pšenice byla zasetá 30. 9. 2009, byl použit výsevek 400 obilek na 1 m². Vláčení probíhalo 15. 4., 2x 29. 4. a 2x 21. 5. 2009. Sklizeň byla uskutečněna 6. 8. 2009.

4.1.3. Kontrola

Stanoviště zpracování půdy konvenčně – lokalita Uhříněves

Kontrolní pokus byl prováděn ve stejné lokalitě na konvenčně vedeném poli s ozimým ječmenem. Pole spravuje Úsek rostlinné výroby Výzkumného ústavu živočišné výroby.

Klimatické podmínky:

- dlouhodobá průměrná roční teplota – 10,4 °C
- dlouhodobý roční úhrn srážek – 456,6 mm

Topografické údaje o lokalitě:

- souřadnice: 50°1'58,501 s.z.š.; 14°36'59,426 v.z.d.
- nadmořská výška: 310 m n.m.
- rovina

4.1.3.1. Agrotechnická opatření

Předplodinou ječmenu ozimému byla ozimá pšenice, na niž byl aplikován ledek amonný ve dvou dávkách a herbicid k ochraně proti dvouděložným plevelům. Po sklizni pšenice byl na pozemku rozmetán chlévský hnůj dávkou 30 t/ha. Po zasetí ječmene byl aplikován herbicid TOLUREX hubící většinu jednoletých jednoděložných a dvouděložných plevelů klíčících na podzim. V dubnu pak bylo pole ošetřeno proti dvouděložným plevelům směsí herbicidů STARANE a ESTERON.

4.1.4. Postup práce

Během dubna 2009 jsem vyrobila lapáky. K látkovým trychtýřům o základně 0,25 m² jsem z menších PET lahví (0,5 l) vytvořila průchodové tunely pro hmyz tak, že jsem vystříhla dva stejně veliké duté válce asi 5 cm dlouhé. Ty jsem přišila na výletový otvor emergentního lapáku. Takto vytvořeným tunýlkem volně prochází hmyz z lapáku do sběrné hlavy. Tento tunel se vloží do otvoru, který jsem předem vystříhla do větší PET lahve (1,5 l). Průchodový tunel pro hmyz se připevní na větší PET láhev pomocí provázku, který prochází dírkou vyvrtanou nebo vypálenou asi v polovině délky průchodového tunelu. Tím vznikne přesah tunýlku do sběrné lahve, který zabrání úniku odchyceného hmyzu zpět do lapáku. Jak sběrná láhev tak přechodový tunýlek z venkovní strany se omotají průhlednou samolepicí páskou pro zpevnění konstrukce. Větší láhev se v terénu pomocí provázku připevní k opěrné tyči

lapáku. Po sestavení celé konstrukce lapáku se do otvoru větší PET lahve může nalít konzervační tekutina.

Instalaci pastí jsem provedla 30. 4. 2009. Tři pasti byly umístěny do ekologicky vedené ozimé pšenice a tři lapáky na konvenčně obhospodařované pole s jarním ječmenem. Dne 20. 5. 2009 jsem odebrala vzorky z ekologického pokusu a pasti z toho pozemku stáhla. Dne 21. 5. byla ekologická parcela vláčena. Poté jsem 23. 5. pasti nainstalovala zpět do biopšenice a odebrala jsem vzorky z konvenčního pokusu. Odběry byly prováděny po měsíčních intervalech. Na srpen musely být lapáky z pozemků odstraněny vzhledem k nadcházející sklizni a následné úpravě půdy. Celkem byly provedeny čtyři odběry. K rozborům byly způsobilé vzorky pouze ze dvou odběrů.

4.1.5. Metodika zpracování vzorků

Rozbor jsem prováděla do taxonomických skupin dle řádů pod vedením prof. Bartáka. Na vyhodnocení materiálu členovců z jedenácti vzorků byla použita metoda morfospecies. Metoda morfospecies postačuje pro kvantitativní analýzy. Jedná se o rozlišení odchyceného materiálu do „druhů“ na základě jejich podobnosti. Prakticky se to provádí tak, že se materiál přebere do vyšších skupin (řádů, tříd apod. jako: síťokřídílí, pavouci, chvostoskoci atd.), větší řády se rozliší do čeledí (ploštice, brouci, dvoukřídílí, blanokřídílí) a potom se pod stereomikroskopem skupina po skupině řadí podle vzájemné podobnosti (velikost, tvar, barva) do skupin k nerozeznání podobných jedinců – morfospecies. To jsou většinou skutečné druhy nebo u obtížných skupin skupiny druhů velmi podobných a pro nespécialistu nerozlišitelných druhů. Chyba, která tím vznikne, je zanedbatelná, protože je stejná u všech hodnocených a srovnávaných vzorků.

U metody morfospecies není zřejmé, které druhy jednotlivých vzorků odebraných na jednom stanovišti si navzájem odpovídají, proto je možné jednotlivé vzorky hodnotit jen každý zvlášť. To znamená, že u každého vzorku zvlášť se vyhodnotí indexy kvantitativní synekologické analýzy jako jsou indexy diverzity a druhové pestrosti a poté se porovnají hodnoty dosažené na jednotlivých srovnávaných variantách (porost konvenčně a organicky obhospodařovaný).

Dominance jednotlivých skupin identifikovaných ve vzorcích bude znázorněna výšečovým grafem. Index druhové pestrosti je mírou druhové bohatosti vzorku. Bude používán Margalefův index druhové pestrosti (ten respektuje odlišnosti vzorků různě

početných). Margalefův index druhové pestrosti se vypočítá jako $P = (S - 1) / \log N$, kde S je počet druhů (morfo-species) ve vzorku a N celkový počet jedinců ve vzorku.

Pro porovnání dominantních a subdominantních skupin použijí sloupcové grafy. Pro toto znázornění budou využity počty jedinců vždy pouze ze dvou pastí pro každý odběr, z důvodu neidentifikovatelnosti materiálu jednoho ze vzorků z druhého odběru na ekologickém pozemku. Příčinou nevhodnosti vzorků (tohoto a všech z posledního odběru) byl pravděpodobně nepředpokládaně vysoký výpar konzervační tekutiny a její nevhodné doplňování; v červenci byly pasti na konvenčním pozemku zničeny agrotechnikou.

Indexy druhové diverzity použijí dva nejčastěji využívané, a to Simpsonův index diverzity: $D = 1 / \sum p_i^2$, kde $p_i = N_i / N$ a N_i je počet jedinců i-tého druhu (pro mé výpočty počet jedinců i-tého řádu) a Shannon-Weaverův index diverzity: $H = - \sum p_i \ln p_i$. S těmito indexy souvisejí indexy vyrovnanosti, které kladou větší důraz na to, jak se jednotlivé druhy liší ve svých početních zastoupeních. Tak pomocí Simpsonova indexu diverzity můžeme spočítat index vyrovnanosti $E = D/S$ a pomocí Shannon-Weaverova indexu diverzity můžeme spočítat index vyrovnanosti $J = H/\ln S$, kde S je celkový počet druhů (morfo-species).

4.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba

V letech 2008 a 2009 probíhaly studie zjišťující diverzitu členovců na pozemcích zpracovávaných konvenčně a na pozemcích s využitím redukovaných technologií. K odběru vzorků byly použity emergentní lapáky. Odběry byly prováděny v přibližně měsíčních intervalech.

4.2.1. Odběrová metoda

Pyramidový tvar pasti se základnou 1 m² vyrobený z jemné polyamidové tkaniny (oka menší než 0,1 mm) vede členovce tunýlkem z části PET lahve do hlavy = plastová láhev (2 l) naplněna 70% etylalkoholem. Spodní část pasti je zahrabána do země, což zabraňuje přístupu allochtonním druhům. Lapáky se umístí na stanovišti tak, aby hlava směřovala k jihozápadu a aby plocha pod nimi reprezentovala průměrné složení stanoviště. Dbáme přitom na dostatečnou vzdálenost od okraje pozemku. Hlava se připevní na tyč patřičné délky a lapák se zhruba zakolíčkuje v rozích. Poté se hlava připevní jedním provázkem kolmo na podélnou osu lapáku kolíkem (jako stan). Pasti byly na pozemku umístěny v jednotlivých letech od konce dubna do přelomu měsíců září/říjen. Odběry materiálu byly prováděny pravidelně v měsíčních intervalech.



Obr. 2: Emergentní lapák

4.2.2. Popis lokality

Stanoviště zpracování půdy minimalizací – lokalita Žabčice

Jedná se suchou kukuřičnou oblast, podoblast K₂ s typickým vnitrozemským klimatem. Suchost klimatu zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláhy.

Na pozemku se nachází monokultura vojtěšky. Způsob založení porostu a extrémně suché jarní počasí způsobilo, že porost špatně vzcházela, byl velmi řídký s relativně vysokým stupněm zaplevelení. Z plevelných druhů převažovaly: pcháč oset (*Cirsium arvense*), laskavec (*Amaranthus spp.*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) a merlíky (*Chenopodium spp.*) s pokryvností do 5 %. Porost byl mírně poškozen hrabošem polním.

Půdní druh stanoviště je jílovitohlinitý, půdní typ je glejová fluvizem. Podíl humusu na stanovišti je 2,5 %, pH bylo naměřeno 6,7. Ornice je hluboká 25 cm. Obsah základních živin je hodnocen jako dobrý.

Emergentní lapáky byly vzdáleny přibližně 5 m od okraje pozemku, který je tvořen ostatními plodinami pěstovanými v osevním postupu (kukuřice, vojtěška, pšenice).

Klimatické podmínky:

- dlouhodobá průměrná roční teplota – 9,2 °C
- dlouhodobý roční úhrn srážek – 480 mm

Topografické údaje o lokalitě:

- souřadnice: 49°1'24,87 s.z.š.; 16°36'53,003 v.z.d.
- nadmořská výška: 179 m
- rovina

4.2.2.1. Agrotechnická opatření

Na sledované části pozemku je založen porost vojtěšky seté, rozteč řádků je 12,5 cm. Využíván je sedmihonný osevní postup. Je zde využívána minimalizace zpracování půdy, což představuje přímé setí sečí kombinací seřízenou na hloubku setí. Před zásevem vojtěšky bylo použito 20 kg LAV na 1 ha, předplodiny byly hnojeny standardními dávkami hnojiv.

4.2.3. Kontrola

Stanoviště klasického zpracování půdy (orba) – lokalita Žabčice

Jedná se o suchou kukuřičnou oblast, podoblast K₂ s typickým vnitrozemským klimatem. Suchost klimatu zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláhy.

Na pozemku se nachází monokultura vojtěšky. Porost byl velmi dobře zapojený s minimálním zaplevelením. Z plevelů se vyskytují pouze sporadicky ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), starček (*Sonchus spp.*) a laskavce (*Amaranthus spp.*). Porost byl mírně poškozen hrabošem polním.

Půdní druh stanoviště je jílovitohlinitý, půdní typ je glejová fluvizem. Podíl humusu na stanovišti je 2,5 %, pH bylo naměřeno 6,7. Ornice je hluboká 25 cm. Obsah základních živin je hodnocen jako dobrý.

Klimatické podmínky:

- dlouhodobá průměrná roční teplota – 9,2 °C
- dlouhodobý roční úhrn srážek – 480 mm

Topografické údaje o lokalitě:

- souřadnice: 49°1'26,802 s.z.š.; 16°36'51,49 v.z.d.
- nadmořská výška: 179 m
- rovina

4.2.3.1. Agrotechnická opatření

Na sledované části pozemku je založen porost vojtěšky seté, rozteč řádků je 12,5 cm. Využíván je sedmihonný osevní postup. Jsou zde aplikována klasická agrotechnická opatření, podmítka se provádí dlátovým podmítačem co nejdříve po sklizni, orba je středně hluboká (20–24 cm), setí je prováděno secí kombinací u kukuřice a cukrovky s předset'ovou přípravou. Před zásevem vojtěšky bylo použito 20 kg LAV na 1 ha, předplodiny byly hnojeny standardními dávkami hnojiv.

4.2.4. Metodika zpracování vzorků

Na vyhodnocení členovců byla použita metoda morfospecies. Metoda morfospecies postačuje pro kvantitativní analýzy. K dispozici mám zhodnocené vzorky tímto způsobem z pěti odběrů roku 2008 a ze šesti odběrů uskutečněných v roce 2009.

Index druhové pestrosti je mírou druhové bohatosti vzorku. Bude používán Margalefův index druhové pestrosti. Indexy druhové diverzity použijí dva nejčastěji využívané, a to Simpsonův a Shannon-Weaverův index diverzity.

4.2.5. Kvalitativní vyhodnocení

Kvalitativní vyhodnocení umožní srovnávat výskyt dané skupiny v průběhu celého roku na obou porovnávaných stanovištích. V současnosti je nejpoužívanější a nepřesnější metodou biologického hodnocení stanovišť. Teprve zde se ukáží rozdíly mezi variantami. Samotné hodnocení počtu druhů, diverzity, dominance či vyrovnanosti přímo nedokazuje kvalitu stanoviště.

Kvalitativní vyhodnocení bylo provedeno jen u některých skupin, kde se podařilo zajistit diagnózu až do úrovně druhů. Toto vyhodnocení bylo provedeno u brouků z čeledi Carabidae pro pokus z roku 2008.

Vzorky byly identifikovány pomocí klíčů Kult (1947), Freude (1976), Hůrka (1992, 1996), a dalších zdrojů. A-E-R bioindikační hodnoty byly převzaty z Hůrka et al. (1996). Druhy byly rozděleny do skupin dle tolerance antropogenní činnosti.

K vyhodnocení bude použit index antropogenního narušení stanoviště. Ten se spočítá jako $IAN = E + 1/2A$, kde E = frekvence (četnost výskytu) expanzivních (antropotolerantních) druhů a A je frekvence výskytu adaptabilních (antroponeutrálních) druhů. Nabývá hodnot od 0 (nejméně poškozená prostředí, obsahují jen jedince reliktních, čili antropointolerantních druhů) do 1 (nejpoškozenější prostředí, obsahuje jen E druhy). Frekvence výskytu: $F_E = N_E/N$, kde N_E je počet jedinců E druhů nalezený na lokalitě v průběhu celého roku a N je počet všech druhů (analogicky se spočítá i F_A). Jde tedy o kvalitativně-kvantitativní index.

Pro tuto skupinu určenou do druhů rovněž spočtu Simpsonův a Shannon-Weaverův index diverzity. K porovnání pokusů zaznamenám všechny výpočty kvalitativní analýzy do tabulky.

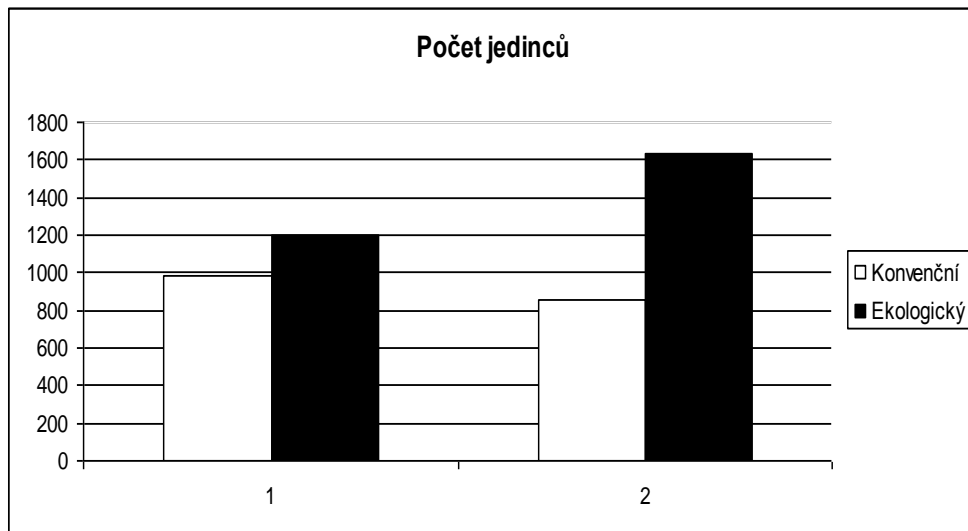
5. Výsledky

5.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování

Vzorky pokusu byly hodnoceny metodou morfospecies, příklady vyhodnocení materiálu členovců z jednotlivých vzorků je uvedeno v tabulkách v příloze č.1.

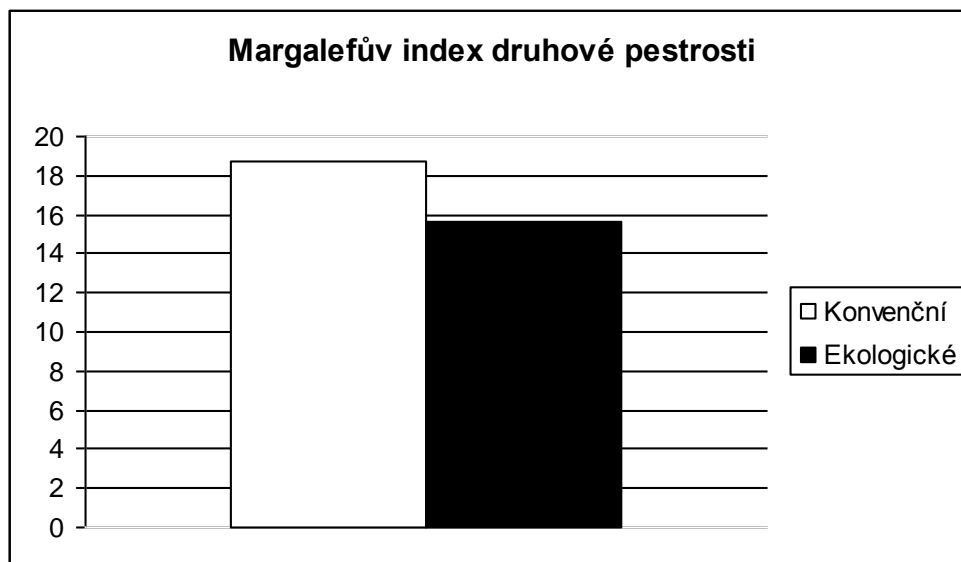
Jednoduché výsečové grafy znázorňují zastoupení jednotlivých skupin členovců pro každý vzorek (příloha č.2). Zobrazují dominantní skupiny, jimiž jsou Coleoptera (brouci), Thysanoptera (třásnokřídí), Diptera (dvoukřídlí) a Araneae (pavouci). V naprosté většině vzorků se nejvíce vyskytovali brouci, druhá nejpočetnější skupina je odlišná podle termínu odběru. V květnových vzorcích jde o dvoukřídle, ve vzorcích z následujícího měsíce jsou to třásnokřídí. Ostatní identifikované skupiny hodnotím jako subdominantní. Příslušníci taxonů Hymenoptera (blanokřídí) a Collembola (chvostoskoci) byli nalezeni ve všech hodnocených vzorcích. Dále byly určeny skupiny Sternorrhyncha (mšicosaví), Diplopoda (mnohonožky), Auchenorrhyncha (křísi), Lepidoptera (motýli), Heteroptera (ploštice), Neuroptera (síťokřídí) a Psocoptera (pisivky). V relativních četnostech jednotlivých skupin se mezi ekologickým a konvenčním pozemkem neobjevil žádný významný rozdíl.

Sloupcové grafy v příloze č. 3 prezentují počty jedinců dominantních a subdominantních skupin. Pro znázornění jsem použila počty jedinců vždy pouze ze dvou pastí pro každý odběr (K1 = první odběr z konvenčního pozemku, E1 = první odběr z ekologicky vedené parcely, K2 = druhý odběr z konvenční parcely, E2 = druhý odběr z ekologického pozemku). Celkové počty jedinců se ukázaly v obou odběrech vyšší na ekologicky obhospodařovaném poli (graf č. 1). Počty brouků, dvoukřídých a také mšicosavých odchycených na ekologickém pozemku převyšují počty z konvenčního pokusu. Vyšší výskyt pavouků a křísu výzkum ukázal na konvenčním pozemku. Třásnokřídých, blanokřídých a chvostoskoků jsem objevila více v konvenčním vzorku z prvního odběru, ve druhém odběru se pak tato tendence otočila ve prospěch ekopozemku, což graficky znázorňují diagramy v příloze č. 4.



Graf č. 1: Celkový počet jedinců dle jednotlivých odběrů

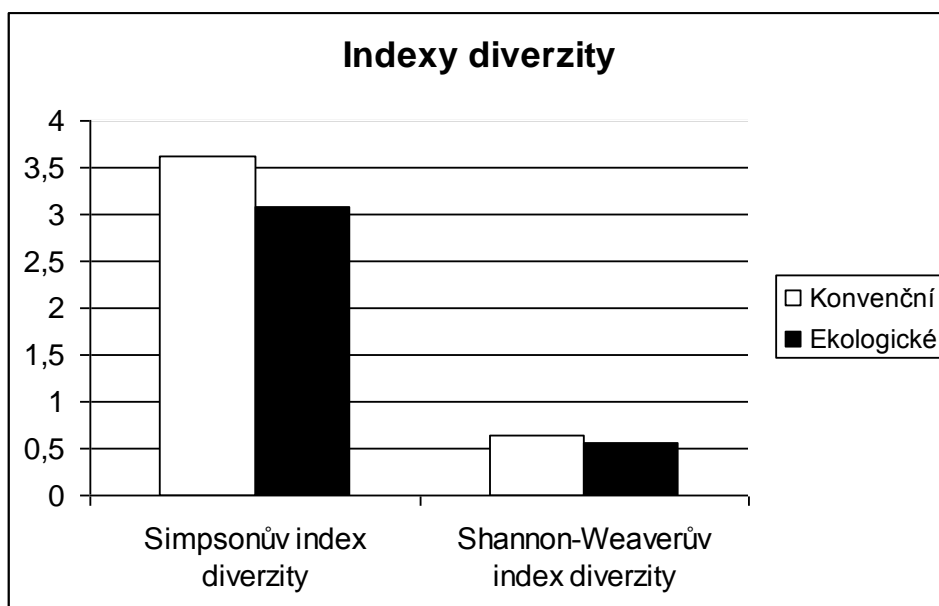
Index druhové pestrosti je mírou druhové bohatosti vzorku. Margalefův index druhové pestrosti ($P = (S - 1) / \log N$) vykázal téměř u všech vzorků vyšší hodnoty pro pokus na konvenčně obhospodařovaném pozemku (příloha č. 5). Průměrné hodnoty všech vzorků z konvenční a ekologické parcely pak jasně prokazují vyšší druhovou pestrost na první jmenované (graf č. 2).



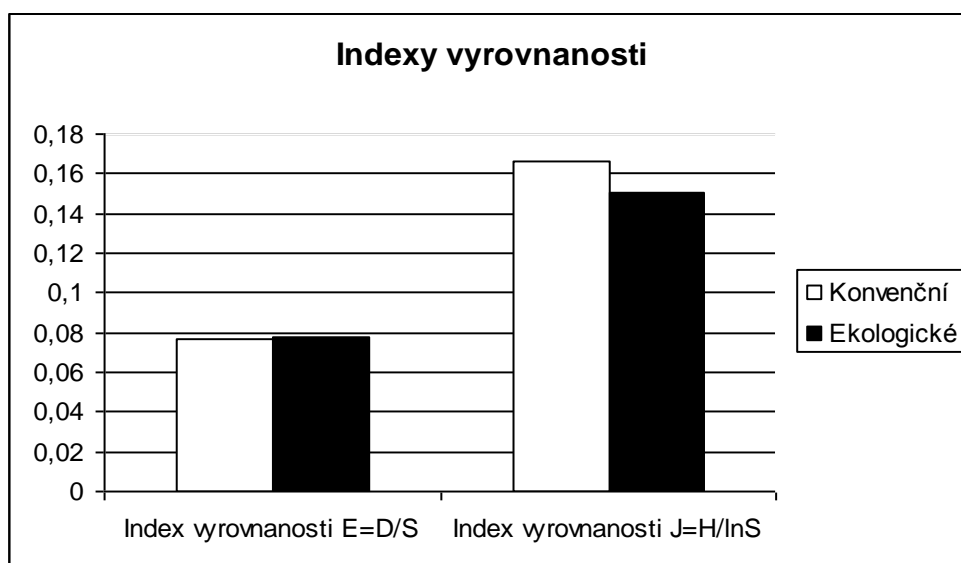
Graf č. 2: Průměrné hodnoty Margalefova indexu druhové pestrosti

Zhodnocením druhové diverzity pomocí dvou nejčastěji používaných indexů Simpsonova ($D = 1 / \sum p_i^2$) a Shannon-Weaverova ($H = - \sum p_i \ln p_i$) jsem opět zjistila

vyšší hodnoty na poli konvenčně zpracovávaném. S těmito indexy souvisejí indexy vyrovnanosti, které dávají větší důraz na to, jak se jednotlivé druhy liší ve svých početních zastoupeních. Pomocí Simpsonova indexu diverzity jsem spočítala index vyrovnanosti $E = D/S$, který určil jako vyrovnanější vzorky z ekopozemku. A pomocí Shannon-Weaverova indexu diverzity jsem zjistila index vyrovnanosti $J = H/\ln S$, z něhož jako vyrovnanější vychází konvenční pokus. V grafech č. 3 a 4 jsou znázorněny průměrné hodnoty indexů. Do přílohy č. 6 vkládám grafy zachycující indexy diverzity a vyrovnanosti pro jednotlivé odběry.



Graf č. 3: Průměrné hodnoty indexů diverzity



Graf č. 4: Průměrné hodnoty indexů vyrovnanosti

5.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba

Vzorčky pokusu byly hodnoceny metodou morfospecies. Pro vyhodnocení materiálu členovců z jednotlivých vzorků bylo použito zařazení do tabulek obdobných z přílohy č.1.

Z pokusů prováděných na pozemcích s porostem vojtěšky jsem jako dominantní vyhodnotila skupiny členovců Coleoptera (brouci), Diptera (dvoukřídlí), Hymenoptera (blanokřídlí), Collembola (chvostoskoci) a Sternorrhyncha (mšicosaví). Relativní početnost těchto skupin se v jednotlivých odběrech liší, zatímco v květnu převažují brouci a dvoukřídlí, v červnu jsou to mšicosaví, v červenci a srpnu je zastoupení dominantních skupin téměř ve všech vzorcích vyrovnané, na přelomu září a října pak vzrůstá relativní početnost chvostoskoků (příloha č. 7). Ve výskytu jednotlivých skupin členovců nejsou prokazatelné rozdíly mezi orebným a bezorebným způsobem obhospodařování půdy.

Celkové počty jedinců, stejně jako počty jedinců jednotlivých skupin, z většiny odběrů se projeví v roce 2008 vyšší na pozemku s využitím minimalizační technologie, v roce 2009 se však tento jev obrátil (příloha č. 8)

Margalefův index druhové pestrosti ($P = (S - 1) / \log N$) vykázal v roce 2008 vyrovnané hodnoty pro obě varianty experimentu, tři z pěti hodnot vyšly ve prospěch minimalizace, v roce 2009 byly hodnoty u všech odběrů vyšší na pokusu bez orby, což je graficky znázorněno v příloze č. 9.

Pro hodnoty indexů diverzity (Simpsonův $D = 1 / \sum p_i^2$, Shannon-Weaverův $H = -\sum p_i \ln p_i$) a s nimi souvisejícími indexy vyrovnanosti ($E = D/S$ a $J = H/\ln S$) shodně platí vyšší hodnota na pozemku s využitím minimalizační technologie pro tři z pěti odběrů v roce 2008 a pro čtyři ze šesti odběrů provedených v roce následujícím (příloha č. 10).

V tabulce č. 2 jsou vyjádřeny průměrné hodnoty výše uvedených indexů druhové pestrosti, diverzity a vyrovnanosti pro jednotlivé pokusy. Pro rok 2008 vyšla většina z čísel indexů lépe pro orebný postup, což je způsobeno výjimečně vysokými červnovými hodnotami (viz příloha č. 10). Rok 2009 již všemi hodnotami vykazuje jako kvalitnější prostředí bez orby.

	Minimalizace 2008	Orba 2008	Minimalizace 2009	Orba 2009
Margalefův index druhové pestrosti	41,846	40,875	49,036	44,826
Simpsonův index diverzity	3,188	3,659	3,209	2,430
Shannon-Weaverův index diverzity	1,245	1,486	1,304	1,062
Index vyrovnanosti $E = D/S$	0,0215	0,038	0,0220	0,016
Index vyrovnanosti $J = H/\ln S$	0,249	0,317	0,262	0,211

Tab. č. 2: Průměrné hodnoty indexů pestrosti, diverzity a vyrovnanosti podle pokusů

5.2.1. Kvalitativní vyhodnocení

Kvalitativní vyhodnocení bylo provedeno u brouků z čeledi Carabidae odchycených v pokusu Žabčice 2008.

Na polích s porosty vojtěšky obdělávaných různými způsoby (orebnou a minimalizační technologií) bylo identifikováno celkem 22 druhů střevlíkovitých zastoupeno celkem 429 jedinci. V tabulce č. 3 jsou brouci rozděleni podle lokality odběru a podle bioindikační skupiny (E = expanzivní (antropotolerantní) druhy, A = adaptabilní (antroponeutrální) druhy).

Na pozemku zpracovávaném dlouhodobě orebnou metodou bylo nalezeno 231 jedinců náležících do třinácti druhů. Pod redukovanou technologií pak bylo pojmenováno 18 druhů zastoupených 198 exempláři. Vzorky byly identifikovány pomocí klíčů Kult (1947), Freude (1976), Hůrka (1992, 1996).

Druh	Lokalita		Indikační skupina
	Minimalizace	Orba	
<i>Acupalpus meridianus</i>	16	11	E
<i>Amara apricaria</i>	1		E
<i>Amara bifrons</i>	1		E
<i>Amara convexiuscula</i>	4	4	E
<i>Anisodactylus signatus</i>	5	1	E
<i>Bembidion lampros</i>		1	E
<i>Bembidion properans</i>	6		E
<i>Brachinus crepitans</i>	1		E
<i>Calathus fuscipes</i>		1	E
<i>Demetrias monostigma</i>	4		A
<i>Harpalus affinis</i>	1	1	E
<i>Microlestes minutulus</i>		1	E
<i>Ophonus azureus</i>	1		E
<i>Ophonus rupicola</i>	1		E
<i>Paratachys bistriatus</i>	4	9	A
<i>Poecilus cupreus</i>	4	3	E
<i>Pseudoophonus calceatus</i>	1		A
<i>Pseudoophonus griseus</i>		1	E
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	22	48	E
<i>Pterostichus melanarius</i>	3		E
<i>Syntomus obscuroguttatus</i>		1	A
<i>Trechus quadristriatus</i>	122	149	E
<i>Zabrus tenebrioides</i>	1		E
Počet druhů	18	13	
Počet jedinců	198	231	

Tab. č. 3: Kvalitativní vyhodnocení brouků z čeledi Carabidae

K vyhodnocení prostředí nalezených a do druhů pojmenovaných střevlíkovitých jsem použila kvalitativně-quantitativní index frekvence výskytu ($F_E = N_E/N$, $F_A = N_A/N$) a index antropogenního narušení stanoviště ($IAN = E+1/2A$). Frekvence výskytu antropotolerantních druhů vyšla nepatrně vyšší na půdě obdělávané klasickou orebnou technologií. Tím pádem index antropogenního narušení stanoviště vzešel nižší (v řádech tisícín) na pozemku bez využití orby. Oba hodnocené indexy diverzity vykázaly vyšší hodnotu pro minimalizační technologii. Všechny výsledky kvalitativního hodnocení jsou znázorněny v tabulce č. 4.

	F_E	F_A	$IAN=E+1/2A$	Simpsonův index diverzity $D = 1 / \sum p_i^2$	Shannon- Weaverův index diverzity $H = -\sum p_i \ln p_i$
Minimalizace	0,955	0,045	0,977	5,44	0,90
Orba	0,957	0,043	0,978	4,29	0,81

Tab. č. 4: Výsledky kvalitativních ukazatelů pro Carabidae, pokus 2008

6. Diskuse

6.1. Pokus Uhříněves: Ekologické versus konvenční obhospodařování

Ve svém pokusu jsem objevila vyšší celkové počty členovců na ekologicky obhospodařovaném poli, ke stejnému výsledku došli i BROOKS et al. (1995); BERRY et. al. (1996); REDDERSEN (1997); LETOURNEAU a GOLDSTEIN, (2001). Počty brouků, dvoukřídlých a také mšicosavých odebraných z ekologického pozemku v Uhříněvsi se ukázaly vyšší než počty z konvenčního pokusu. Vyšší hojnost brouků na biologicky vedených stanovištích dokazuje dvanáct dalších studií (DRITSCHILO a WANNER, 1980; HOKKANEN a HOLOPAINEN, 1986; KROMP. 1989; 1990; BOOIJ a NOORLANDER, 1992; CARCAMO et al., 1995; PFIFFNER a NIGGLI, 1996; REDDERSEN, 1997; CLARK, 1999; O'SULLIVAN a GORMALLY, 2002; IRMLER, 2003; PFIFFNER a LUKA, 2003). U mšic však zjistili MOREBY et al., (1994) a REDDERSEN, (1997) vyšší výskyt v konvenčních systémech.

Uhříněveský výzkum ukázal vyšší výskyt pavouků a křísů na konvenčním pozemku. Studie zkoumající četnost pavouků mezi systémy ekologickým a konvenčním většinou zjistily vyšší množství pod ekologicky ošetřovanou půdou, i když rozdíly nebyly vždy statisticky významné (BOOIJ a NOORLANDER, 1992; MOREBY et al., 1994; REDDERSEN, 1997; PFIFFNER a LUKA, 2003). Třásnokřídlých, blanokřídlých a chvostoskoků jsem objevila více v konvenčních pastech z prvního odběru, ve druhém odběru se pak tato tendence otočila ve prospěch ekopozemku. Konvenční vzorky tak působí jako vyrovnanější (příloha č. 4).

Margalefův index druhové pestrosti vykázal vyšší hodnoty pro pokus na konvenčně obhospodařovaném pozemku. Také zhodnocením druhové diverzity pomocí Simpsonova a Shannon-Weaverova indexu jsem zjistila vyšší hodnoty na poli konvenčně zpracovávaném. S těmito indexy souvisejí indexy vyrovnanosti. Pomocí Simpsonova indexu diverzity jsem spočítala index vyrovnanosti $E = D/S$, který určil jako nepatrně vyrovnanější vzorky z ekopozemku. Pomocí Shannon-Weaverova indexu diverzity jsem zjistila index vyrovnanosti $J = H/\ln S$, z něhož jako vyrovnanější vychází konvenční pokus. Zato BROOKS et al. (1995); BERRY et. al. (1996); REDDERSEN (1997); LETOURNEAU a GOLDSTEIN, (2001) zjistili větší

rozmanitost členovců v půdách organicky obhospodařovaných polí než v konvenčně řízených.

Skutečnost, že se v mém experimentu objevují počty členovců v jednotlivých měsících vyrovnanější a indexy diverzity vyšší na konvenčně obhospodařovaném pozemku, dokazuje přítomnost kvalitnějšího společenstva. Tímto zjištěním se dostávám do rozporu nejen s výše uvedenými autory ale i s vlastním předpokladem. Ovšem ve prospěch ekologických principů hospodaření v mé práci hovoří fakt, že na poli vedeném konvenčně byl aplikován chlévský hnůj. Jak uvádějí KÖLLER a LINKE (2006) dodávky organických látek totiž podporují půdní život a zlepšují strukturu půdy.

6.2. Pokus Žabčice: Minimalizační technologie versus klasická orba

Z pokusů prováděných na pozemcích s porostem vojtěšky v Žabčicích se celkové počty členovců z většiny odběrů projeví v roce 2008 vyšší na pozemku s využitím minimalizační technologie, v roce 2009 se však tento jev obrátil. Ve výskytu jednotlivých skupin členovců jsem nezjistila prokazatelné rozdíly mezi orebným a bezorebným způsobem obhospodařování půdy. Podle SCHIERA (2006) je půdoochranné zpracování příznivější pro členovce, zejména pro brouky z čeledi Carabidae a pro pavouky. BRENNEN et al. (2006) zjistil při využití minimalizační technologie zvýšenou četnost výskytu většiny druhů chvostoskoků ve srovnání s obvyklými postupy obdělávání půdy, tento jev se však v žabčických experimentech neprokázal.

Margalefův index druhové pestrosti vykázal v roce 2008 vyrovnané hodnoty pro obě varianty experimentu, tři z pěti hodnot vyšly ve prospěch minimalizace, v roce 2009 byly hodnoty u všech odběrů vyšší na pokusu bez orby. Pro hodnoty indexů diverzity a s nimi souvisejícími indexy vyrovnanosti shodně platí vyšší hodnota na pozemku s využitím minimalizační technologie. Průměrné hodnoty indexů druhové pestrosti, diverzity a vyrovnanosti pro jednotlivé pokusy vyšly pro rok 2008 lépe na oraném pozemku, což je způsobeno pouze výjimečně vysokými červnovými hodnotami. Rok 2009 již všemi hodnotami vykazuje jako kvalitnější prostředí bez orby. Na základě uvedených výsledků lze jako kvalitnější prostředí s rozmanitějším

složením druhů hodnotit půdu neoranou. Vyšší pestrost členovců pod povrchem půdy však pravděpodobně přímo souvisí s vyšší pestrostí flory na povrchu. Parcela vedená bezorebným způsobem byla více zaplevelená, což znamená možnost objevení více různých druhů. Výskyt plevelů se tedy projevuje kladným vlivem na stabilitu prostředí, jak uvádí GLIESSMAN (2000), společenstvo s vyšší diverzitou je též společenstvem stabilnějším.

EL TITI (1990); EICHHORN et al. (1991); TEBRÜGGE (1991); BAGUETTE a HANCE (1997); FROUZ (1999); KLADIVKO (2001) i SCHIER (2006) hodnotí snížení intenzity mechanického obdělávání půdy jako přínosné pro biologickou aktivitu půdy a za šetrnější k půdnímu prostředí, které je příznivější pro členovce i žížaly.

6.2.1. Kvalitativní vyhodnocení

Na polích s porosty vojtěšky obdělávaných různými způsoby bylo identifikováno 22 druhů střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) zastoupeno celkem 429 jedinci. Větší množství druhů bylo pozorováno na pozemku s využitím minimalizační technologie (18 druhů), než na konvenčně obdělávaném (13 druhů). Vzhledem k použité odběrné metodě jsou výsledky těžko srovnatelné s obdobnými pokusy. Avšak nález se shoduje s tvrzením KROMPA (1999), že hluboká orba výskyt střevlíkovitých ovlivňuje negativně, zatímco po zavedení redukovaných technologií se stavy příslušníků této čeledě navyšují.

Mírně vyšší počet jedinců byl pozorován na pozemku s využitím klasické orby (231) než na bezorebně zpracovávaném (198), což hovoří ve prospěch zjištění, které učinil CARCAMO (1995). Podle něj četnost střevlíkovitých na orané půdě významně převyšuje čísla z neoraných pozemků. Ale samotné hodnocení počtu jedinců přímo nedokazuje kvalitu stanoviště. Podle BAGUETTE a HANCE (1997) vzrůstá na konvenčně zpracovávaných pozemcích počet příslušníků dominantních druhů, avšak hojnost vzácnějších druhů se zvyšuje při snížení intezity nebo úplném vynechání kultivace půdy. Po rozdělení nalezených střevlíků podle bioindikačních skupin jsem zjistila mírně vyšší index antropogenního narušení stanoviště právě u vzorků z oraného stanoviště.

Hodnoty Shannon-Wievera a Simpsonova indexu prokázaly vyšší rozmanitost druhů na pozemcích s redukováným způsobem obdělávání půdy než při použití klasické technologie. Také MENALLED et al. (2007) shledal vyšší rozmanitost střešníkovitých u bezorebných a ekologicky řízených systémů v porovnání s konvenčními systémy.

7. Závěr

Cílem práce bylo porovnání diverzity členovců v různých systémech řízení porostů. Srovnávání rozmanitosti členovců bylo provedeno pro různé systémy managementu (ekologický a konvenční, minimalizační a orebný). Vyšší diverzitu členovců jsem očekávala na pozemcích s nižší intenzitou obdělávání půdy.

Výsledky pokusů nehovoří jasně ve prospěch žádné z metod. V pokusu Ekologické versus konvenční zemědělství se jako kvalitnější ukázalo prostředí pozemku zpracovávaného konvenčním způsobem. Avšak nutno podotknout jednak že na tomto konkrétně hodnoceném pozemku bylo využito organické hnojení, což nebývá u konvenčního hospodaření bohužel příliš časté, a že k hodnocení byly způsobilé vzorky pouze ze dvou odběrů.

V pokusech Minimalizační technologie versus klasická orba se jako diverznější a tedy i stabilnější projevila bezorebná varianta. Zde jsou výsledky průkaznější, protože byl hodnocen materiál ze dvou let a dohromady z jedenácti odběrů.

8. Seznam literatury

ANDERSEN, A. 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals II. Effects on pests and beneficial insects. *Crop Protection*, 22 (1), 147–152.

ANDERSEN, A., ELTUN, R. 2000. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *Journal of Applied Entomology*, 124, 51–56.

ARMSTRONG, G. 1995. Carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) diversity and abundance in organic potatoes and conventionally grown seed potatoes in North Scotland. *Pedobiologia*, 39, 231–237.

BAGUETTE, M., HANCE, T. 1997. Carabid beetles and agricultural practices: influence of soil ploughing. *Biological Agriculture & Horticulture*, 15 (1–4), 185–190.

BAKER, C. J., SAXTON, K. E., RITCHIE, W. R. 1996. No-tillage seeding, *Science and Practice*, Wallingford, CAB International, 272 s., ISBN10: 0-85199-103-3

BARTÁK, M. 2002. *Ekologie řízených autotrofních systémů, ČZU v Praze*, 366 s. ISBN 80-213-0941-5

BARTÁK, M., KRUPAUEROVÁ, A., FRYDRYCH, J., CAGAŠ, B., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P. 2009. A comparison of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) on conventionally and reduced tilled alfalfa fields. *Workshop on animal biodiversity, Jevany. ČZU Praha Power Print*, 22–31. ISBN: 978-80-213-2031-4

BERRY, E. C., KARLEN, D. L. 1993. Comparison of alternative farming systems. II. Earthworm population density and species diversity. *American Journal of Alternative Agriculture*, 8, 21–26.

BERRY, N. A., WRATTEN, S. D., McERLICH, A., FRAMPTON, C. 1996. Abundance and diversity of beneficial arthropods in conventional and organic carrot crops in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24, 307–313.

BOOIJ, C. J. H., NOORLANDER, J. 1992. Farming systems and insect predators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40, 125–135.

BRENNAN, A., FORTUNE, T., BOLGER, T. 2006. Collembola abundances and assemblage structures in conventionally tilled and conservation tillage arable systems. *Pedobiologia*, 50 (2), 135–145.

BROOKS, D., BATER, J., JONES, H., SHAH, P. A. 1995. Invertebrate and Weed Seed Food-sources for Birds in Organic and Conventional Farming Systems. *BTO Report*, 154.

BROWN, R. W. 1999. Grass margins and earthworm activity in organic and integrated systems. *Aspects of Applied Biology*, 54, 207–210.

CARCAMO, H. A. 1995. Effect of tillage on ground beetles (Coleoptera: Carabidae): a farm-scale study in Central Alberta. *Canadian Entomologist*, 127/5, 631–639.

- CARCAMO, H. A., NIEMALA, J. K., SPENCE, J. R. 1995. Farming and ground Beetles – effects of agronomic practice on populations and community structure. *Canadian Entomologist*, 127, 123–140.
- CLARK, M. S. 1999. Ground beetle abundance and community composition in convectional and organic tomato systems of California's Central Valley. *Applied Soil Ecology*, 11, 199–206.
- CZARNECKI, A. J., PAPROCKI, R. 1997. An attempt to characterize complex properties of agroecosystems based on soil fauna, soil properties and farming system in the north of Poland. *Biological Agriculture & Horticulture*, 15, 11–23.
- DERRICK, J. W., DUMARESQ, D. C. 1999. Soil chemical properties under organic and conventional management in southern New South Wales. *Australian Journal of Soil Research*, 37, 1047–1055.
- DITTMER, S., SCHRADER, S. 2000. Longterm effects of soil compaction and tillage on Collembola and straw decomposition in arable soil. *Pedobiologia*, 44 (3-4), 527–538.
- DORAN, J. W. 1996. Soil health and Sustainability. *Advances in agronomy*, 14, 54.
- DRITSCHILO, W., WANNER, D. 1980. Ground beetle abundance in organic and convectional corn fields. *Environmental Entomology*, 9, 629–631.
- DUVIGNEAUD, P. 1988. *Ekologická syntéza*. Academia, Praha, 414 s.
- EICHHORN et al. 1991. Vyhodnocení systémů zpracování půdy, in KÖLLER, K., LINKE, Ch. (eds.), *Úspěch bez pluhu*, Vydavatelství ZT, Praha 2006, 192 s., 65–70. ISBN 80-872002-00-8
- EL TITI, A. 1990. Modellvorhaben Lautenbacher Hof., BVL – Verlag München, in KÖLLER, K., LINKE, Ch. (eds.), *Úspěch bez pluhu*, Vydavatelství ZT, Praha 2006, 192 s. ISBN 80-872002-00-8
- FAMĚRA, O. 1993. *Základy pěstování pšenice ozimé*, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 52 s., ISBN 80-7105-045-8
- FOISSNER, W. 1992. Comparative-studies on the soil life in ecofarmed and convectionally farmed fields and grasslands of Austria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40, 207–218.
- FREUDE, H. 1976. Carabidae, in: FREUDE, H., HARDE, K., LOHSE, G. A. (eds.), *Die Käfer Mitteleuropas*, Goercke & Evers Verlag, Krefeld, 1976, 304 s.
- FROUZ, J. 1999. Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74 (1–3), 167–186.
- GERHARDT, R. A. 1997. A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure. *Biological Agriculture & Horticulture*, 14, 139–157.

GLIESSMAN, S. R. 2000. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Lewis Publisher, 357 s.

HEPPERLY, P. R., DOUDS, D., SEIDEL, R. 2006. The Rodale Institute Farming Systems Trial 1981 to 2005: long-term analysis of organic and conventional maize and soybean cropping systems, in RAUPP, J., PEKRUN, C., OLTMANNS, M., KOPKE, U. (eds.), Long-term Field Experiments in Organic Farming, 15–31, International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Bonn, Germany.

HOKKANEN, H., HOLOPAINEN, J. K. 1986. Carabid species and activity densities in biologically and conventionally managed cabbage fields. *Journal of Applied Entomology*, 102, 353–363.

HOLE, D. G., PERKINNS, A. J., WILSON, J. D., ALEXANDER, I. H., GRICE P. V., EVANS, A. D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity?, *Biological Conservation*, 122, s. 113–130.

HOLLAND, J. M., LUFF, M. L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5 (2), 109–129.

HŮLA, J. 1999. Půdochranné technologie zakládání porostů plodin, ÚZPI, Praha, 46 s. ISBN 80-7271-060-5

HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. 2008. Minimalizace zpracování půdy, Vydavatelství Profi Press, s.r.o., Praha, 246 s. ISBN 978-80-86726-28-1

HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. 1997. Zpracování půdy, Nakladatelství Brázda, Praha, 140 s. ISBN 80-209-0265-1

HŮRKA, K. 1992. Střevlíkovití (Carabidae) I. Academia, Praha, 192 s.

HŮRKA, K. 1996. Carabidae České a Slovenské republiky, PRINT CENTRUM, a.s., Zlín, 565 s. ISBN 80-901466-2-7

HUTTON, S. A., GILLER, P. S. 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 40, 994–1007.

IRMLER, U. 2003 The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany and their value as ecological indicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98, 141–151.

JAVŮREK, M. 1998. Půdochranné systémy s využitím mulče při pěstování pšenice ozimé a sóji, in KUSÁ, H., RŮŽEK, P. (eds.), Využití různých způsobů zpracování půdy při pěstování rostlin, VŮRV, Praha, 79 s., 41–46, ISBN 80-236-2715-4

KLADIVKO, E. J. 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil & Tillage Research*, 61 (1–2), 61–76.

KOLEKTIV. 1995. Akademický slovník cizích slov, Academia, Praha, ISBN 80-200-0497-1

- SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2005. Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy, Scientia, Praha, 261 s. ISBN 80-7183-331-2
- KÖLLER, K., LINKE, Ch. 2006. Úspěch bez pluhu, Vydavatelství ZT, Praha, 192 s. ISBN 80-872002-00-8
- KOUŘILOVÁ, J. 2007. Multifunkční ekologické a konvenční zemědělství se zřetelem na podhorské a horské oblasti, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 108 s. ISBN 978-80-7394-012-6
- KROMP, B. 1989. Carabid beetle communities (Carabidae, Coleoptera) in biologically and conventionally farmed agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27, 241–251.
- KROMP, B. 1990. Carabid beetles (Carabidae, Coleoptera) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potatoes fields. *Biology and Fertility of Soils*, 9, 182–187.
- KROMP, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74 (1/3), 187–228.
- KROOSS, S., SCHAEFER, M. 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera, Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 69, 121–133.
- KULT, K. 1947. Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky. *Entomologické příručky č. 20*, Československá společnost entomologická, Praha, 198 s.
- LETOURNEAU, D. K., GOLDSTEIN, B. 2001. Pest damage and arthropods community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *Journal of Applied Ecology*, 38, 557–570.
- LIEBIG, M. A., DORAN, J. W. 1999. Impact of organic production practices on soil quality indicators. *Journal of Environment Quality*, 28, 1601–1609.
- LIETTI, M., GAMUNDI, J. C., MONTERO, G., MOLINARI, A., BULACIO, V. 2008. Effect of two tillage systems on the abundance of soil-dwelling arthropods. *Ecologia Austral.*, 18 (1), 71–87.
- MENALLED, F. D., SMITH, R. G., DAUER, J. T., FOX T. B. 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118 (1–4), 49–54.
- MIŠTINA T., KOVÁČ, K. 1993. Ochranné obrábanie pôdy, VÚR, Piešťany, 166 s. ISBN 80-7137-125-4
- MOREBY, S. J. 1996. The effects of organic and conventional farming methods on plant bug densities (Hemiptera: Heteroptera) within winter wheat fields. *Annals of Applied Biology*, 128, 415–421.

MOREBY, S. J., AEBISCHER, N. J., SOUTHWAY, S. E., SOTHERTON, N. W. 1994. A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter-wheat in southern England. *Annals of Applied Biology*, 125, 13–27.

MUELLER, J. P., TU, C., LOUWS, F. J., CREAMER, N. G., BROWNIE, C., FAGER, K., BELL, M., HU, S. 2006. Responses of soil microbial biomass and N availability to transition strategies from conventional to organic farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113 (1–4), 206–215.

Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 ze dne 28. června 2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91o ekologickém zemědělství. Dostupné také z [www](http://www.biokont.cz/images/z242nr834nk889-710_web1.pdf):
<http://www.biokont.cz/images/z242nr834nk889-710_web1.pdf>

NUUTINEN, V., HAUKKA, J. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suitia 7. Earthworms. *Journal of Agricultural Science in Finland*, 62, 357–367.

O'SULLIVAN, C. M., GORMALLY, M. J. 2002. A comparison of ground beetle (Carabidae: Coleoptera) communities in an organic and conventional potato crop. *Biological Agriculture & Horticulture*, 20, 99–110.

PAOLETTI, M.G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 137–155.

PETR, J. 2009. Výsledky patnácti let výzkumu v EZ. *Zemědělec*, 47, 32–33.

PETR, J., DLOUHÝ, J., BAIER, J., FÍDLER, J., CHALUPNÝ, V., SUŠKEVIČ, M. 1992. *Ekologické zemědělství, Zemědělské nakladatelství brázda*, Praha, 305 s. ISBN 80-209-0233-3

PFIFFNER, L., LUKA, H. 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*, 4, 117–127.

PFIFFNER, L., MADER, P. 1997. Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture & Horticulture*, 15, 3–10.

PFIFFNER, L., NIGGLI, U. 1996. Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Carabidae, Coleoptera) and other epigeal in winter wheat. *Biological Agriculture & Horticulture*, 12, 353–364.

PULKRÁBEK, J., CAPOUCHOVÁ, I., HAMOUZ, K. 2003. *Speciální fyto technika, ČZU v Praze*, 190 s. ISBN 80-213-1020-0

REDDERSEN, J. 1997. The arthropod fauna of organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Biological Agriculture & Horticulture*, 15, 61–71.

SCHIER, A. 2006. Field study on the occurrence of ground beetles and spiders in genetically modified, herbicide tolerant corn in conventional and conservation tillage systems. *Journal of Plant Diseases & Protection*, (Sp. Iss. 20), 101–113.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1988. Tactis, strategies and templets. *Oikos*, 52, 3–18.

- SUŠKEVIČ, M. 1997. Půdochranné technologie na postupu, *Úroda*, Praha, 45/7, 7.
- SVATOŠ, M. 2001. *Ekonomika agrárního sektoru*, ČZU v Praze, 173 s.
- ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U. 2008. *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*, Univerzita Palackého v Olomouci, 271 s. ISBN 978-80-244-1885-8
- ŠARAPATKA, B., URBAN, J., ČÍŽKOVÁ, S., DUKÁT, V., HEJDUK, S. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*, PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk, 502 s. ISBN 978-80-903583-0-0
- ŠIMON, J., LHOTSKÝ, J., BAMBÁSEK, Z. 1989. *Zpracování a zúrodnování půd*, SZN, Praha, 318 s. ISBN 80-209-0048-9
- ŠIMON, J., ŠKODA, V., HŮLA, J. 1999. *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*, Agrospoj, Praha, 78 s.
- ŠKODA, V. 1997. *Půda a její zpracování*, *Úroda*, Praha, 45/1, 12 –13.
- ŠKODA, V., CHOLENSKÝ, J. 1993. *Konvenční a perspektivní způsoby zpracování a kultivace půdy*, Institut výchovy a vzdělávání MZe, Praha, 64 s. ISBN 80-7105-048-2
- ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol. 1999. *Základy rostlinné produkce*. Agronomická fakulta ČZU v Praze. 153 s. ISBN 80-213-0564-9
- TEBRÜGGE, F. 1991. *Ochranné obdělávání půdy z hlediska ochrany půdy*, in KÖLLER, K., LINKE, Ch. (eds.), *Úspěch bez pluhu*, Vydavatelství ZT, Praha 2006, 192 s. ISBN 80-872002-00-8
- TICHÁ, M. 2008. *Ekologické zemědělství v kostce*, Ministerstvo zemědělství, Praha. 27 s. ISBN 978-80-7084-716-9
- VRÁBLÍKOVÁ, J., SEJÁK, J., DEJMAL, I., NERUDA, M. 2007. *Možnosti trvale udržitelného hospodaření v antropogenně postižené krajině*, UJEP v Ústí nad Labem. 123 s. ISBN 978-80-7044-935-6
- WEIBULL, A. C., OSTMAN, O., GRANQVIST, A. 2003. *Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management*. *Biodiversity and Conservation*, 12, 1335–1355.
- YEATES, G. W., BARDGETT, R. D., COOK, R., HOBBS, P.J., BOWLING, P. J., POTTER, J. F. 1997. *Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes*. *Journal of Applied Ecology*, 34, 453–470.
- YOUNIE, D., ARMSTRONG, G. 1995. *Botanical and invertebrate diversity in organic and intensively fertilised grassland*, in: ISART, J., LLERENA, J. J. *Proceedings of the First ENOF Workshop – Biodiversity and Land Use: The role of Organic Farming*. Multitext, Barcelona, 35–44.
- ZAHRADNÍČEK, J. 2002. *Minimalizační technologie se zřetelem na kvalitu půdy a cukrovku*. *Agro magazín*, 3/8, 37–40.

Samostatné přílohy

Příloha č. 1: Vyhodnocení vzorků metodou morfospecies

Tabulka č. 1: Vzorek č. 1 z prvního odběru z konvenčního pozemku (K 1.1)

Označení vzorku	Doba umístění	Rod	Čeleď	Morfospecies	Počet
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Araneae	Fam?	žlutý zadeček, žluté nohy	4
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Araneae	Fam?	větší, žlutooranžové pruhy, hlavně na nohách	8
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Araneae	Fam?	drobný černý, oranžové nohy	1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Staphylinidae	drabčik	51
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Nitidulidae?	černý 4 žluté skvrny	20
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Curculionidae	3 druhy	4
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Fam?	hnědý-černý, výrazné články	7
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Fam?	hnědý malý, vejčitý tv.	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Carabidae		2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Carabidae		2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Carabidae		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Carabidae		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Carabidae		1

K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Chrysomelidae	štítonoš	1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Chrysomelidae	blýskáček	1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Cryptophagidae		3
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Cryptophagidae		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Fam?	kulatý	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Fam?		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Coleoptera	Fam?		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Collembola	Fam?	světlý velký	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Collembola	Fam?	tmavý malý	1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diplopoda			2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Chloropidae	4 druhy	5
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Sphaeroceridae	2 druhy	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Cecidomyiidae	bejlomorky tmavé malé	4
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Cecidomyiidae	bejlomorky světlé velké	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Sciaridae	4 druhy	11
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Phoridae	Metopina	7
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Phoridae		7

K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Chloropidae	4 druhy	5
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Diptera	Sphaeroceridae	2 druhy	2
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Heteroptera	Nabidae		1
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Hymenoptera	Hymenoptera	Formicidae	6
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Hymenoptera	Chalcidoidea	3 druhy	3
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Hymenoptera	Ichenumonoidea	2 druhy	3
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Thysanoptera	Thysanoptera	Aeolothripidae	6
K 1.1	30. 4. – 23. 5. 2009	Thysanoptera	Thysanoptera	tmavé pruhované tělo	3

Tabulka č. 2: Vzorek č. 1 z druhého odběru z ekologického pozemku (E 1.2)

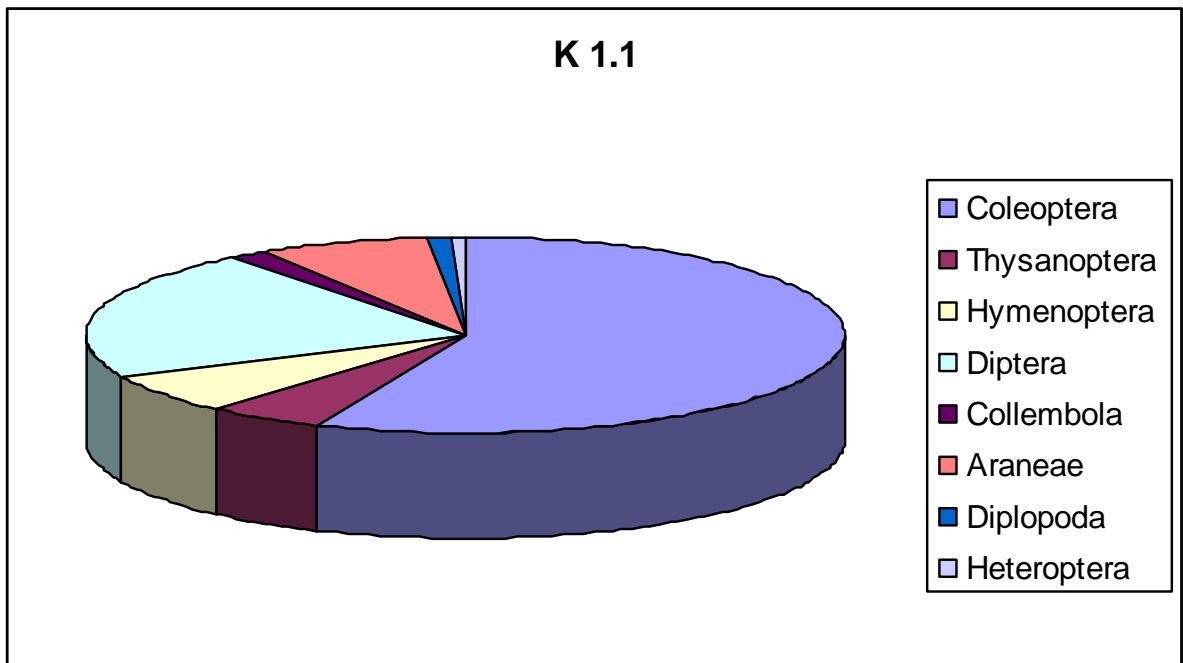
Označení vzorku	Doba umístění	Rod	Čeleď	Morfospecies	Počet
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Araneae	Fam?	žlutý zadeček, žluté nohy	3
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Araneae	Fam?	větší, žlutooranžové pruhy, hlavně na nohách	5
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Araneae	Fam?	menší, světlý zadeček a nohy	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Araneae	Fam?	juvenilní	77
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Araneae	Fam?	kokon	3
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Staphylinidae	drabčik	60
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Nitidulidae?	černý 4 žluté skvrny	53
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Coccinellidae	slunéčka - žlutá, černé tečky	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Curculionidae	nosatec	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Fam?	hnědý-černý, výrazné články	100
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Fam?	hnědý malý, vejčitý tv.	4
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Chrysomelidae	blýskáček	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Carabidae	zelené krovky, oranž. hruď a nohy	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Carabidae	zlatý drobný	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Carabidae	drobný leskle zelený	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Carabidae	velký tmavý, výrazné	1

	6. 2009			kleště	
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Coccinellidae	larva	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Fam?	larva	10
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Coleoptera	Chrysomelidae		1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Collembola	Fam?	velký světlý	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Collembola	Fam?	velký tmavý	27
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Collembola	Fam?	tmavý malý, kulatý	13
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Collembola	Fam?	drobný žlutý	10
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Chloropidae	4 druhy	7
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Sphaeroceridae		25
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Hybotidae	Platipalpus	7
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Cecidomyiidae	bejlomorky, 2 druhy	97
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Opomizidae	Opmiza florum	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Anthomyiidae	květilky, 2 druhy	7
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Phoridae		65
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Sciaridae		40
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diptera	Sepsidae	kmitalkovití	13
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Diplopoda			2

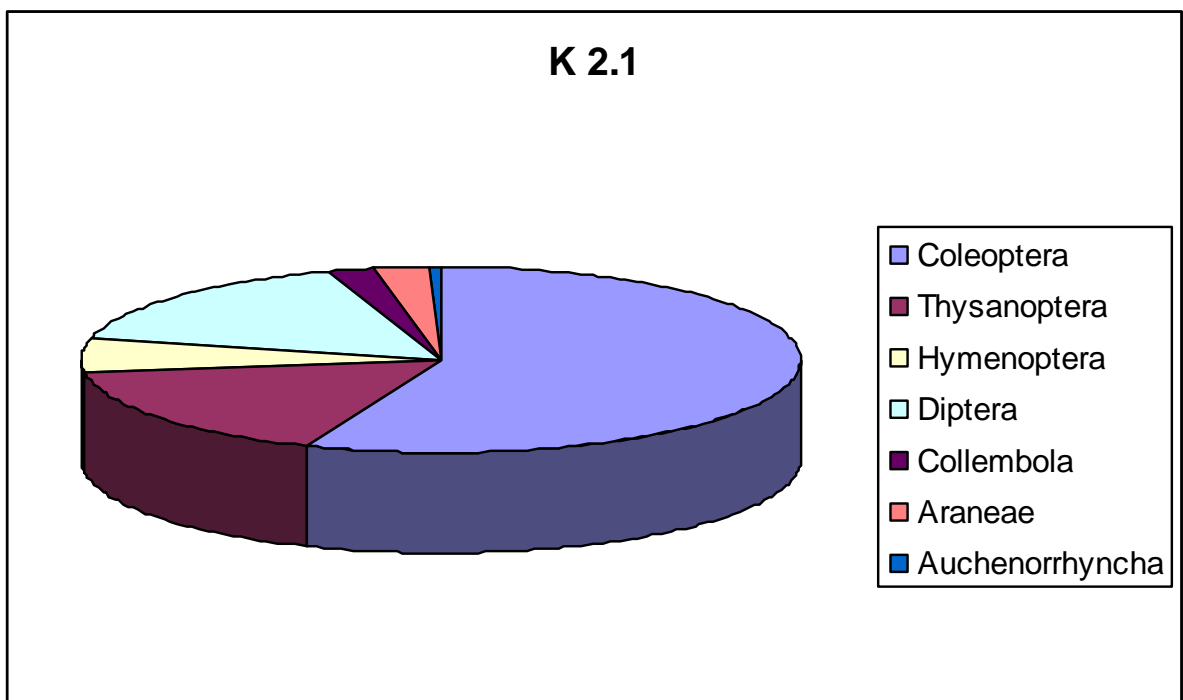
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Hymenoptera	Chalcidoidea		22
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Hymenoptera	Ichenumonoidea	2+	13
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Hymenoptera	Cynipidae		16
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Sternorrhyncha			95
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Sternorrhyncha		mera	1
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Thysanoptera	Thysanoptera	Aeolothripidae	6
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Thysanoptera	Thysanoptera	tmavé pruhované tělo	112
E 1.2	23. 5. – 28. 6. 2009	Thysanoptera	Thysanoptera	žluté	182

Příloha č. 2: Zastoupení jednotlivých skupin členovců ve vzorcích

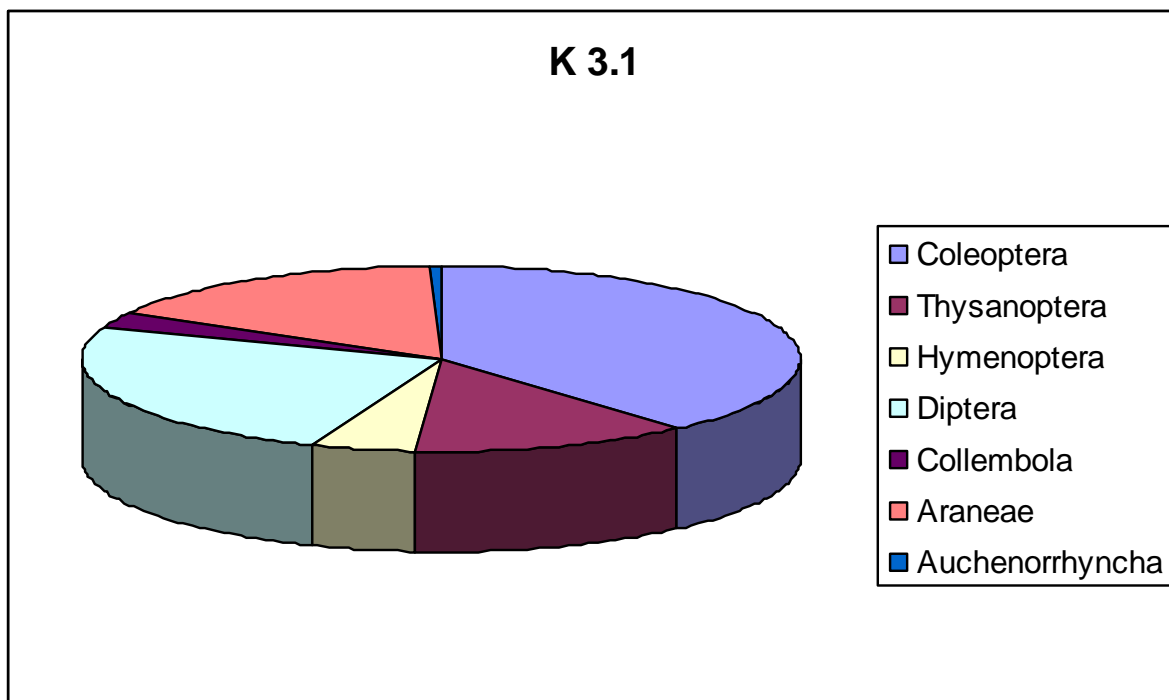
Graf č. 1: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 1 z prvního odběru z konvenčního pozemku (K 1.1)



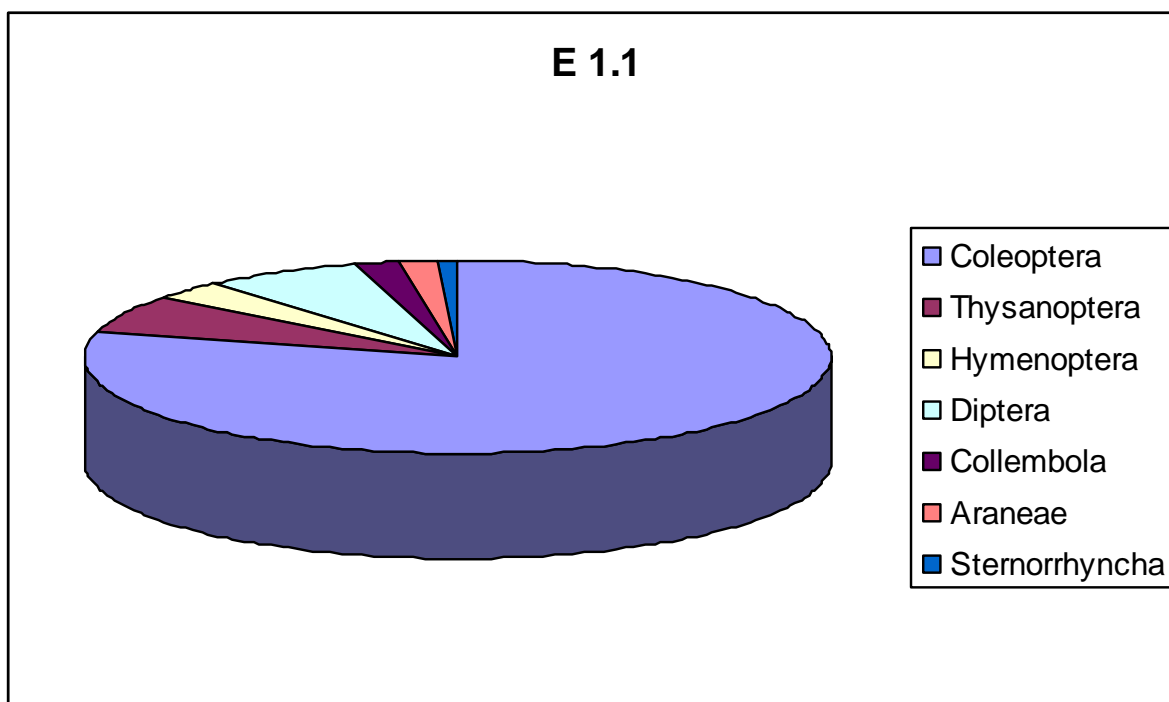
Graf č. 2: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 2 z prvního odběru z konvenčního pozemku (K 2.1)



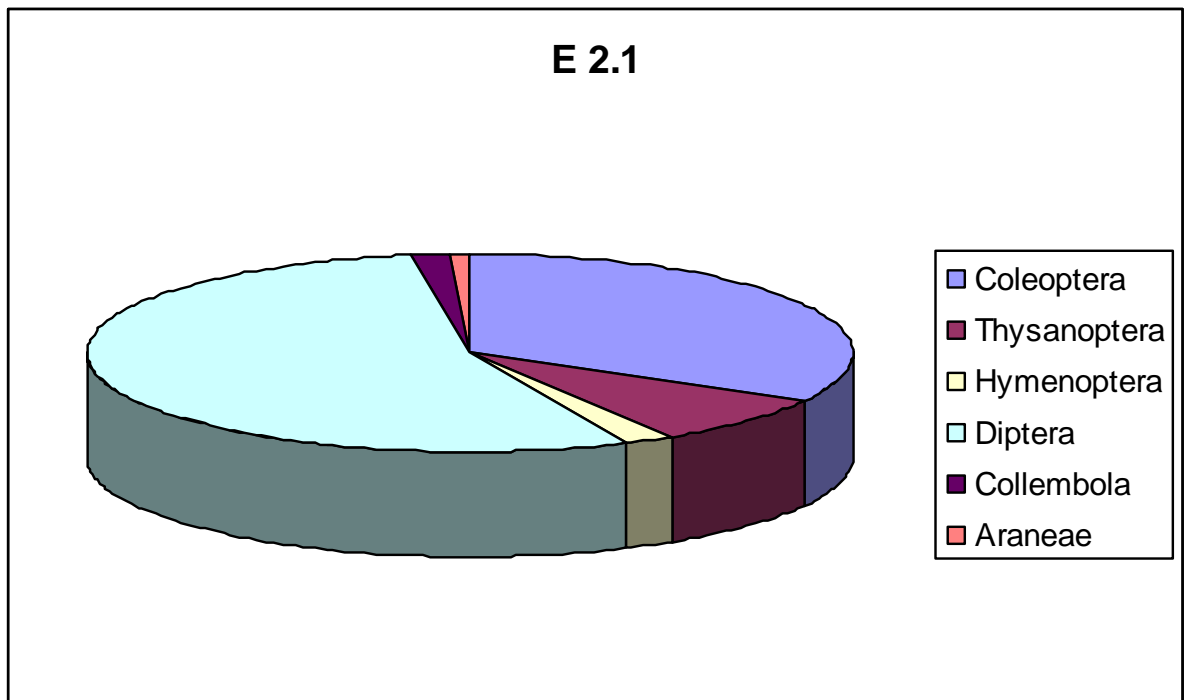
Graf č. 3: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 3 z prvního odběru z konvenčního pozemku (K 3.1)



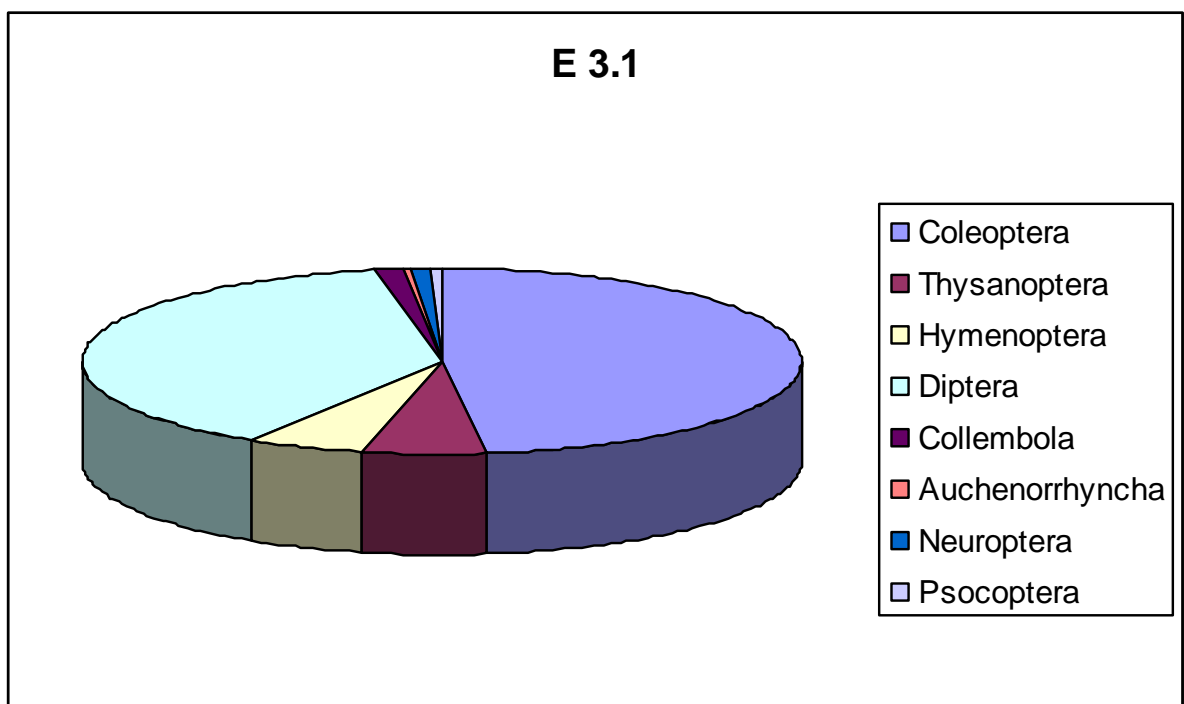
Graf č. 4: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 1 z prvního odběru z ekologického pozemku (E 1.1)



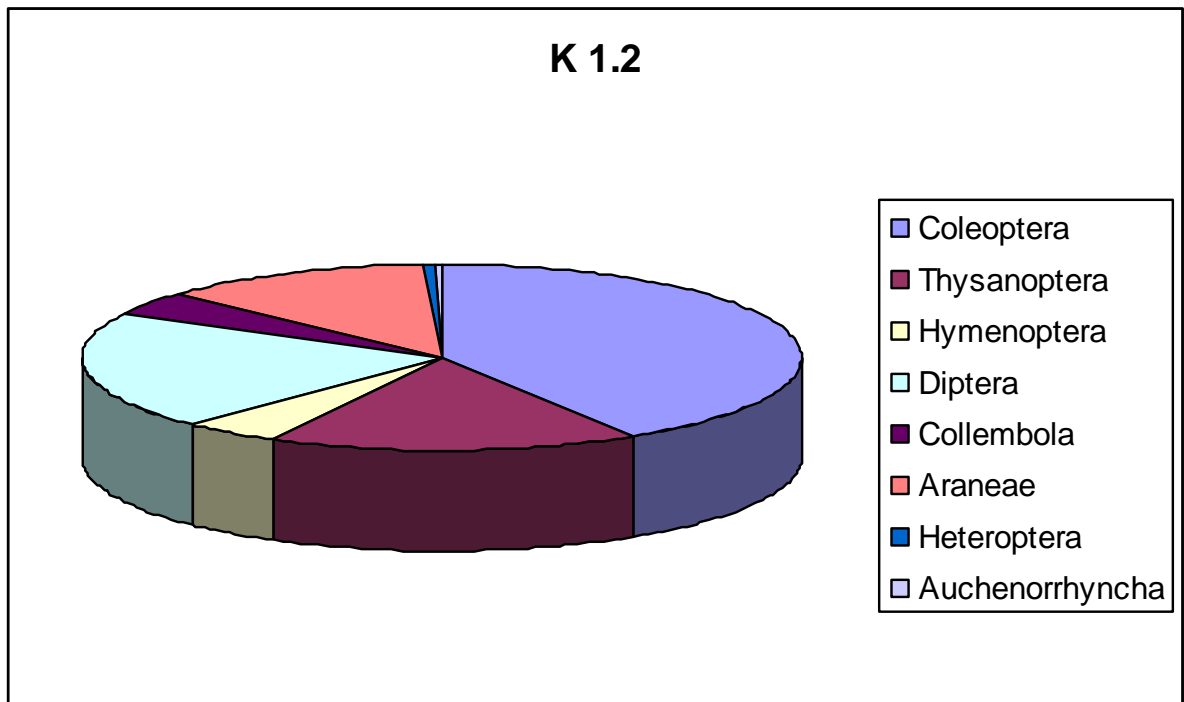
Graf č. 5: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 2 z prvního odběru z ekologického pozemku (E 2.1)



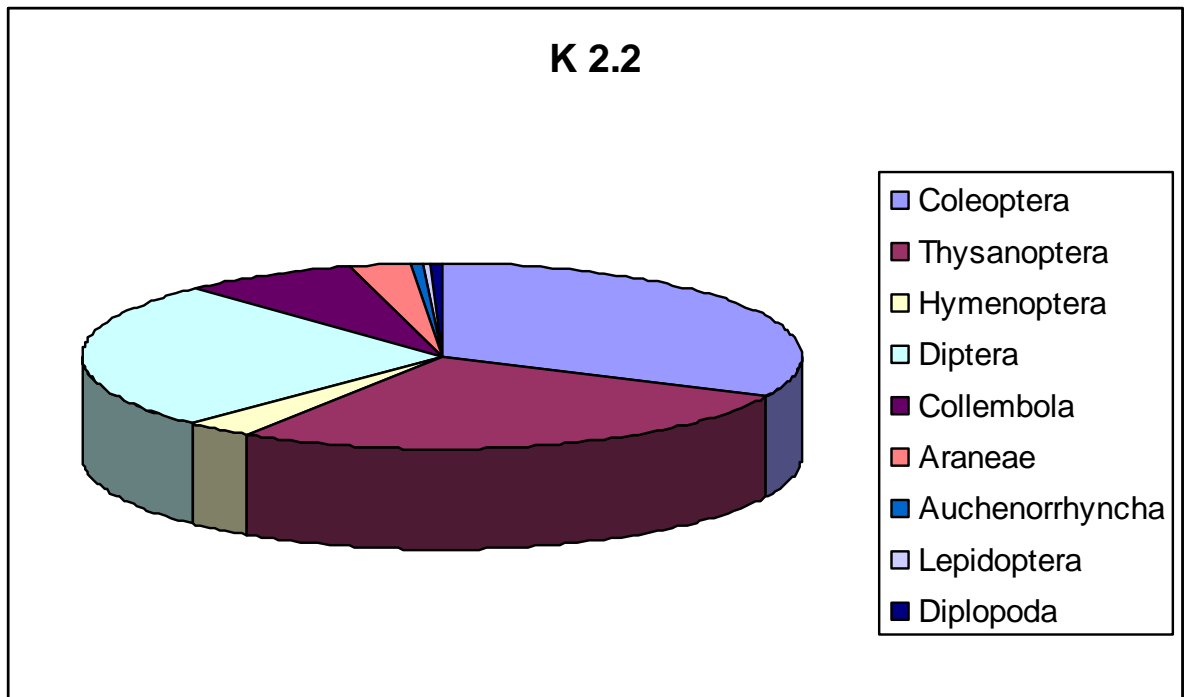
Graf č. 6: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 3 z prvního odběru z ekologického pozemku (E 3.1)



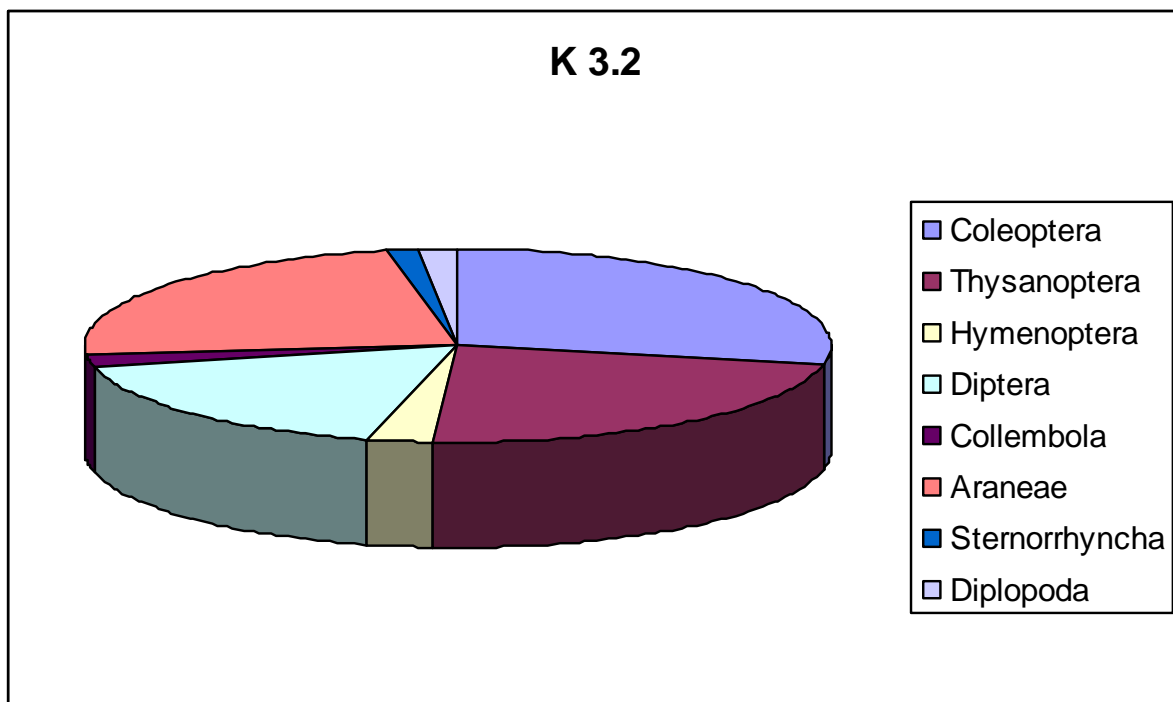
Graf č. 7: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 1 ze druhého odběru z konvenčního pozemku (K 1.2)



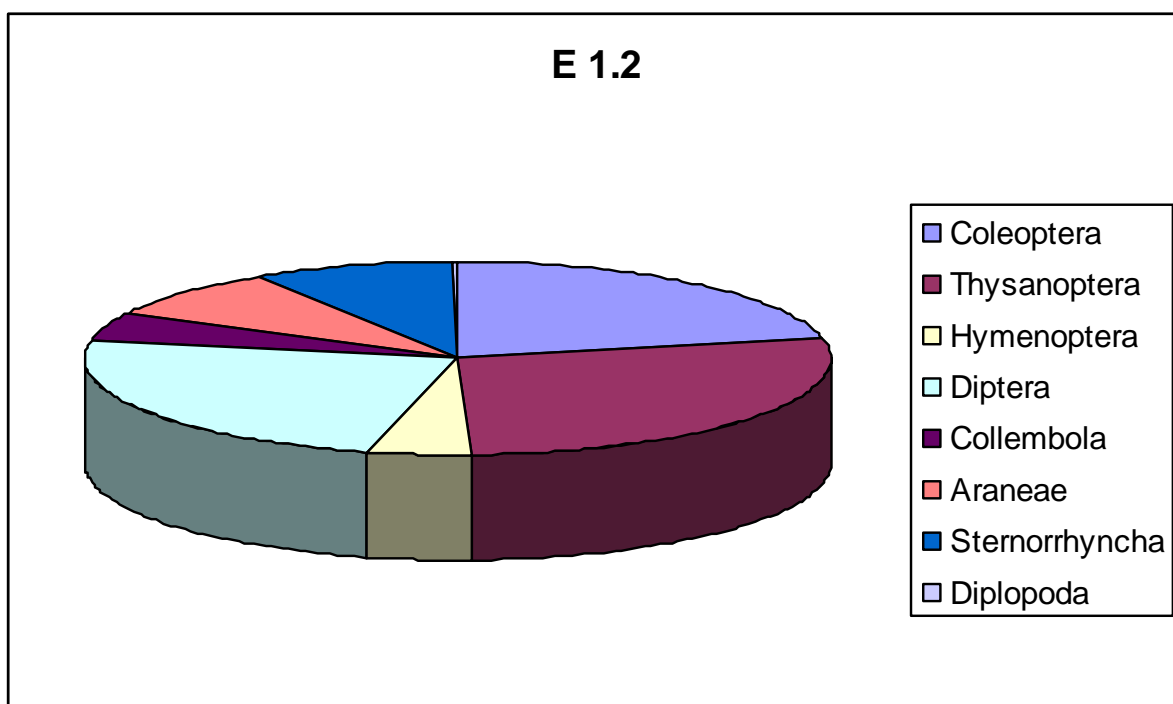
Graf č. 8: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 2 ze druhého odběru z konvenčního pozemku (K 2.2)



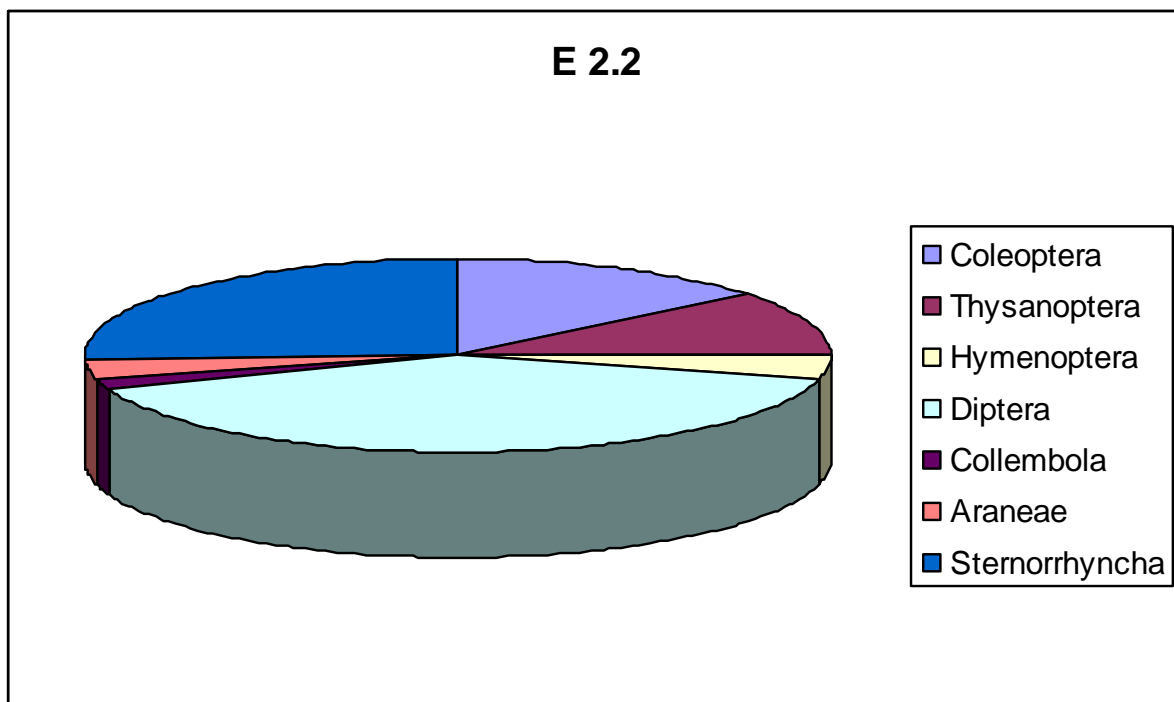
Graf č. 9: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 3 ze druhého odběru z konvenčního pozemku (K 3.2)



Graf č. 10: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 1 ze druhého odběru z ekologického pozemku (E 1.2)

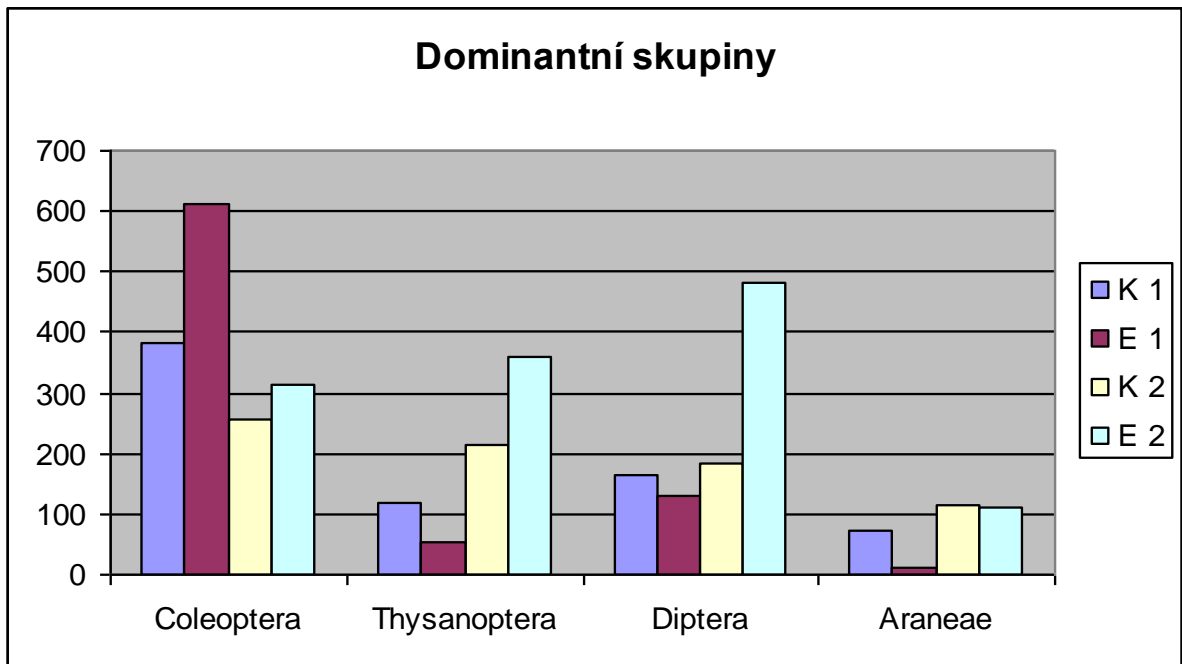


Graf č. 11: Zastoupení skupin členovců ve vzorku č. 2 ze druhého odběru z ekologického pozemku (E 2.2)

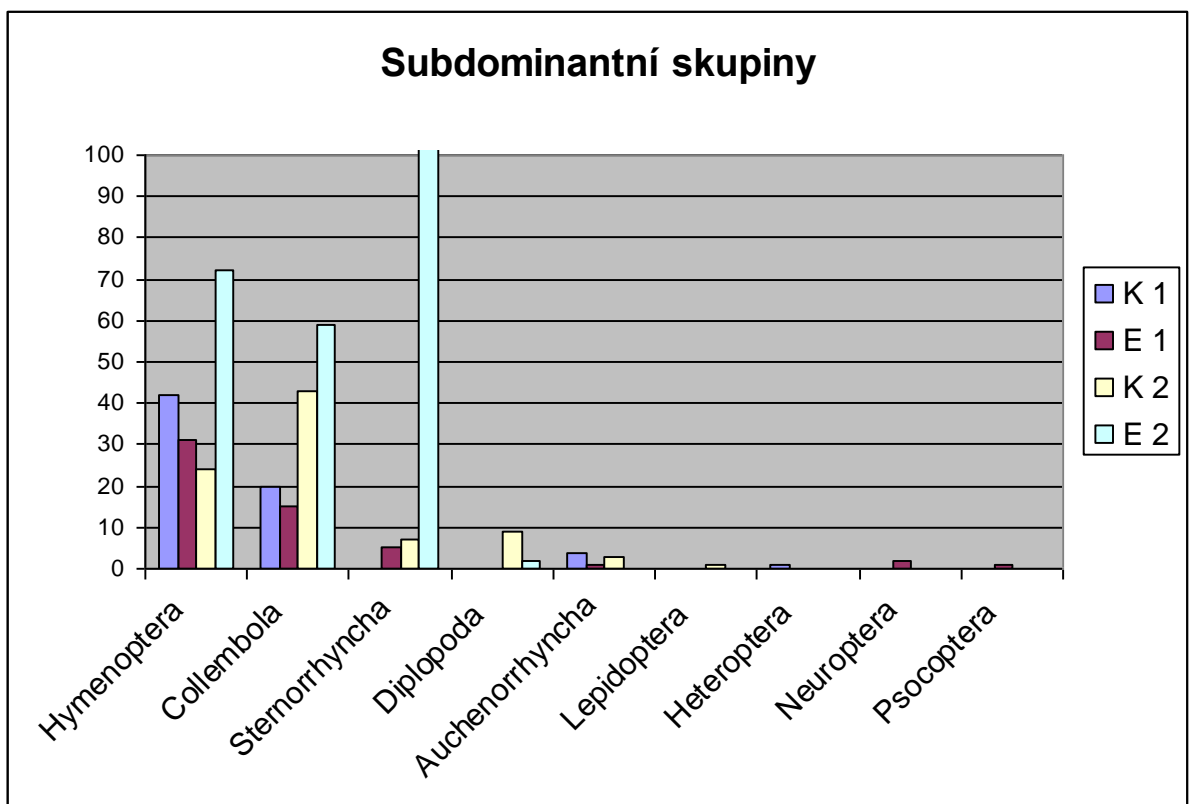


Příloha č. 3: Počty jedinců dominantních a subdominantních skupin

Graf č. 12: Dominantní skupiny členovců



Graf č. 13: Subdominantní skupiny členovců

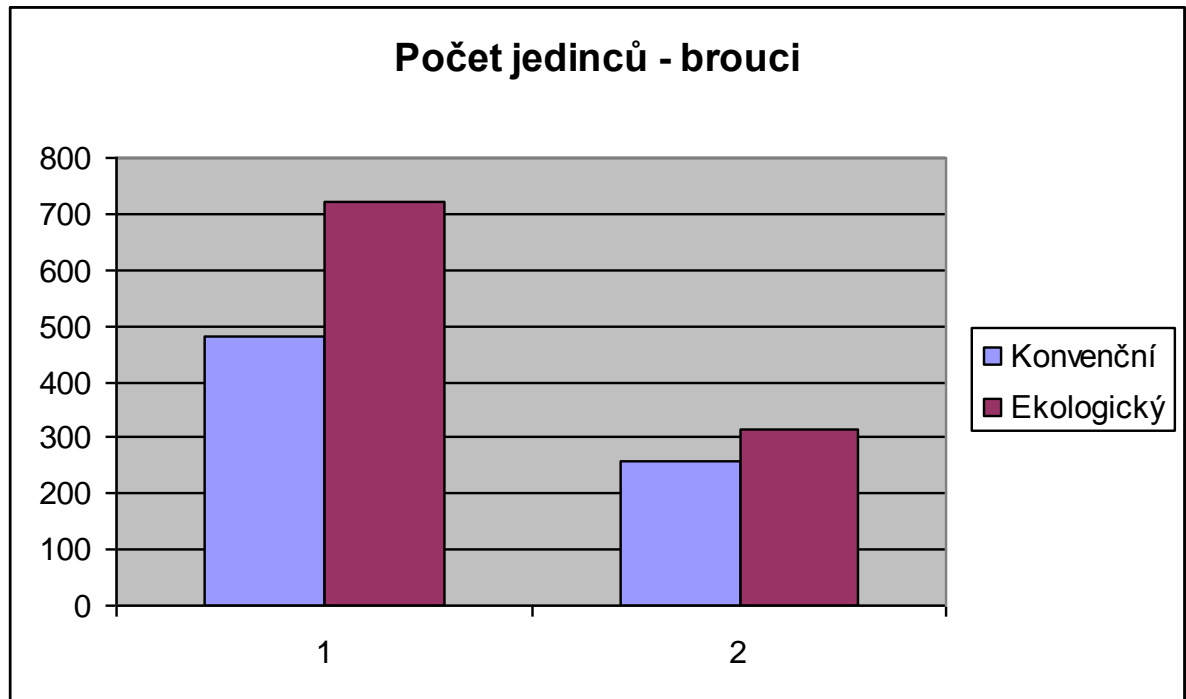


K1 = první odběr z konvenčního pozemku E1 = první odběr z ekopozemku

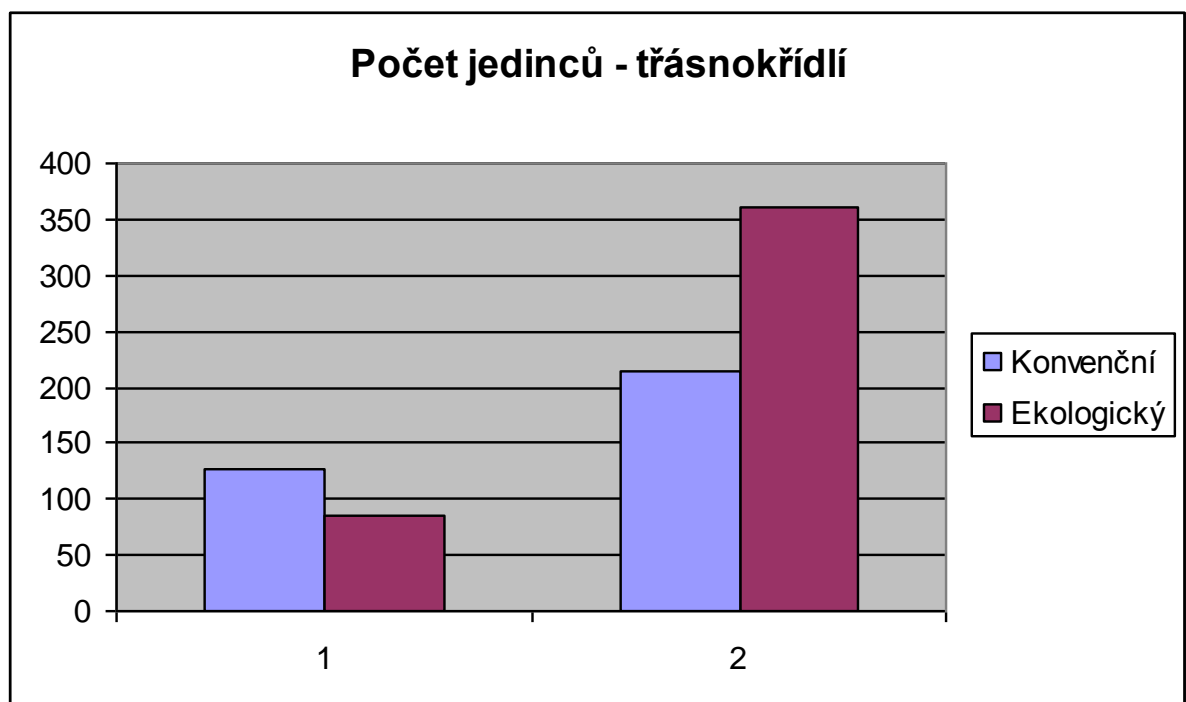
K2 = druhý odběr z konvenčního pozemku E2 = druhý odběr z ekopozemku

Příloha č. 4: Celkové počty jedinců vybraných skupin podle jednotlivých odběrů

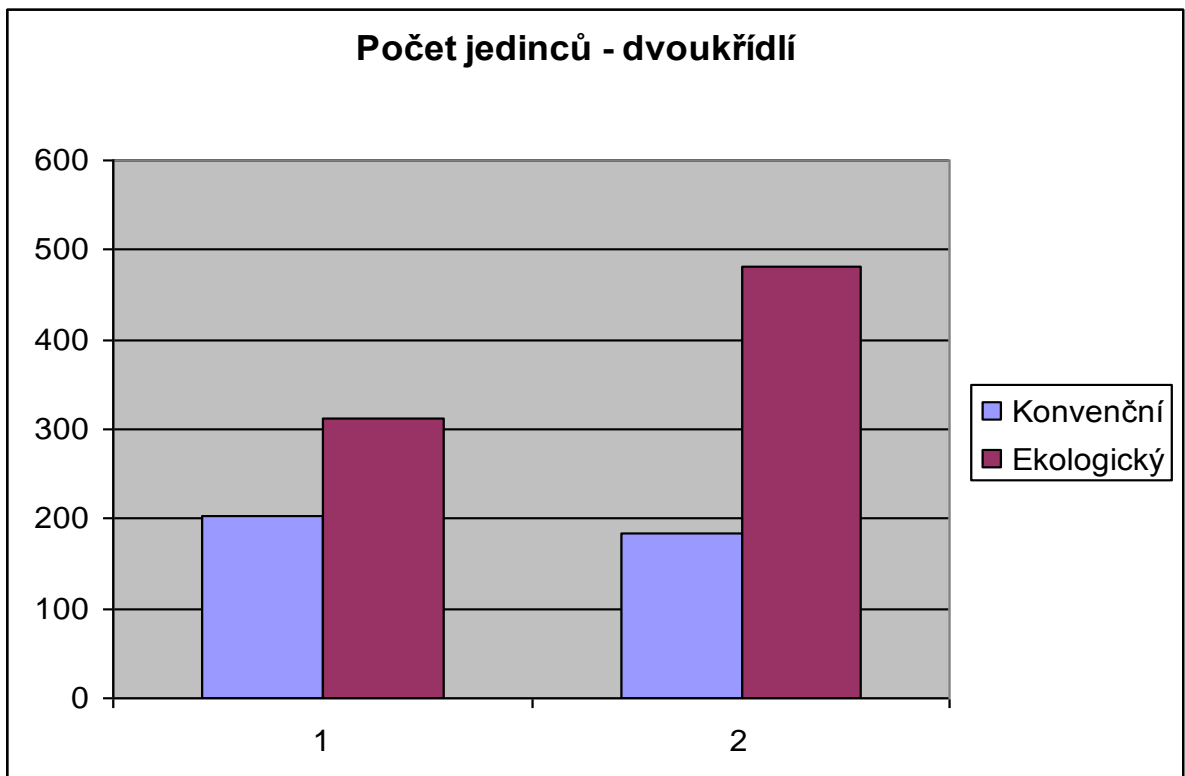
Graf č. 14: Počet jedinců – brouci, podle jednotlivých odběrů



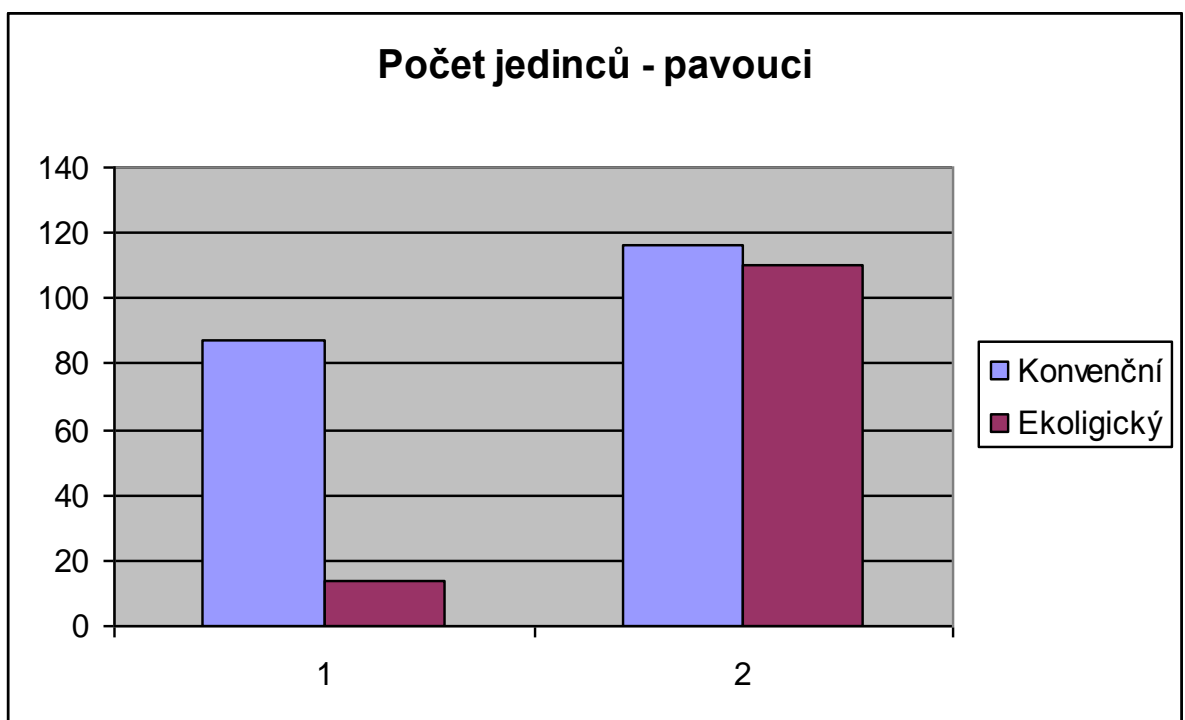
Graf č. 15: Počet jedinců – třásnokřídlí, podle jednotlivých odběrů



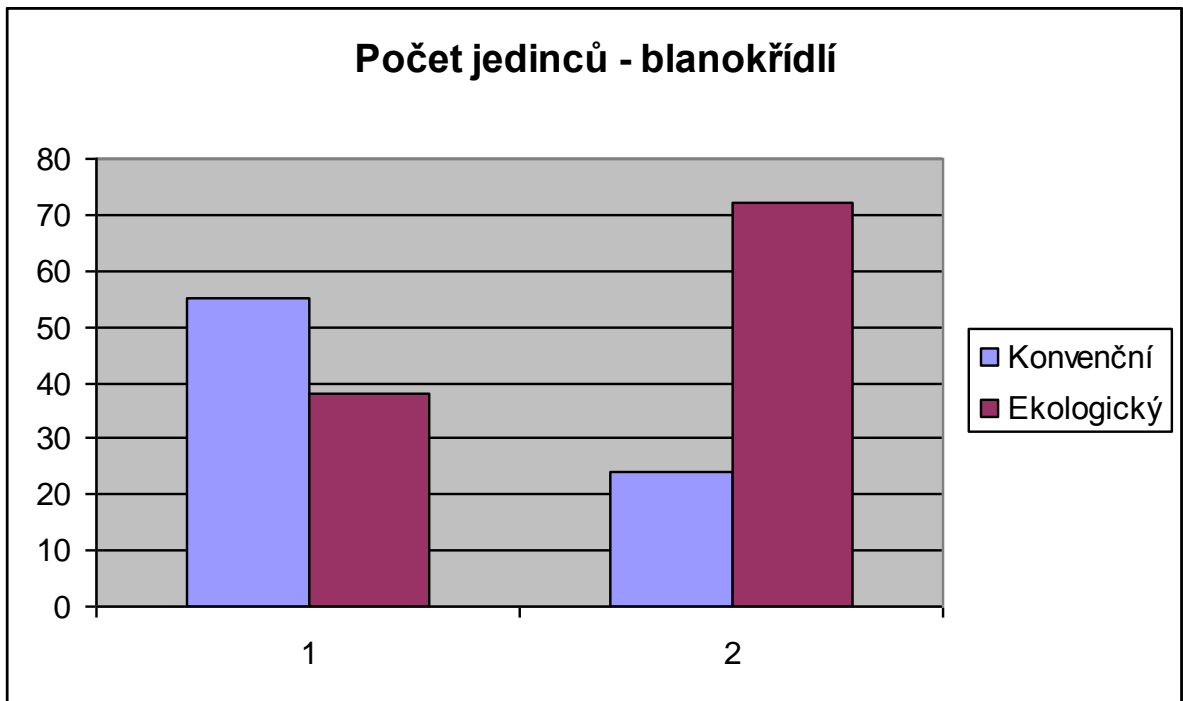
Graf č. 16: Počet jedinců – dvoukřídlí, podle jednotlivých odběrů



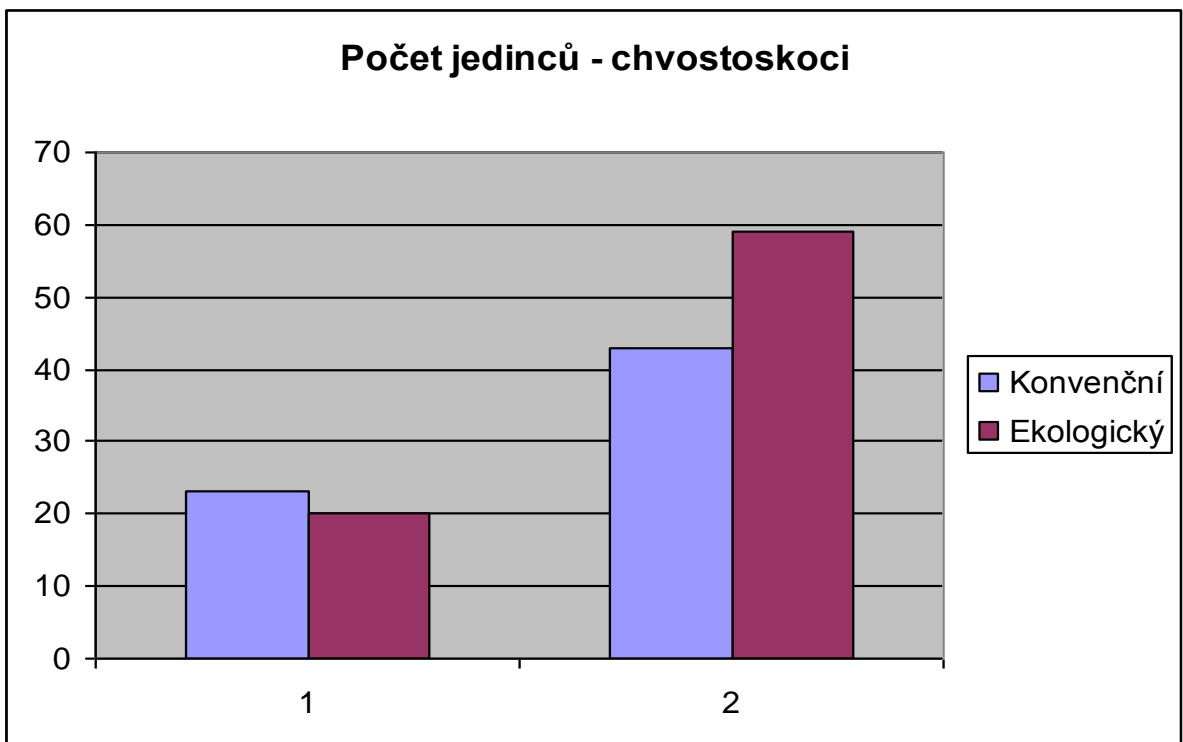
Graf č. 17: Počet jedinců – pavouci, podle jednotlivých odběrů



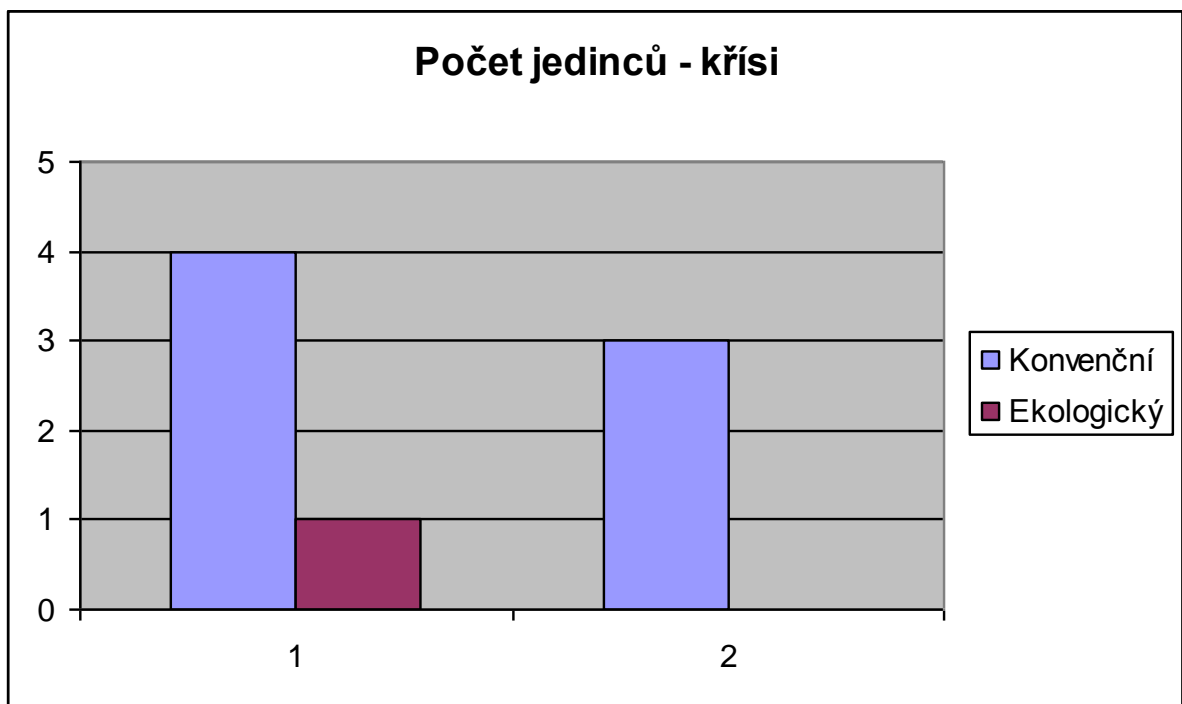
Graf č. 18: Počet jedinců – blanokřídílí, podle jednotlivých odběrů



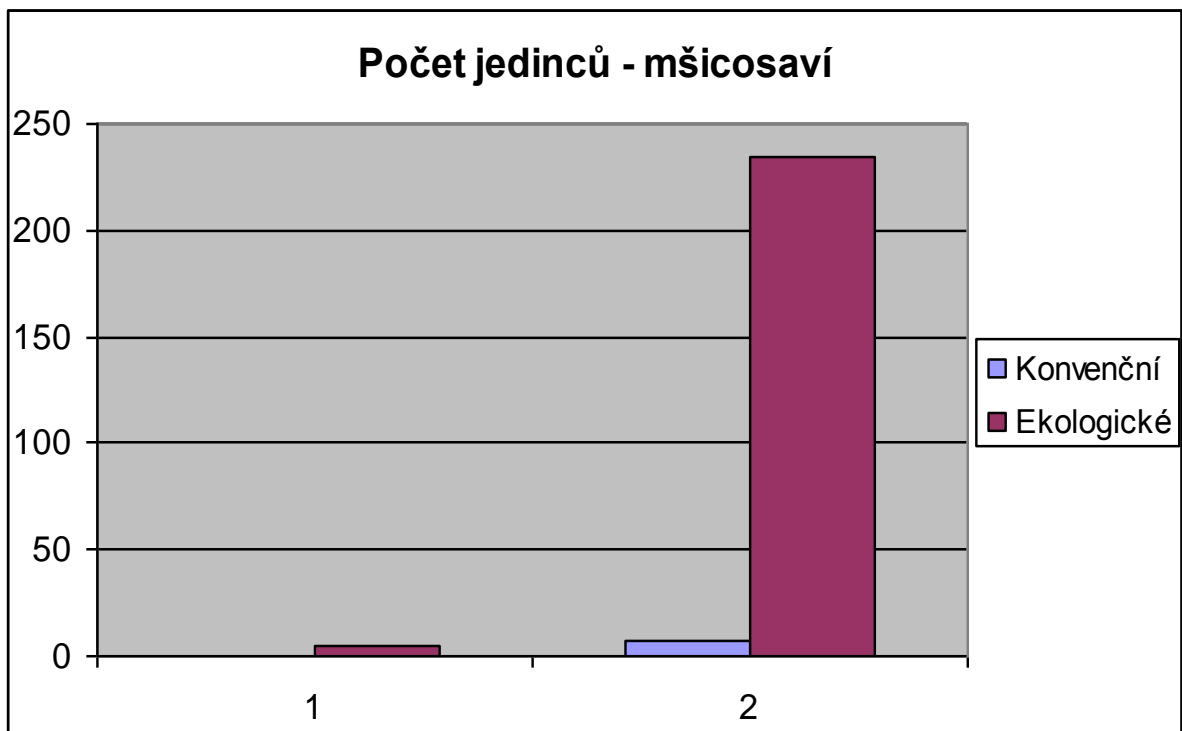
Graf č. 19: Počet jedinců – chvostokoci, podle jednotlivých odběrů



Graf č. 20: Počet jedinců – křísi, podle jednotlivých odběrů

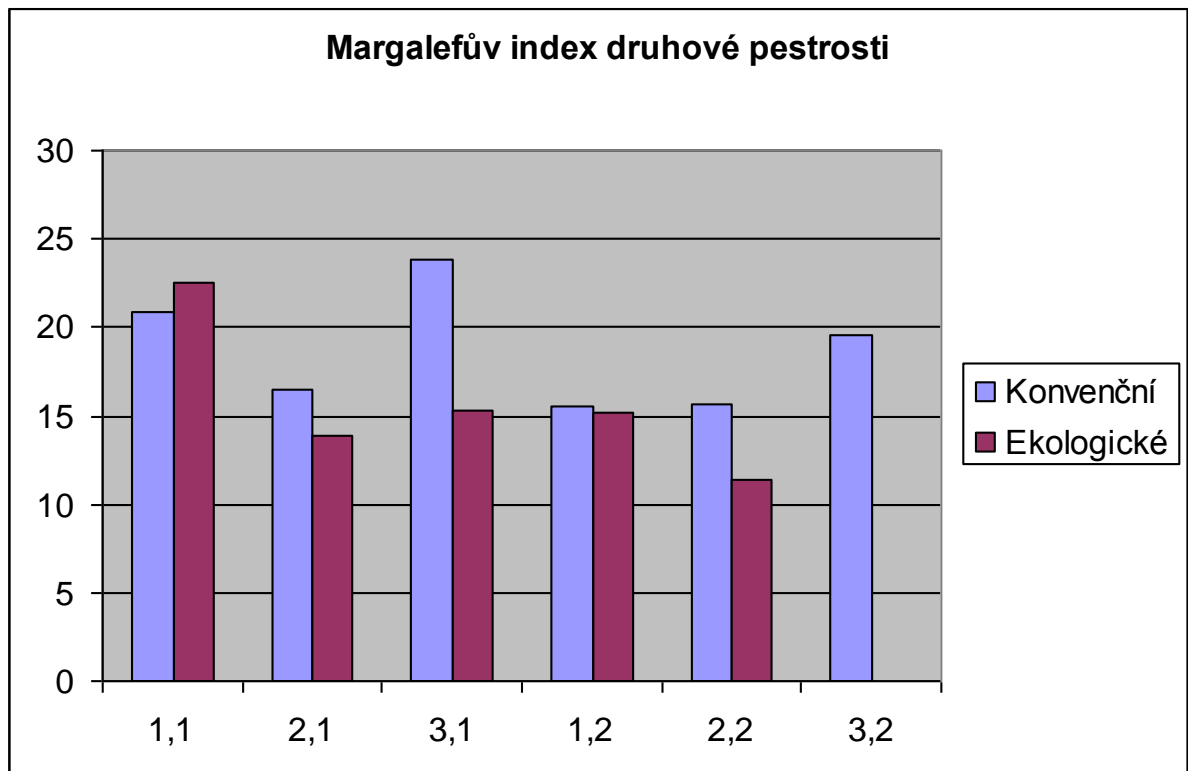


Graf č. 21: Počet jedinců – mšicosaví, podle jednotlivých odběrů



Příloha č. 5: Margalefův index druhové pestrosti podle jednotlivých vzorků

Graf č. 22: Margalefův index druhové pestrosti



1,1 = První vzorek prvního odběru

1,2 = První vzorek druhého odběru

2,1 = Druhý vzorek prvního odběru

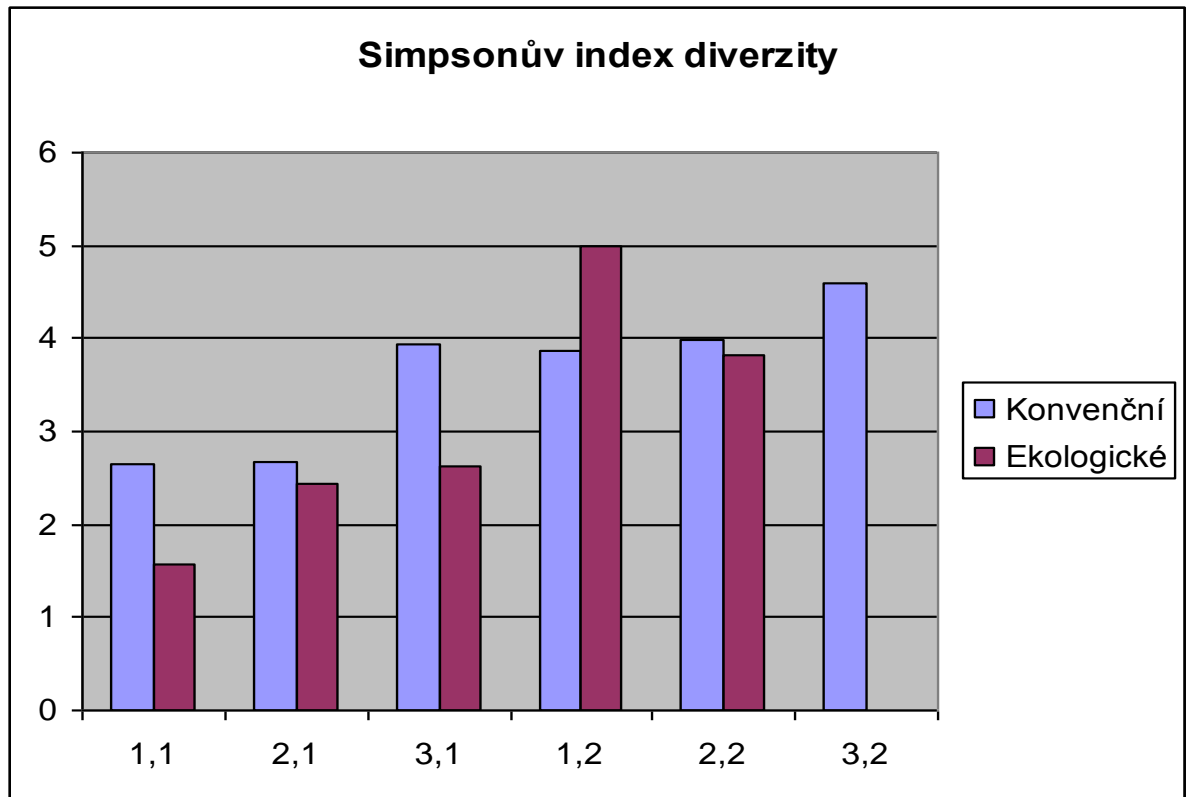
2,2 = Druhý vzorek druhého odběru

3,1 = Třetí vzorek prvního odběru

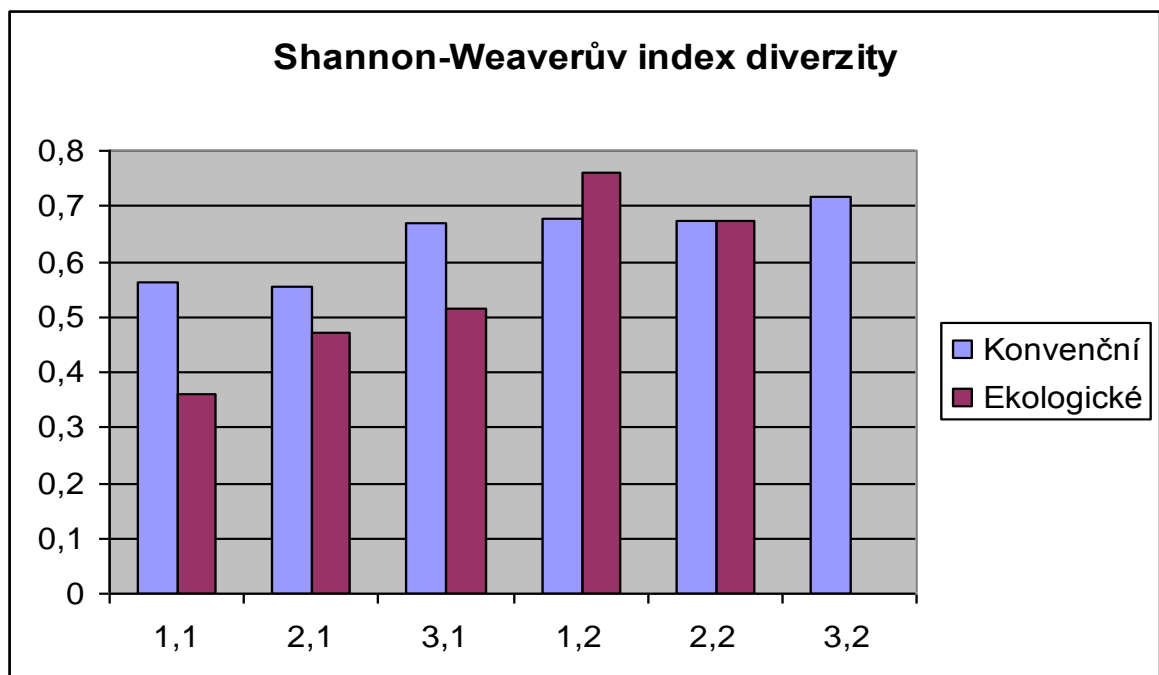
3,2 = Třetí vzorek druhého odběru

Příloha č. 6: Indexy diverzity a indexy vyrovnanosti podle jednotlivých vzorků

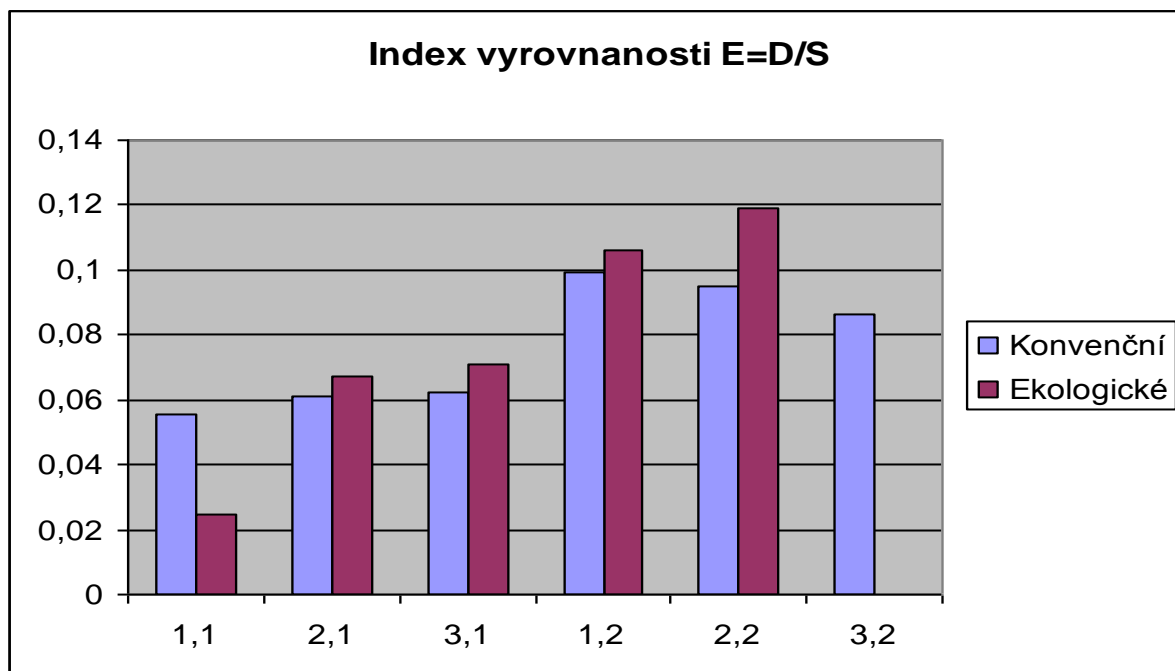
Graf č. 23: Simpsonův index diverzity podle jednotlivých vzorků



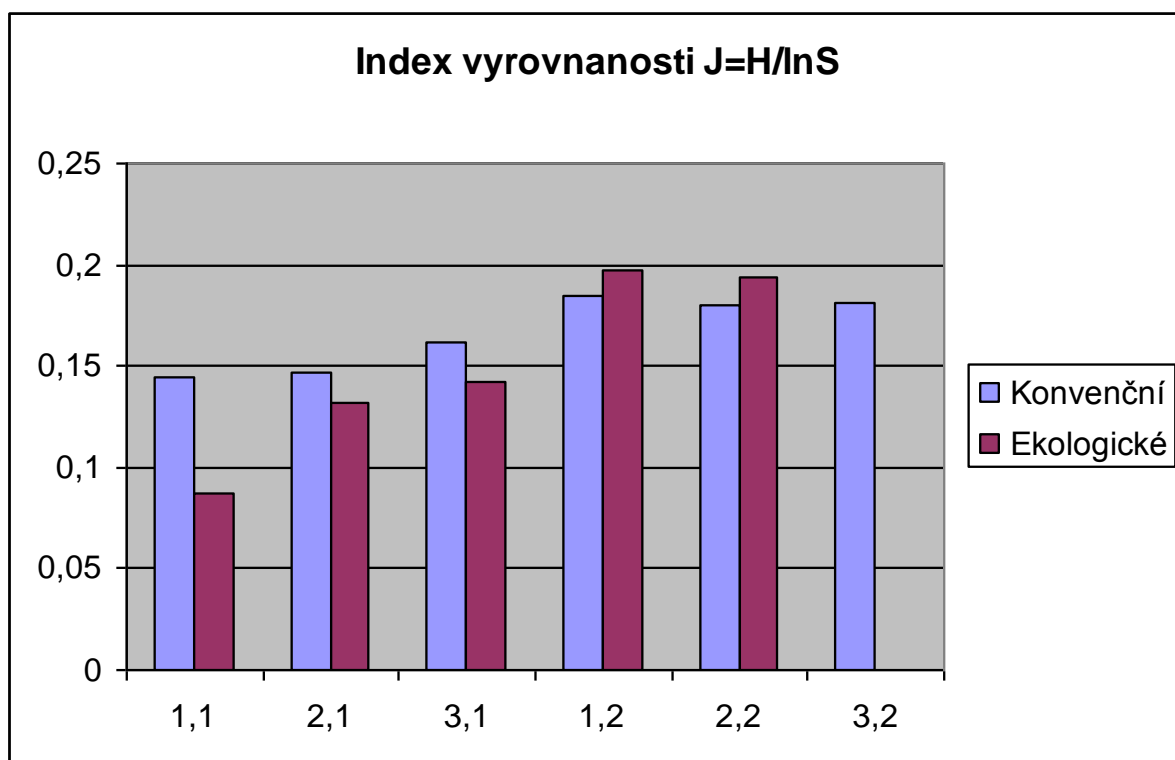
Graf č. 24: Shannon-Weaverův index diverzity podle jednotlivých vzorků



Graf č. 25: Index vyrovnanosti podle Simpsonova indexu diverzity pro jednotlivé vzorky



Graf č. 26: Index vyrovnanosti dle Shannon-Weaverova indexu diverzity pro jednotlivé vzorky



1,1 = První vzorek prvního odběru

1,2 = První vzorek druhého odběru

2,1 = Druhý vzorek prvního odběru

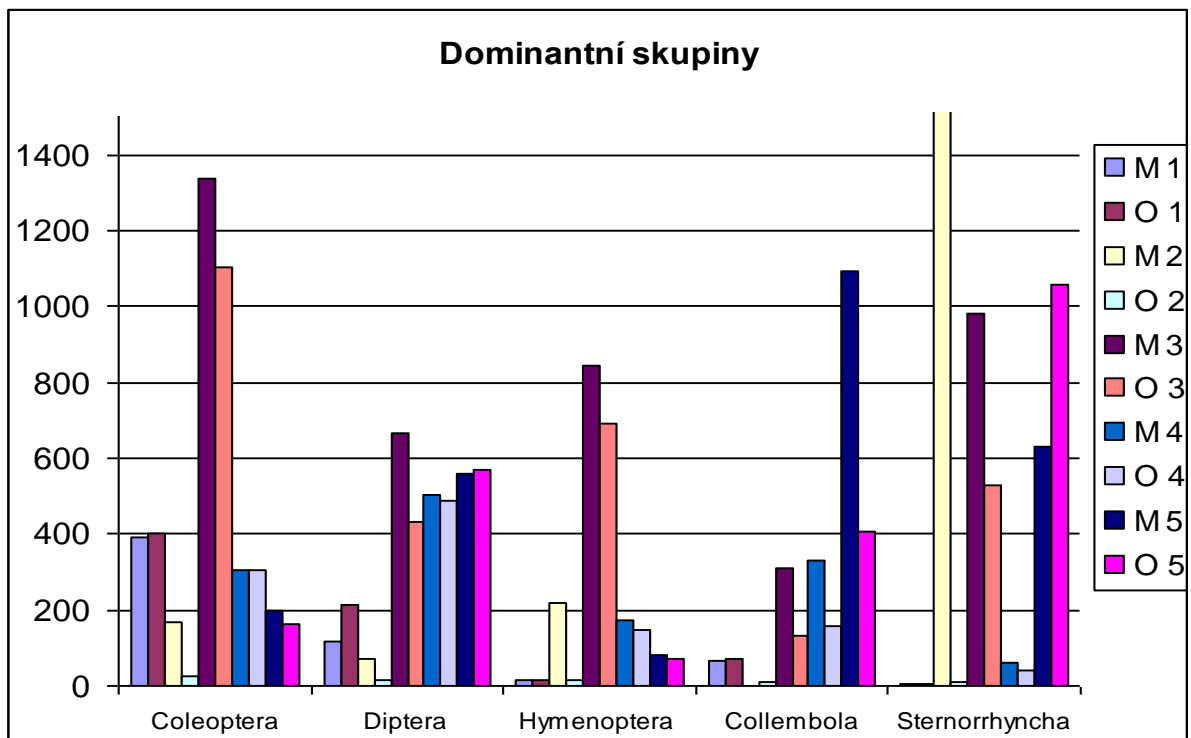
2,2 = Druhý vzorek druhého odběru

3,1 = Třetí vzorek prvního odběru

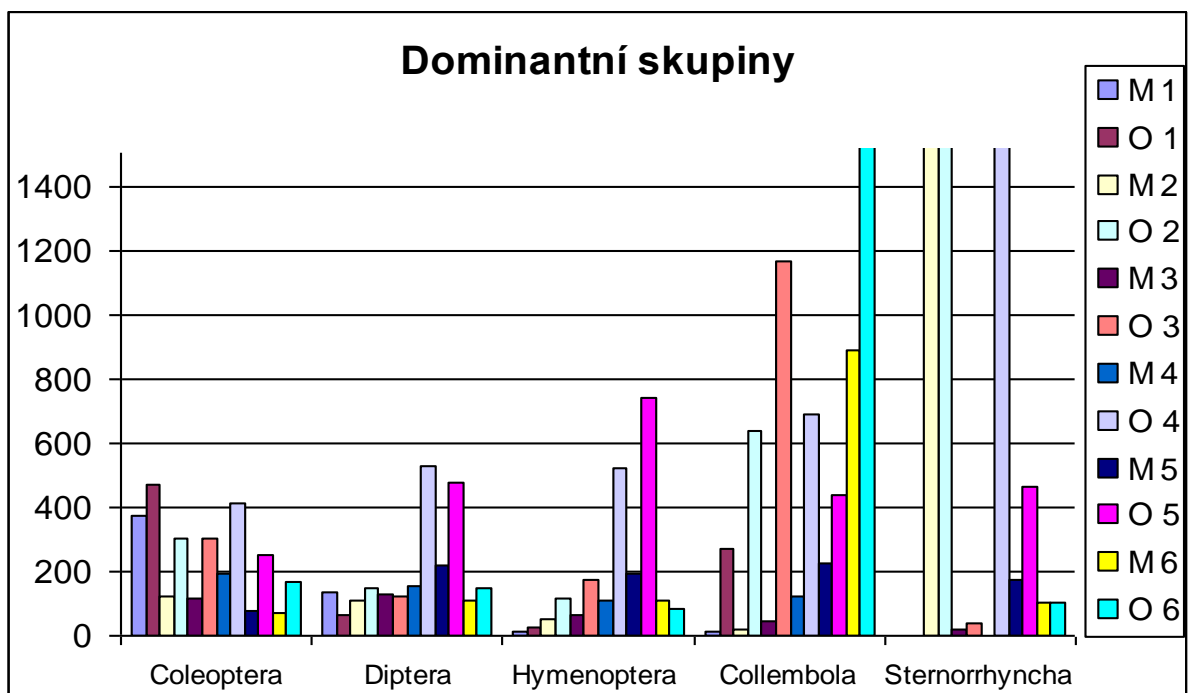
3,2 = Třetí vzorek druhého odběru

Příloha č. 7: Počty jedinců dominantních a subdominantních skupin (orebná x minimalizační technologie)

Graf č. 27: Dominantní skupiny podle jednotlivých odběrů (pokus 2008)



Graf č. 28: Dominantní skupiny podle jednotlivých odběrů (pokus 2009)

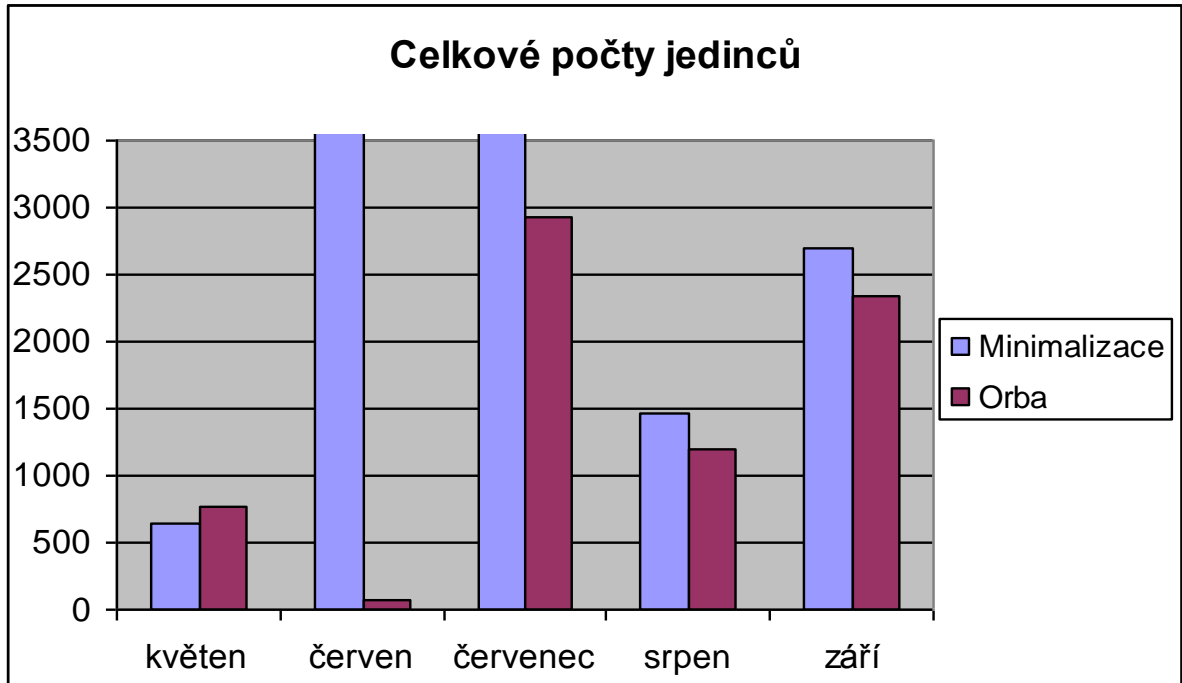


M 1 – 6 = odběry duben – říjen z pozemku s využitím minimalizační technologie

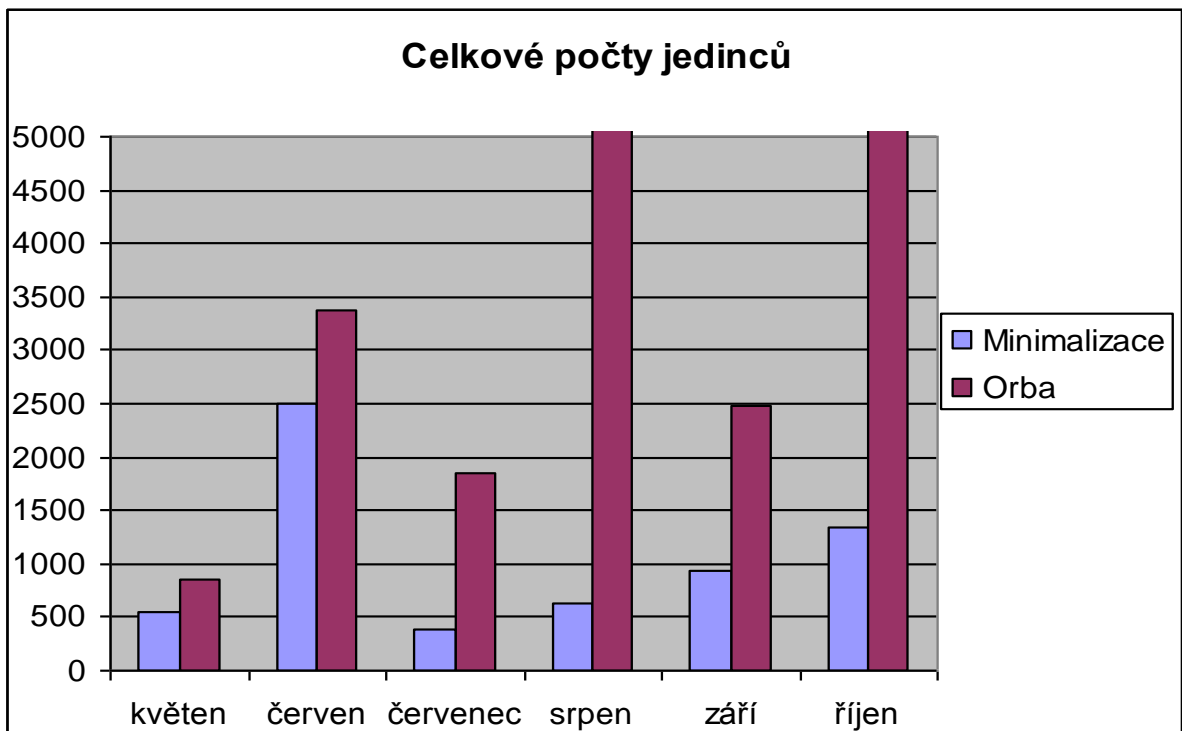
O 1 – 6 = odběry duben – říjen z pozemku s využitím orebné technologie

Příloha č. 8: Celkové počty jedinců dle jednotlivých odběrů (orebná x minimalizační technologie)

Graf č. 29: Celkové počty jedinců podle měsíčních odběrů (pokus 2008)

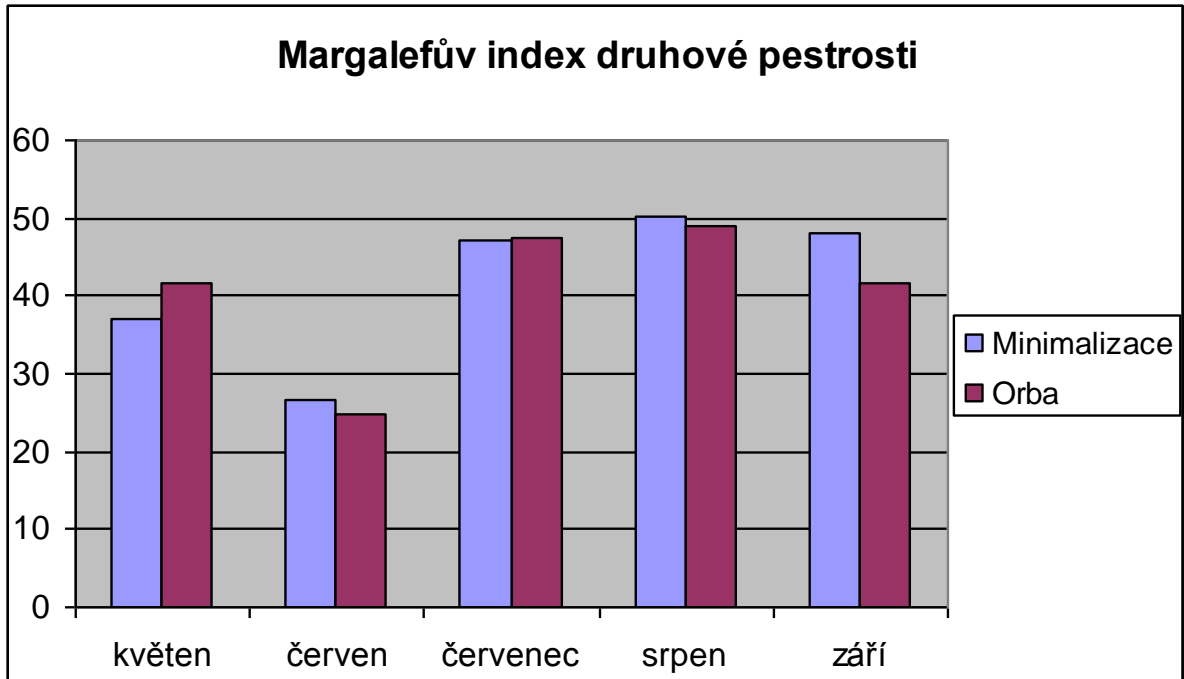


Graf č. 29: Celkové počty jedinců podle měsíčních odběrů (pokus 2008)

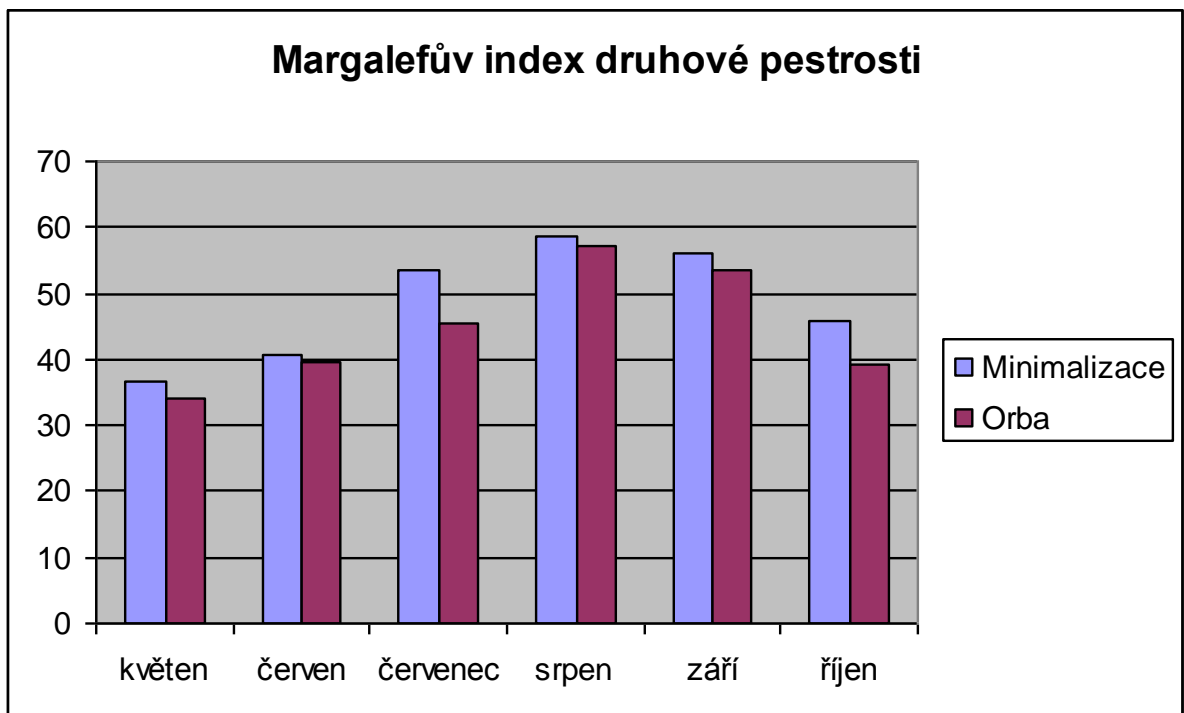


Příloha č. 9: Margalefův index druhové pestrosti podle jednotlivých vzorků (orebná x minimalizační technologie)

Graf č. 30: Margalefův index druhové pestrosti podle měsíčních odběrů (pokus 2008)

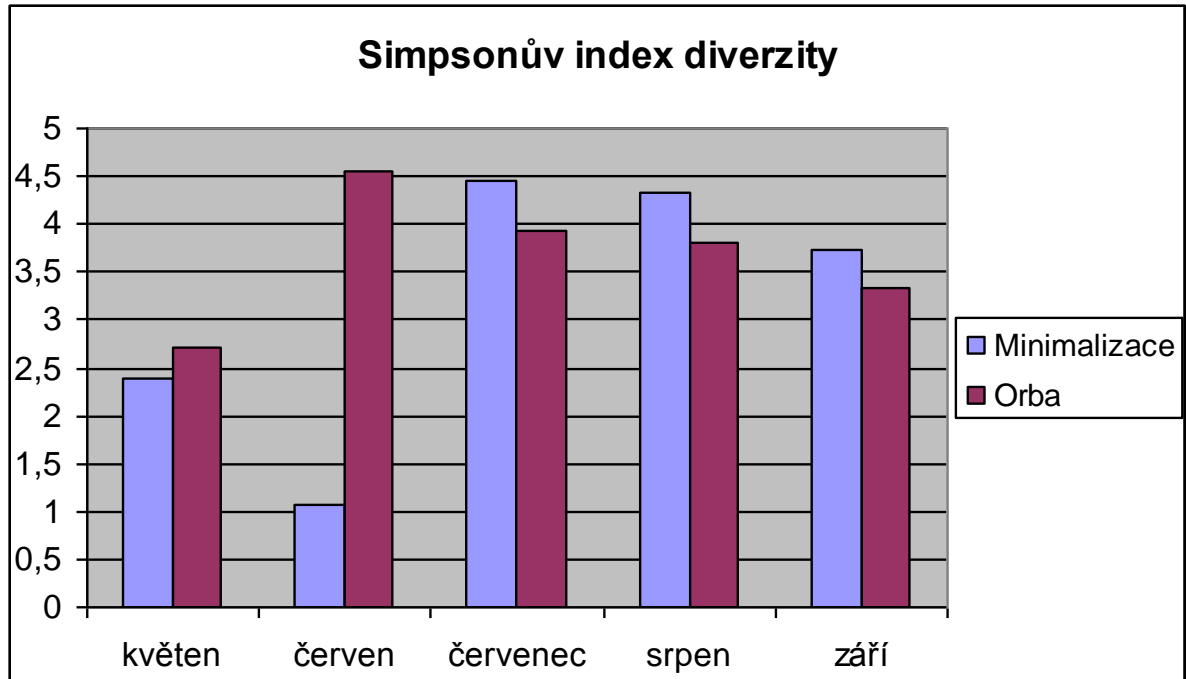


Graf č. 31: Margalefův index druhové pestrosti podle měsíčních odběrů (pokus 2009)

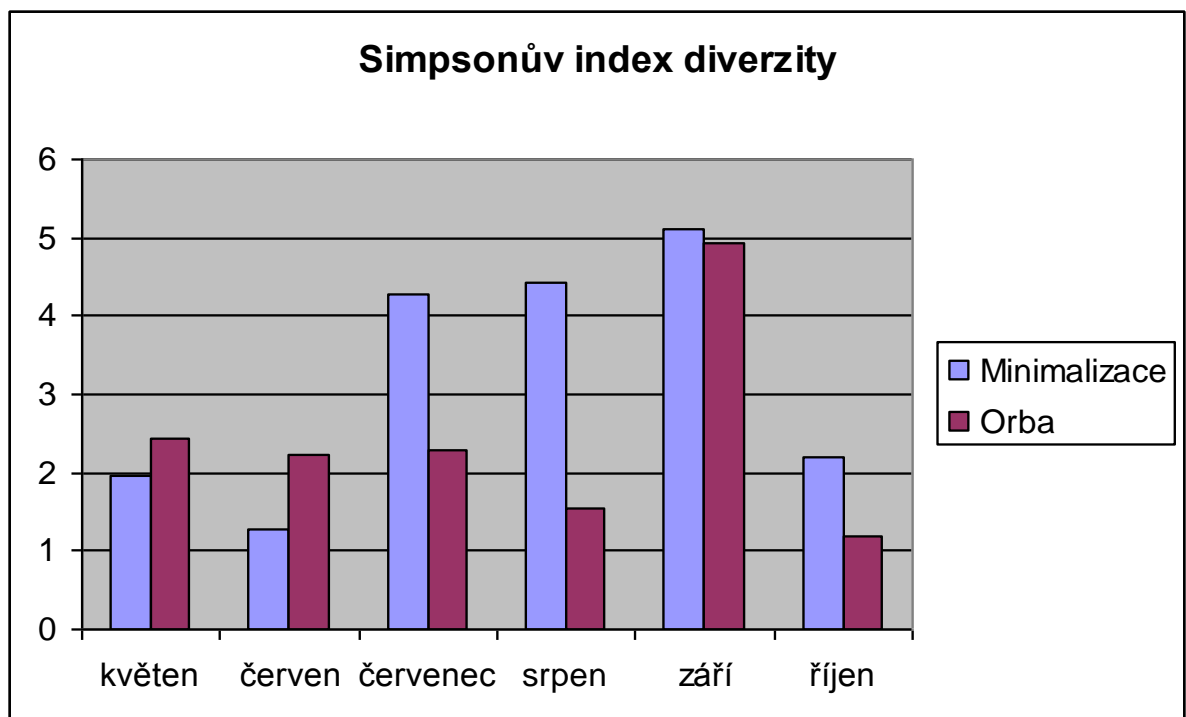


Příloha č. 10: Indexy diverzity a indexy vyrovnanosti podle jednotlivých odběrů (orebná x minimalizační technologie)

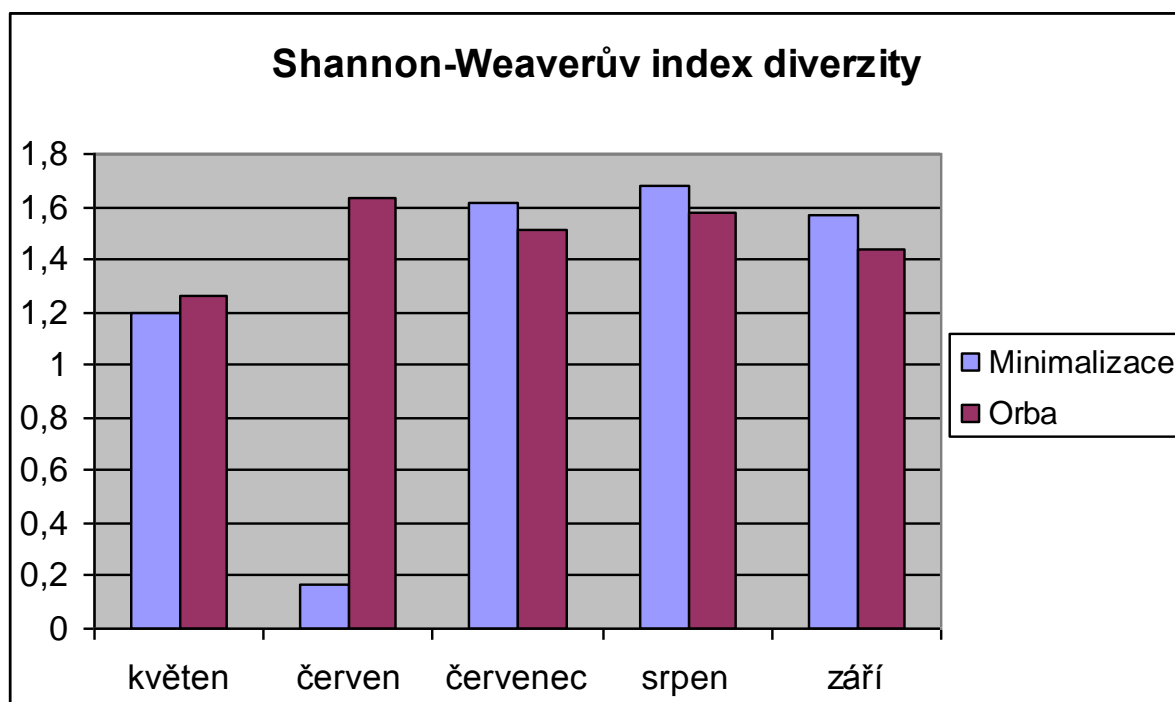
Graf č. 32: Simpsonův index diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2008)



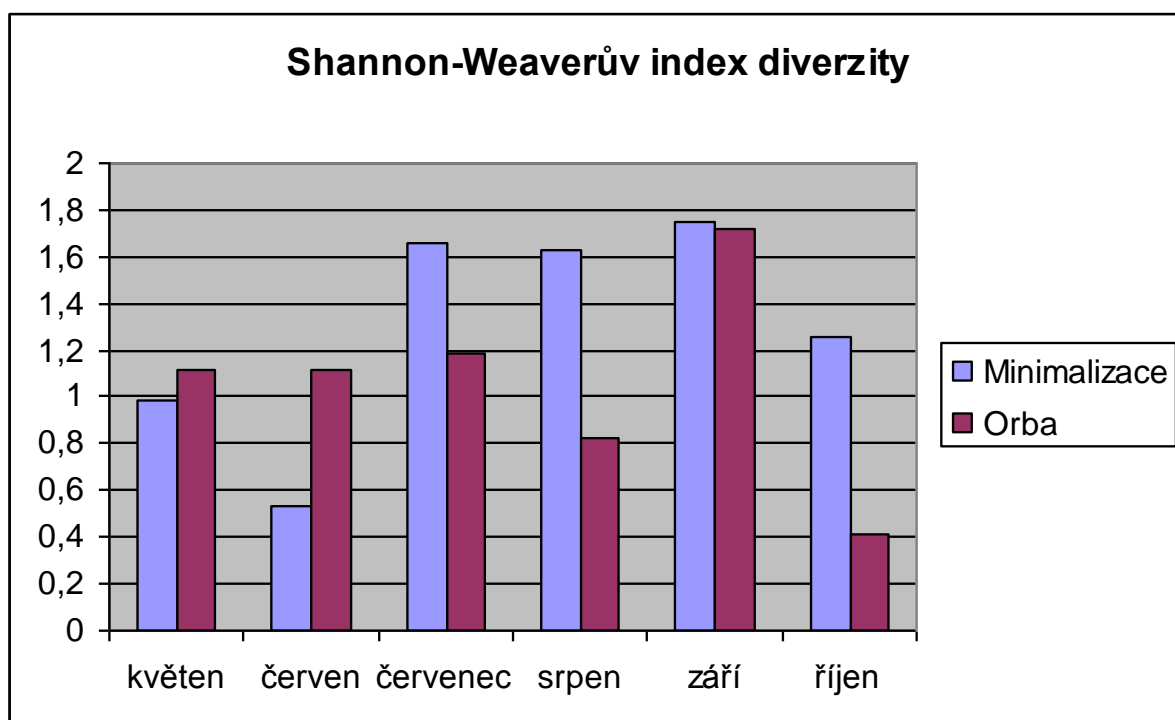
Graf č. 33: Simpsonův index diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2009)



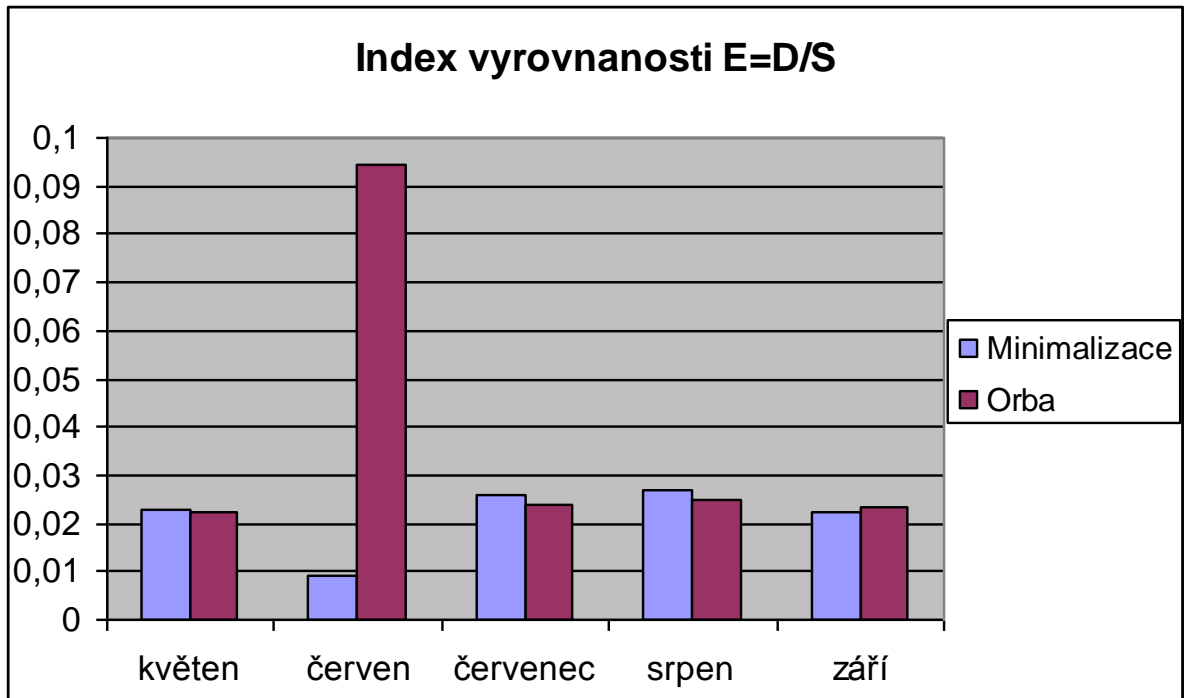
Graf č. 34: Shannon-Weaverův index diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2008)



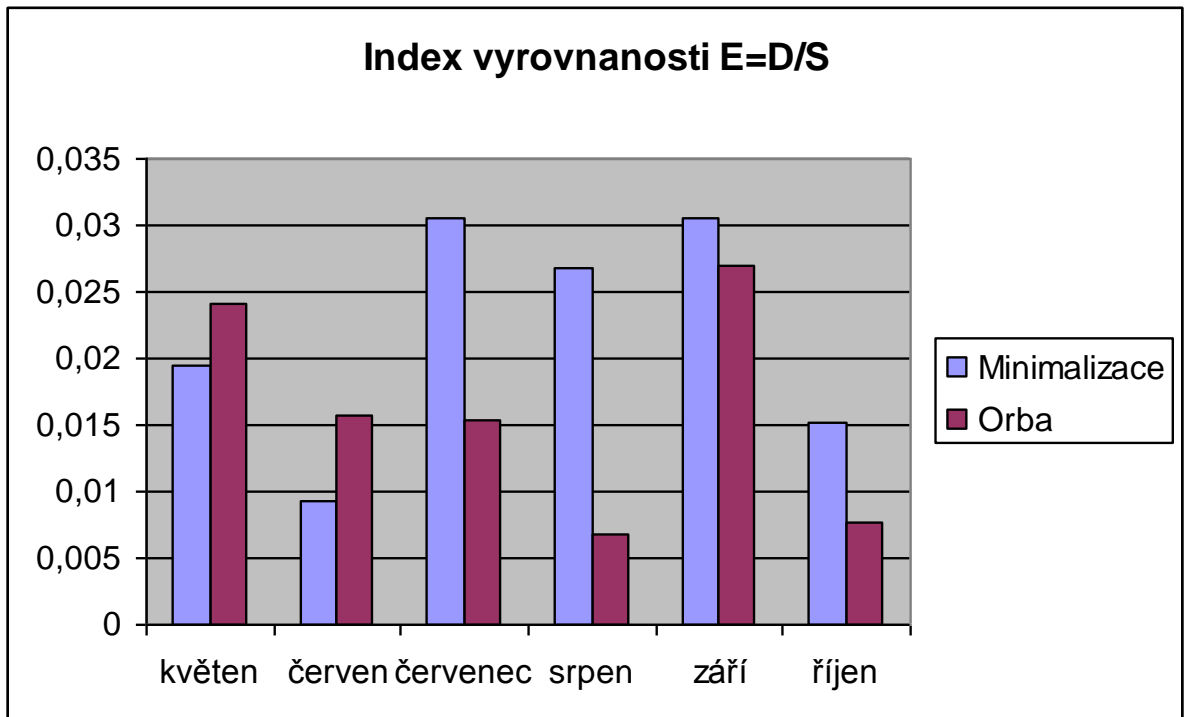
Graf č. 35: Shannon-Weaverův index diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2009)



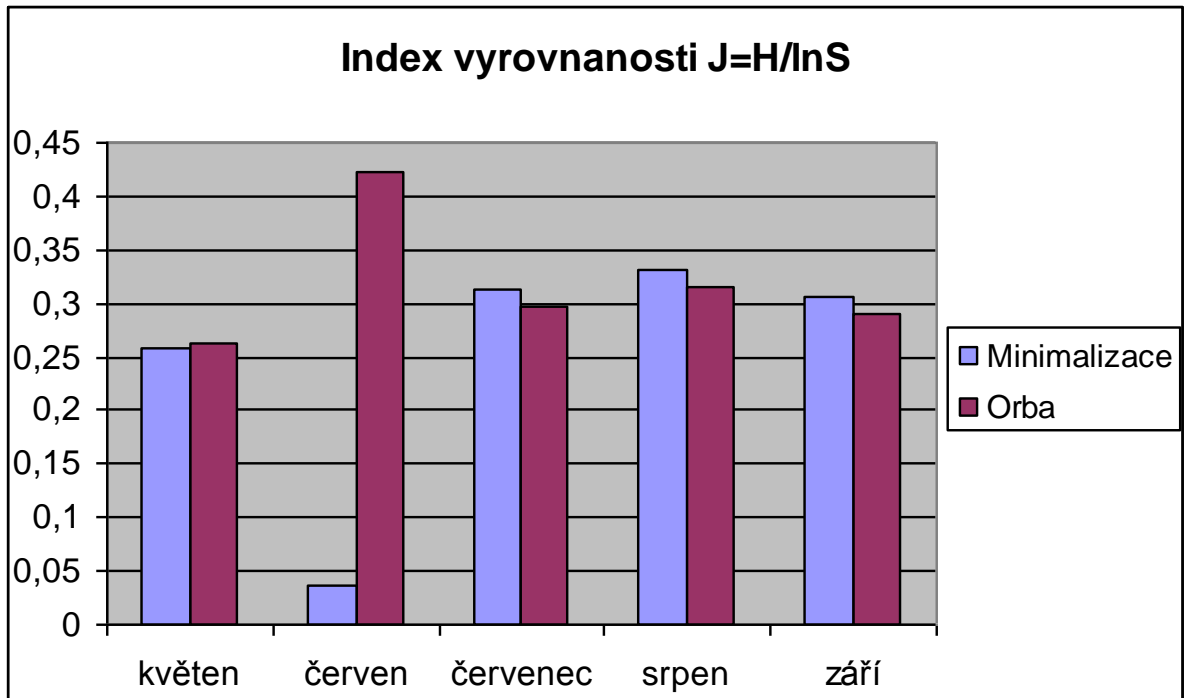
Graf č. 36: Index vyrovnanosti podle Simpsonova indexu diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2008)



Graf č. 37: Index vyrovnanosti podle Simpsonova indexu diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2009)



Graf č. 38: Index vyrovnanosti podle Shannon-Weaverova indexu diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2008)



Graf č. 39: Index vyrovnanosti podle Shannon-Weaverova indexu diverzity podle měsíčních odběrů (pokus 2009)

