

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Půdní fauna v zemědělské krajině

Bakalářská práce

Autor práce: Martin Švál

Vedoucí práce: Ing. Jakub Hlava Ph. D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Půdní fauna v zemědělské krajině" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.4.2014

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubu Hlavovi za odborné vedení, pomoc a připomínky k mé práci.

Půdní fauna v zemědělské krajině

Souhrn

Cílem mé bakalářské práce na téma „Půdní fauna v zemědělské krajině“ je popis vybraných zástupců půdní fauny, kteří se vyskytují v člověkem obdělávaných půdách.

Rozmanitý půdní ekosystém je citlivý na změny. Působení člověka mění druhové složení i početní zastoupení půdní fauny. To s sebou přináší i změny kvality půdy, kterou lidstvo potřebuje pro pěstování kulturních plodin.

V mé práci jsou uvedeni živočichové mikroskopičtí, ale i okem viditelní. Blíže jsou popsáni prvoci, hlístice, vířníci, chvostoskoci, roztoči a jejich velmi významný podřád pancířníci, hmyzenky, vidličnatky, štírci, stonožky, stejnonožci, stonožky, mnohonožky a žížaly. Mnoho z těchto zástupců půdní fauny je díky specifickým nárokům na prostředí využíváno k bioindikaci a zjišťování kvality prostředí.

V další části práce byla charakterizována zemědělská krajina a travnaté pásy, kterými se zabývá odplavování ornice a splachům živin a hnojiv do povrchové vody a předchází se tak její kontaminaci.

Dále je uvedeno několik různých metod extrakce půdní fauny a metody jejího hodnocení. Terénní výzkum a laboratorní práce zahrnovala odběr dvaceti vzorků na deseti lokalitách v okolí měst Příbram a Votice. Ze vzorků bylo extrahováno 2020 jedinců půdní fauny, kteří byli rozděleni do devatenácti taxonomických skupin. Jednotlivým skupinám byl přidělen ekomorfologický index, byly vypočteny indexy diverzity, vyrovnanosti a kvality stanoviště. Na základě těchto indexů, druhového zastoupení a počtu jedinců byly porovnány vzorky odebrané na hranici orné půdy se vzorky z travního porostu ve vzdálenosti 10 metrů od orné půdy.

Klíčová slova: půdní fauna, edafon, zemědělská krajina, diverzita, travnatý pás

Soil fauna in agriculture land

Summary

The goal of my bachelor thesis on theme „Soil fauna in agriculture land“ is description of selected representatives of soil fauna which occur in human cultivated soils. Varied ecosystem of soil is sensitive to changes. Human impact change composition of species and abundance of soil fauna. That bring changes in soil quality. Good soil is needed for growing of crops.

In my work there are mentioned animals from microscopical ones to the eye-visible ones. Closer described are protozoans, nematodes, rotiferans, springtails, mites and their very important suborder of oribatids, proturans, diplurans, pseudoscorpions, symphylans, isopoda, centipedes, millipedes and earthworms. A lot of these representatives of soil fauna are used to bioindication and investigation of environment quality because of their specific demands on environment.

In further part of my work was characterized agriculture land and grass filter stripes which prevent wash of topsoil and wash away of nutrients and fertilizers to the surface water. This prevent contamination of water.

Further is presented several various extraction methods of soil fauna and methods of evaluation of soil fauna.

The fieldwork and laboratorywork included sampling of 20 specimens in 10 localities in surroundings of towns Přeborn and Votice. It was extracted 2020 individuals of soil fauna from specimens. Individuals was classified to 19 taxonomical categories. To individual categories was assigned the value of ecomorphologic index. Diversity, balance and stand quality indices was calculated. Based on these indices, species representation and number of individuals was compared samples from boundary of arable land to samples from grass filter stripe in distance of 10 meters from arable land.

Keywords: soil fauna, edaphon, agriculture land, diversity, grass filter stripe

Obsah

1. ÚVOD	7
2. CÍL PRÁCE	8
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
3.1. PŮDNÍ ORGANISMY.....	9
3.2. FYTOEDAFON.....	9
3.3. ZOOEDAFON.....	10
3.3.1. Prvoci (<i>Protozoa</i>).....	11
3.3.2. Hlístice (<i>Nematoda</i>).....	12
3.3.3. Vířníci (<i>Rotifera</i>).....	13
3.3.4. Chvostoskoci (<i>Collembola</i>).....	13
3.3.5. Roztoči (<i>Acari</i>).....	15
3.3.5.1. PANCÍRNÍCI (ORIBATIDA).....	15
3.3.6. Hmyzenky (<i>Protura</i>).....	16
3.3.7. Vidličnatky (<i>Diplura</i>).....	17
3.3.8. Štírci (<i>Pseudoscorpionida</i>).....	18
3.3.9. Stonoženy (<i>Symphyla</i>).....	18
3.3.10. Stejnonožci (<i>Isopoda</i>).....	19
3.3.11. Stonožky (<i>Chilopoda</i>).....	20
3.3.12. Mnohonožky (<i>Diplopoda</i>).....	20
3.3.13. Žížaly (<i>Lumbricidae</i>).....	21
3.4. ZEMĚDĚLSKÁ KRAJINA.....	23
3.5. TRAVNATÉ PÁSY.....	24
3.6. METODY EXTRAKCE PŮDNÍ FAUNY.....	25
3.6.1. Berlese- Tullgrenova metoda.....	25
3.6.2. Winklerova metoda.....	25
3.6.3. Ruční třídění.....	26
3.6.4. Flotační metoda.....	26
3.7. METODY HODNOCENÍ PŮDNÍ FAUNY.....	26
3.7.1. <i>Biological soil quality index (BSQ)</i>	26
3.7.2. <i>Druh / logaritmus jedinců</i>	28
3.7.3. <i>Margalefův index</i>	28
3.7.4. <i>Simpsonův index</i>	28
3.7.5. <i>Brillouinův index</i>	29
4. METODIKA	30
5. VÝSLEDKY	31
6. DISKUZE	36
7. ZÁVĚR	37
8. SEZNAM LITERATURY	38
8.1. INTERNETOVÉ ZDROJE.....	43

1. Úvod

Půdní fauna je označení všech živočichů, kteří stále nebo dočasně obývají půdu. Jejich velikost je různá, od mikroskopických prvoků, hlístic a roztočů, přes menší živočichy, jako jsou stonožky, až po savce, jako je krtek nebo syseľ.

Tito živočichové v půdě žijí, množí se, získávají potravu, rozkládají organické zbytky a přetvářejí půdu. Jejich význam je obrovský, protože přispívají k výslednému charakteru půdy, určují a ovlivňují její vlastnosti.

Zeměděľská krajina je nepřirozená a změny člověkem způsobené mají vliv i na půdní faunu. Pěstování kulturních plodin, osevní postupy, orba a aplikace hnojiv, insekticidů a herbicidů, to vše se dotýká půdní fauny, ovlivňuje její druhové složení a množství. Fungování zeměděľských ekosystémů je závislé na interakcích rostlin a živé složky obsažené v půdě. Je proto důležité znát tyto živočichy a vědět, čím přispívají, nebo naopak škodí.

2. Cíl práce

Cílem mé práce je popsat půdní faunu vyskytující se v zemědělské krajině. Součástí práce je také výzkum a porovnání diverzity půdní fauny v orné půdě a trvalých travních porostech.

3. Literární řešerše

3.1. Půdní organismy

Základními faktory tvorby půdy, určujícími její vlastnosti jsou matečná hornina, živé organismy, klima, čas a topografie (Allison, 1973). Každý z těchto faktorů výrazně ovlivňuje výsledný charakter půdy, v souvislosti se změnami faktorů se mění i půdní vlastnosti. Živé organismy v půdě se nazývají edafon a dělí se na zooedafon a fytoedafon (Jakrllová a Pelikán, 1999).

Změny, které v půdě edafon způsobuje, jsou v kratším časovém měřítku mnohem větší, než pomalu působící fyzikální a chemické děje. Biologická složka neustále vstupuje do procesu vzniku půdy od nejranějších stádií, má nezastupitelnou roli v udržování půdy a jejím dlouhodobém rozvoji (Lavelle and Spain, 2003). Produkty této biologické aktivity zahrnují dostupné živiny, cheláty, huminové kyseliny a rozmanité sloučeniny, které jsou důležité při určování vlastností humusu a reakcí rostlin (Allison, 1973). Koloidní část humusu se skládá ze živých a mrtvých mikrobiálních buněk. Zbývající část tvoří rozložené části rostlin a živočichů.

3.2. Fytoedafon

Půdní mikroflóru tvoří bakterie, houby, řasy a aktinomycety. Vztahy mezi půdními mikroorganismy jsou velmi složité. Od vztahů v podstatě symbiotických, až po silně konkurenční. Celkově však půdní mikroflóra hraje významnou roli v transformaci organické hmoty a má velký vliv na rostlinnou výrobu.

Bakterie jsou nejmenší a nejpočetnější organismy vyskytující se v půdě. Jejich velikost se pohybuje v rozmezí 0,5 až 5 mikrometrů a množství 10^6 až 10^7 na gram půdy. V půdách s velkou zásobou organické hmoty jsou to až miliardy bakterií v jednom gramu. Při počtu dvou miliard buněk na gram půdy by byla živá hmotnost bakterií přibližně 0,2 % hmotnosti zeminy (Clark, 1967). Toto početní zastoupení bakterií v půdě ale není zcela vypovídající, protože velká část z nich je mrtvá či neaktivní.

Bakterie mají velký význam v procesu rozkladu látek, zvyšování nitrifikační kapacity půdy a tím pro koloběh a transformaci dusíku. Bakterie v půdě snadno rozkládají škroby, cukry, tuky a bílkoviny, obtížněji pak celulózu a hemicelulózu, značně obtížně potom lignin, vosky a různé aromatické látky (Allison, 1973).

Aktinomycety jsou důležité v procesu tvorby humusu pro svoji schopnost rozkládat celulózu, chitin, hemicelulózu a polysacharidy. Rostlinné látky o vysoké molekulové hmotnosti převádějí na huminové kyseliny.

Mykorrhizní houby žijí v mutualistickém vztahu s vyššími rostlinami a dělí se na dva typy. Ektomykorrhiza nepronikají do buněk a jsou pro rostliny přínosné především tím, že zvětšují plochu kořenového vlášení a rostlina tak má lepší přísun vody a živin. Endomykorrhiza pronikají přímo do buněk, kde se tvoří keříčkovité útvary pro oboustranný přenos živin a zásobní měchýřky.

Řasy se vyskytují ve všech kultivovaných půdách. Jejich počty jsou velmi rozdílné, od několika set až do několika milionů jedinců v jednom gramu půdy. Většina řas se vyskytuje pouze v horních několika milimetrech půdy, protože potřebují světlo k fotosyntéze. Hlavní přínos půdních řas pro růst rostlin tkví v zásobování malým množstvím organické hmoty a ne v biochemických transformacích, které přinášejí (Allison, 1973).

3.3. Zooedafon

Existuje ohromné množství druhů živočichů, kteří stále, nebo dočasně obývají půdu. Některé skupiny živočichů se prohrabávají, jiné žijí v půdních pórech, nebo ve vrchních vrstvách hrabanky a spadném listí. Půdní fauna se vyskytuje jak v půdách kulturních, člověkem obdělávaných či jinak upravených, tak i v půdách původních. Hraje významnou roli v tvorbě humusu, rozkladu organické hmoty a provzdušňování půdy. Velká část půdní fauny transportuje v půdě organické a minerální částice z hlubších půdních vrstev do humusového horizontu nebo až na povrch půdy, naopak z povrchových vrstev přepravují rostlinný opad a mrtvou organickou hmotu do vrstev hlubších, v zaživacím traktu ji promíchávají s minerálními částicemi, a přispívají tak ke vzniku organominerálních sloučenin v půdě, které mají vyšší biologickou a biochemickou aktivitu než okolní půda (Vačkář, 2005). Podle Bardgetta (2005) se zooedafon dělí na mikrofaunu, mesofaunu a makrofaunu.

Mikrofauna je menší, než 0,1 mm a patří do ní prvoci, hlístice, strunovci, vířníci a želvušky. Zástupci mesofauny jsou roztoči, štírci, chvostoskoci a další, jejich velikost je od 0,1 do 2 mm. Makrofauna má velikost od 20 mm a se skládá se především z členovců a některých druhů savců.

Půdní fauna tvoří stabilní společenství, která mohou být silně narušena změnami v prostředí (Allison, 1973; Lavelle and Spain, 2003; Vačkář, 2005). Některé druhy mohou být díky změnám redukovány, nebo mohou zcela z daného prostředí vymizet.

Jednotlivé druhy mají specifické nároky na prostředí, potravu a jsou různě odolné proti změnám. Vzájemné vztahy mezi druhy jsou však provázány a navzájem na sebe působí (Allison, 1973; Vačkář, 2005).

Nejpočetnější populace se nacházejí v prostředí s bohatými srážkami a silnou vegetací, která udržuje vlhkost a díky které je do půdy dodáváno množství organického materiálu.

V případě změn podmínek a vymizení některého z druhů, je nahrazen druhem jiným, pro který jsou nově vzniklé podmínky vyhovující (Vačkář, 2005).

Při přeměně travnatých luk na půdu pro pěstování kulturních plodin, bývá orbou změněna vrchní vrstva půdy, což vede k většímu vysychání a vymírání velké části původní půdní fauny. Při časté orbě trpí nejvíce fauna obývající průduchy v půdě, které orbou zanikly a vznikly na jiných místech. Mikrofauna většinou nebývá silně poškozena, ale mesofauna a makrofauna mění své množství a druhové složení.

Silné poškození zoedafonu vzniká často také střídáním plodin a aplikacemi insekticidů a herbicidů (Allison, 1973).

3.3.1. Prvoci (Protozoa)

Prvoci jsou jednobuněčné organismy, jejichž velikost se pohybuje od 0,005 mm do 0,1 mm. Tělo je tvořeno jednojadernou buňkou, která má na povrchu cytoplazmatickou membránu, uvnitř které se nachází cytoplazma a orgány, které zastávají ochranné,

pohybové, trávicí, vylučovací a smyslové funkce. Pohyb zajišťují bičíky, panožky nebo řasinky. Živí se heterotrofně a paraziticky.

Prvoci se rozmnožují nepohlavně (příčným, podélným nebo několikanásobným dělením) a méně často pohlavně (kopulací nebo konjugací). U některých prvoků se objevuje střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování (metagenese).

Prvokům vyhovuje vlhká půda s neutrálním pH. v suchých a studených obdobích se v půdě vyskytují převážně v neaktivní encystované formě. Díky malé aktivitě a většinou klidovému stavu nemají prvoci větší vliv na stav půdních bakterií a na humifikaci v zemědělských půdách.

3.3.2. Hlístice (Nematoda)

Hlístice jsou mnohobuněční živočichové s válcovitým, ke koncům zúženým tělem, které je kryto vrstvou kutikuly. Velký počet druhů jsou parazité obratlovců, bezobratlých i rostlin. Parazitické druhy často dosahují délky od několika milimetrů až po několik desítek centimetrů. Volně žijící půdní hlístice mají většinou velikost do jednoho milimetru. Rozmnožují se pohlavně a je u nich patrný pohlavní dimorfismus. Hlavně parazitické druhy se vyznačují výraznou nadprodukcí vajíček.

Půdní hlístice se živí jako saprofagové, dravci nebo jako parazité vyšších rostlin. Parazitické druhy většinou napadají kořeny, kde způsobují léze, cysty a zduřeliny, díky čemuž rostlina hůře přijímá živiny z půdy a omezuje se její růst. Mezi fytopatologické patří některé rody háďátek, například: *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera* a *Pratylenchus*. Dravé druhy se často živí na organismech patogenních pro kulturní rostliny.

Volně žijící hlístice také představují důležitou součást půdní fauny, protože jsou četnější, než jakákoli zvířata srovnatelné velikosti (Christie, 1959).

Dle Vačkáře (2005) jsou hlístice velmi dobrými objekty pro monitoring biodiverzity v půdě, s vysokou výpovědní hodnotou o stavu půdy a celých ekosystémů.

3.3.3. Vířníci (Rotifera)

Vířníci jsou mnohobuněční živočichové dosahující velikosti 0,5 mm. Povrch těla je kryt intracelulární kutikulou. Jsou to gonochoristé, rozmnožují se pohlavně.

Většina vířníků je vodní, některé druhy ale žijí i v půdě. Tyto půdní druhy jsou vázány na půdní vodu. V případě jejího nedostatku přežívají v klidových stádiích.

Živí se rostlinnými zbytky a řasami, některé druhy jsou dravé. Podle Allisona (1973) nemají vířníci v zemědělské půdě velký vliv.

3.3.4. Chvostokoci (Collembola)

Chvostokoci jsou drobní bezkřídlí členovci. Mají protáhlé až kulovité tělo, které je u některých pestře zbarvené, jiní nemají pigment. Dosahují tělesné délky 0,2 mm až 10 mm. Tělo je členěno na hlavu, hrud' a zadeček. Na hlavě se nachází pár tykadel složených ze čtyř článků, vybavených svalovinou, pár očí složených z maximálně osmi omatidií. U některých půdních druhů jsou oči zakrnělé, nebo zcela chybí. Ústní ústrojí je kousací nebo bodavě savé a je vkloubeno uvnitř hlavové kapsule. Hrud' je složena ze tří článků, každý nese pár nohou. Články jsou buď srostlé (srostločlenky – Symphypleona) nebo volné (volnočlenky – Arthropleona). Zadeček je ze šesti článků. Na břišní straně prvního článku je ventrální tubus, který slouží k osmoregulaci. Na čtvrtém článku je skákač aparát (furca), který je v klidovém stavu držen tenaculem, umístěným na třetím článku. Pomocí furcy dokáže chvostokoc skočit do vzdálenosti několikanásobně převyšující jeho délku, což chvostokocům umožňuje uniknout před predátory, nebo z nevyhovujícího prostředí.

Vyskytují se ve všech klimatických oblastech, od tropických až po polární. Nalezneme je v lesích, na polích a lukách, ale i na poušti, sněhu a na stojaté vodě. Žijí ve všech vrstvách půdy do hloubky až 150 cm.

Chvostokoky dělíme do tří hlavních skupin, podle místa, kde žijí. Epigeické druhy žijící na povrchu jsou velké a silně pigmentované s vyvinutými očima. Mají dlouhé nohy, tykadla a furcu. Euedafické druhy jsou čistě půdní. Obyvatelé hlubších vrstev půdy většinou

furcu nemají, nebo mají pouze její rudiment, chybí jim pigment a oči (Petersen, 2002). Druhy hemiedafické tvoří mezistupeň mezi epigeickými a euedafickými chvostoskoky. Žijí v hrabance a humusu.

Je známo asi 6500 druhů chvostoskoků, v České republice bylo zjištěno asi 400 druhů. Chvostoskoci jsou početní zejména v půdách, kde je praktikováno ekologické zemědělství (Axelsen and Kristensen, 2000). Nicméně vzhledem k jejich malé velikosti je příspěvek chvostoskoků k celkové půdní živočišné biomase a respiraci nízký, obvykle mezi 1 a 5 % v ekosystémech mírného pásu, ale až 10 % v některých polárních oblastech a až 33 % z celkové půdní živočišné respirace v ekosystémech v raném stadiu sukcese (Hopkin, 2006). Chvostoskoci mají významný vliv na strukturu půdy. Vysokohorské rendziny na vápencích jsou tvořeny převážně z hlubokého černého humusu s hloubkou 15 cm až 20 cm, který je tvořen téměř výhradně výkaly chvostoskoků (Kubiens, 1953). Většina půd obsahuje ohromné množství těchto výkalů, které jsou pro rostliny prospěšné, díky pomalému uvolňování živin. Chvostoskoci se podílí na rozkladu a provzdušňování půdy hlavně požíráním houbových hyf, čímž mohou stimulovat růst symbiontů, zlepšit růst rostlin a zabránit onemocněním některých kulturních plodin. Selektivní spásání chvostoskoky může být důležitým faktorem limitujícím distribuci určitých bazidiomykotních hub (Hopkin, 2006). Nicméně mnoho z těchto účinků je závislých na hustotě a je k dispozici příliš málo informací pro přesnou kvantifikaci specifického podílu chvostoskoků na nepřímém a katalytickém rozkladu (Hopkin, 2006). Přesto je vliv chvostoskoků na dekompozici a dostupnost živin velmi významný v mnoha ekosystémech (Hopkin, 2006).

Množství a druhové složení chvostoskoků v půdě je ovlivňováno různými imisemi a polutanty. Vápněním se obecně snižuje abundance endogeických i epigeických druhů chvostoskoků (Kula, 2007).

Citlivost širokého spektra chvostoskoků lze využít při bioindikaci půdní acidity (Kula, 2007).

3.3.5. Roztoči (Acari)

Roztoči jsou velmi rozmanitý řád pavoukovců. Jejich velikost se různí, od mikroskopických (0,1 mm), až po makroskopické druhy (klíště obecné). Tělo je většinou oválné, u některých druhů kryté kutikulou.

Roztoči se dělí do sedmi podřádů, ale většina půdních druhů patří do podřádů Cryptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata a Astigmata (Bardgett, 2005).

Dle Bardgetta a Griffithse (1997) se může v trvalých travních porostech s hustým kořenovým systémem vyskytovat až 300 tisíc jedinců na metru čtverečním.

Činnost roztočů zahrnuje rozpad a dekompozici organického materiálu, pohyb organických látek do hlubších vrstev půdy a udržování pórovitosti (Foth, 1990).

3.3.5.1. Pancířníci (Oribatida)

Pancířníci jsou podřádem roztočů a zároveň jejich nejpočetnější zástupci v půdě. Dosahují velikosti 0,2 mm až 2 mm. Mají světle hnědou až tmavou barvu, jsou chráněni kutikulou. Exoskelet obsahuje velké množství vápníku i u primitivních druhů světlé barvy (Todd et al., 1974). Je tvořen většinou uhličitanem vápenatým, fosforečnanem vápenatým, nebo šŕavelanem vápenatým, které jsou pancířníci schopni získat z houbových hyf. Starší houbové hyfy obsahují krystalky šŕavelanu vápenatého, které roztoči mohou metabolizovat (Norton and Behan-Pelletier, 1991). Jsou to gonochoristé, jsou schopni partenogeneze. Množí se pomalu, samice většinou klade jedno až šest vajíček. Nedospělá stadia některých druhů pancířníků jsou morfologicky tak odlišná od dospělců, že determinace druhu je pouze na základě morfologie nemožná (Coleman et al., 2004).

Vyskytují se v půdě, spadaném listí, hrabance, nebo volně na rostlinách a stromech. Popsáno je asi 9000 druhů pancířníků (Subias, 2004). V lese je jejich abundance od 50 tisíc do 500 tisíc jedinců na metru čtverečním. V zemědělsky kultivovaných oblastech jsou sníženy populace pancířníků asi na 25000 jedinců na metru čtverečním (Coleman et al., 2004). Potrava pancířníků je velmi různorodá. Schuster (1956) je dělí do tří skupin, na mikrofytofágy, makrofytofágy a panfytofágy. Toto rozdělení je ovšem velmi zjednodušené.

Coleman et al. (2004) rozděluje pancířníky do pěti potravních skupin: herbivorní, fungivorní a herbo-fungivorní grazery, fungivorní browsery a oportunní herbo-fungivory, kde grazeři mohou trávit buněčnou stěnu i obsah buňky, browseři mohou trávit pouze buněčný obsah. Siepel a de Routier-Dijkman (1993) uznávají ještě dvě menší skupiny: herbivorní browsery a omnivory.

Pancířníci mají v půdě velký význam, protože se podílejí na většině důležitých procesů probíhajících v půdě. Důležitou roli hrají také při koloběhu vápníku a fosforu v půdě. Společenstva pancířníků jsou ovlivňována množstvím různých faktorů. Pancířníci vyžadují vlhčí půdy. Vysychání snášejí lépe druhy a vývojová stadia s vyšším stupněm sklerotizace kutikuly, snášejí ho ale pouze po určitou dobu, poté jsou nuceni vysychající půdu opustit (Tullgren, 1918; Starý, 2008).

Teploty vyhovují pancířníkům spíše nižší, v mírném pásu 10 – 21 °C (Wallwork, 1960). Půdy chudé na humus a organickou hmotu obývá výrazně menší počet druhů pancířníků s nízkou abundancí (Starý, 2008).

Negativní vliv má i antropogenní činnost. Především orba, dlouhodobé působení průmyslových imisí a aplikace plynného čpavku a insekticidů snižuje dle Starého (2008) abundanci, a mění druhové složení a snižuje biodiverzitu pancířníků v zemědělské půdě. Vápnění se v agrocenózách projevuje krátkodobým zvýšením abundance, při snížení počtu druhů (Kula, 2007).

Pancířníci jsou velmi dobrými objekty pro monitoring biodiverzity v půdě, s vysokou výpovědní hodnotou o stavu půdy a celých ekosystémů (Vačkář, 2005).

3.3.6. Hmyzenky (Protura)

Hmyzenky jsou skupinou nepigmentovaných půdních členovců. Délka těla je 0,2 mm až 2,5 mm. Tělo je členěno na hlavu, předohruď, středohruď, zadohruď a zadeček. Na hlavě se nenachází oči ani tykadla, ústní ústrojí je bodavě savé s čelistními makadly. Hruď nese na každé části jeden pár pětičlánekových nohou s nečleněnými chodidly. První pár směřuje dopředu a je vybaven sensilami, takže nahrazuje tykadla. Další dva páry nohou slouží k pohybu. Zadeček se skládá z osmi velkých článků (preabdomen), kde na prvních třech

článcích jsou rudimenty končetin, a čtyř malých článků (postabdomen). Dvanáctý zadečkový článek je někdy považován za neobvykle velký telson (Koch, 2009).

První hmyzenky byly popsány v roce 1907 italským entomologem Silvestrim. Od té doby bylo objeveno mnoho dalších druhů, přičemž jejich zařazení do systému je stále nejasné. Szeptycki (2007) přijímá názor, že hmyzenky tvoří samostatnou třídu v nadtřídě Hexapoda a uvědomuje si, že současná znalost hmyzenek neumožňuje vytvořit dobrý, fylogeneticky odůvodněný systém této skupiny.

Hmyzenky jsou gonochoristé. Z vajíčka se líhne larva s osmi články zadečku a po každém svleku přibývá jeden článek, až do konečného počtu dvanácti článků.

Hmyzenky se vyskytují po celém světě, ve všech klimatických oblastech, kromě Antarktidy, Arktidy a sněžných zón hor. Žijí hlavně ve svrchních vrstvách půdy, ale také v hrabance, mechu a hnijícím dřevu. V zemědělské půdě se vyskytují až do hloubky 25 cm.

Je známo 72 rodů a 748 druhů (Szeptycki, 2007), z čehož v České republice žije asi 30 druhů. Živí se mykorrhizními houbami a mrtvými roztoči. V evropských lesích jsou četné. Množství jedinců na metr čtvereční se pohybuje v rozmezí 2200 – 18000 (Pass and Szucsich, 2011).

Hmyzenky jsou také využívány jako indikátory určitých ekologických podmínek v půdě (Pass and Szucsich, 2011).

3.3.7. Vidličnatky (Diplura)

Bylo popsáno asi 800 druhů, z čehož v České republice žije 10 druhů. Jsou převážně půdní členovci se štíhlým, protáhlým, málo pigmentovaným tělem o délce 3 mm až 50 mm. Vyskytují se v půdách tropického a mírného pásma. Na hlavě mají pár dlouhých, vícečlánekových tykadel, kousací ústní ústrojí je ukryto v hlavě. Vidličnatky nemají oči. Hrud' nese tři páry kráčivých nohou s nečlánekovanými chodidly. Zadeček je tvořen jedenácti články. Poslední článek je opatřen dvěma štěty, které mohou být dlouhé a článkované (čeled' Campodeidae), nebo krátké klíškovité (čeled' Japygidae). Japygidae bývají někdy zaměňovány za škvory, ti však mají oči, jsou pigmentovaní a sklerotizovaní.

Většina druhů vidličnatek je čistě půdních, ale některé druhy jsou noční cryptozoa, během dne se schovávají pod kameny a kůrou stromů (Coleman et al., 2004).

Japygidae jsou dravé, živí se malými členovci a hlísticemi. Čekají zahrabané v půdě se zadečkem na povrchu a chytají všechny malé členovce, kteří přijdou do styku s jejich klíštkami (<http://www.ento.csiro.au/education/hexapods/diplura.html>).

Campodeidae jsou také dravé, loví roztoče a další malé členovce, ale také se živí na houbovém myceliu a detritu (Coleman et al., 2004).

3.3.8. Štírci (Pseudoscorpionida)

Štírci jsou 0,6 mm až 7 mm dlouzí pigmentovaní pavoukovci. Tělo se dělí na hlavohruď a zadeček. Na hlavohruď je jeden až dva páry očí, ale u některých druhů chybí. Dále se zde nacházejí dvoučlánekové chelicery, na nichž vyúsťují snovací žlázy. Mohutné pedipalpy slouží k uchvácení kořisti a jsou vybaveny jedovými žlázami. Štírci mají čtyři páry kráčivých nohou. Celá hlavohruď je kryta karapaxem. Zadeček má 11 článků, každý je kryt štítkem.

Jsou to gonochoristé, vývin probíhá přes tři nymfální stadia. Rozšíření jsou celosvětově s výjimkou polárních oblastí. Žijí v půdě, pod kůrou stromů i v lidských obydlích. Štírci jsou draví, nejčastěji loví roztoče a chvostoskoky.

3.3.9. Stonoženky (Symphyla)

Stonoženky mají protáhlé, článkované, nepigmentované tělo o délce jeden až osm milimetrů. Jsou podobné stonožkám. Stonoženky však mají 12 článků a 12 párů nohou, zatímco stonožky mají nejméně 15 párů nohou a první pár je u nich přeměněný na kusadla (Coleman et al., 2004). Tělo je členěno na hlavu, trup a telson. Na hlavě je pár článkovaných tykadel, oči chybí. Telson je opatřen párem smyslových vlásků a dvěma štěty se snovacími žlázkami.

Stonožky se rozmnožují pomocí vajíček. Vývoj probíhá anamorfosou, kdy larva má pouze šest párů nohou a při každém svlékání je vytvořen další pár až do konečného počtu 12. Celosvětově je známo přibližně 120 druhů, z čehož v České republice žije asi deset druhů. Stonožky obývají půdy lesů, pastvin i zemědělsky obdělávané půdy.

Jsou to všežravci, rozkladem organických zbytků přispívají ke tvorbě humusu a provzdušňují půdu. Některé druhy získaly status škůdců v půdách skleníků, kde požírají kořeny sazenic (Edwards, 1990).

3.3.10. Stejnonožci (Isopoda)

Stejnonožci mají dorzoventrálně zploštělé tělo. Ve střední Evropě mají většinou šedou barvu a délku do 15 mm. Na hlavě se nachází dva páry tykadel, jeden pár je redukovaný. Hlavohrudní krunýř (karapax) chybí. Mají sedm párů kráčivých hrudních končetin a šest párů zadečkových končetin, které slouží k dýchání. Sameček má první pár zadečkových končetin přeměněn v kopulační orgán, samička má na bříse marsupium (koš vytvořený z destiček, které vyrůstají z kyčelních článků hrudních končetin), kde nosí vajíčka. Vývoj stejnonožců je přímý.

Vyskytují se v různých prostředích, od hlubin oceánů, až po pouště. Stejně, jako ostatní suchozemští korýši, vyhledávají stejnonožci prostředí s vysokým stupněm relativní vlhkosti a jsou aktivní převážně v noci, čímž omezují ztrátu vody odpařováním (Jeffery, Gardi et al., 2010).

Při nebezpečí se někteří zástupci stejnonožců mohou svinout do kuličky a tak se ubránit před predátory. Jiné druhy jsou přizpůsobeny stavbou těla k rychlému úniku, nebo pevnému přichycení k podkladu, někteří tropičtí stejnonožci jsou vybaveni trny (Jeffery, Gardi et al., 2010).

Jako potravu stejnonožci využívají rozkládající se organickou hmotu, především rostlinný materiál a listí, ale často požírají i živé bakterie, houby a části živých rostlin (Jeffery, Gardi et al., 2010).

Dle Allisona (1973) stejnonožci nehrají v orné půdě důležitou roli.

3.3.11. Stonožky (Chilopoda)

Stonožky mají dorzoventrálně zploštělé tělo většinou hnědé barvy. V České republice se délka jejich těla pohybuje od 6 mm do 60 mm. Hlava nese jeden pár tykadel a jednoduché oči. Ústní ústrojí je kousací. Trup je tvořen články, které mají vždy lichý počet. Na každém článku je jeden pár končetin. Stonožky se živí dravě, končetiny prvního článku jsou přeměněny v kusadla, která směřují před hlavu a jsou vybavena jedovými žlázami. Slouží k chycení a usmrcení kořisti. Na předposledním tělním článku ústí pohlavní ústrojí, na posledním jsou končetiny přeměněny v kopulační orgány, tzv. gonopody. Stonožky jsou gonochoristé, rozmnožují se vajíčky.

Žijí na povrchu půdy, v listovém opadu, hrabance, půdě a na stinných a vlhkých stanovištích, kde jsou chráněny před vysycháním (Lavelle and Spain, 2003).

Množství stonožek v opadu a půdě se většinou pohybuje od 20 do 300 jedinců na metr čtvereční (Jeffery, Gardi et al., 2010).

Stonožky jsou součástí edafonu, ale v zemědělské půdě nejsou pro malý počet jedinců škodlivé ani nijak prospěšné.

3.3.12. Mnohonožky (Diplopoda)

Tělo mají mnohonožky na průřezu kruhové nebo půlkruhové. V České republice dosahují délky 2 mm až 40 mm. Barvu mají hnědou či černou, některé druhy mohou být i pestře zbarvené (svinule lesní). Na hlavě jsou jednoduché oči umístěné na očních polích, pár krátkých tykadel a kousací ústní ústrojí. Tělo je tvořeno články a kryto vápenatou kutikulou. První článek končetiny nese, další tři články nesou každý po jednom páru končetin, na zbytku těla jsou na každém z článků dva páry končetin.

Mnohonožky jsou gonochoristé, rozmnožují se vajíčky. Vývoj probíhá anamorfózou, kdy čerstvě vylíhlé mnohonožky mají pouze tři tělní články.

Žijí v půdě, spadném listí i pod kameny. Vyhovují jim vápenaté půdy a vyšší vlhkost, ale mohou žít i v sušších oblastech, protože je jejich kutila potažena vrstvičkou vosku, který brání vysychání. Živí se převážně rostlinnými zbytky, pouze několik druhů je dravých.

V půdě napomáhají humifikaci a provzdušňování. Ve sklenicích často škodí okusem kořenů mladých rostlin.

3.3.13. Žížaly (*Lumbricidae*)

Žížaly mají červovitý tvar se špičatější přední částí a často zploštělou zadní částí. Barva žížal je různá mezi druhy i v rámci jednoho druhu. Barva je dána způsobem a místem života. Způsobují ji pigmenty, které žížalu chrání před UV zářením a napomáhají maskování před predátory. Druhy žijící na povrchu, nebo blízko něho jsou tmavší, než hlubinné žížaly. Žížala obecná (*Lumbricus terrestris*) vystrkuje při hledání potravy hlavovou část na povrch půdy, a proto má nejvíce pigmentu v této části těla. Žížala polní (*Aporrectodea caliginosa*) se drží v půdě, tudíž její pokožka obsahuje pigmentu málo. Žížala červená (*Lumbricus rubellus*) žije v nejsvrchnější vrstvě půdy, v hrabance a na půdním povrchu, a je proto zbarvená po celém těle (Pommeresche et al., 2010).

Délka žížal je různá. Naše nejmenší druhy dosahují délky jednoho centimetru, nejdelším druhem na území České republiky je hlubinná *Allolobophora hrabei*, která dorůstá až 50 cm (Pižl, 2002).

Tělo žížaly je členěno na články, které uvnitř těla tvoří přepážky. V přední třetině těla žížaly je několik zduřelých článků, které tvoří opasek. Zde jsou žlázy produkující sliz, kterým je tvořen kokon obalující vajíčka.

K pohybu je využívána podélná a okružní svalovina, která je umístěna pod pokožkou. U hlavové části je svalovina silnější, než ve zbytku těla, to žížalám pomáhá v hloubení chodbiček. Z pórů na hřbetní straně je vylučován sliz, který usnadňuje pohyb, zpevňuje stěny chodbiček v půdě a je důležitý při dýchání. Kromě prvního a posledního článku jsou na všech článcích krátké štětinky. Ty jsou umístěny v osmi řadách a jsou vybaveny svalovinou, která slouží k jejich zatahování. Štětinky jsou nakloněny směrem k zadní části a pomáhají žížale v pohybu, hloubení chodbiček a predátorům znesnadňují vytažení žížaly z půdy.

Zaživací trakt je tvořen ústním otvorem, hltanem, jícnem, svalnatým žaludkem, střevem a končí řitním otvorem. Potrava je rozmělněována ve svalnatém žaludku díky zrnkům písku, která jsou pozřeny spolu s potravou.

Žížaly jsou hermafrodité, ale většinou se páří s jinými jedinci, při čemž dochází k výměně spermatu. Po páření, během něhož je sperma partnerského jedince přenášeno do malých schránek v pokožce (tzv. spermátek), produkují žlázy v opasku váček se slizem, který má vyživovat a chránit vajíčka. Váček nakonec sklouzne přes hlavovou část, na obou stranách se uzavře, a vytvoří kokon ve tvaru citrónku (Pommeresche et al., 2010).

V jednom kokonu bývá maximálně 20 vajíček, ale většinou se líhne jenom jedno mládě. Jedna žížala může vyprodukovat tři až 100 kokonů za rok v závislosti na druhu žížaly, množství živin a klimatu (Pommeresche et al., 2010).

V České republice žije 62 druhů žížal, z čehož 18 druhů obývá ornici. Nejvýznamnější druhy v zemědělských půdách jsou žížala polní (*Aporrectodea caliginosa*) a žížala růžová (*Aporrectodea rosea*).

Žížaly preferují vlhkou, lehkou půdu s velkým obsahem organického materiálu. Ideální teplota půdy je pro ně do 18 °C, ale různé druhy jsou na teplotu různě citlivé. Vyhovuje jim vyšší obsah vápníku a neutrální pH.

Nízké pH u žížal ovlivňuje negativně plodnost, snižuje abundanci a druhovou diverzitu, vytváří se jednodruhé společenstvo (Kula, 2007).

Vápnění u žížal podporuje jejich migraci, reprodukci a snižuje mortalitu. Existenci pozitivní korelace mezi četností žížal a obsahem Ca v půdě prokázal Kula (2007).

Potravu tvoří organický materiál různého původu. Některé druhy se živí čerstvě odumřelými částmi rostlin (žížala obecná, červená, hnojní). Žížala polní a růžová konzumují chlévský hnůj i jinou rozloženou organickou hmotu, a proto se jim daří v horní vrstvě orné půdy (Pommeresche et al., 2010).

Žížaly se podílejí na rozkladu organické hmoty v půdě i na jejím povrchu, tvorbě humusu, zpřístupňují živiny rostlinám, provzdušňují půdu, napomáhají tvorbě půdních agregátů a vytváření půdního profilu.

Příspěvek žížal pro zemědělskou půdu je veliký hlavně díky jejich množství. Na jednom metru čtverečním zemědělské půdy může být v České republice až 300 jedinců různých druhů žížal, což odpovídá třem miliónům jedinců na hektar a váze až jedné tuny žížal na hektar. Díky takto vysokým počtům může ročně projít jejich zaživacím traktem na jednom hektaru půdy až 250 tun zeminy.

Dle Kuly (2007) žížaly splňují kritéria pro monitoring těžkých kovů.

3.4. Zemědělská krajina

Zemědělství se na území dnešní České republiky dostalo v pátém tisíciletí před našim letopočtem. V té době byla krajina původní, přirozená, bez zásahů člověka. Postupně byla krajina přetvářena, aby se získala větší plocha pro pěstování plodin a pastvu dobytka. S rostoucím počtem obyvatelstva se tato plocha stále zvětšovala. Docházelo k odlesňování a celkově se měnil ráz krajiny. Až do dvacátého století se však stále hospodařilo spíše na malých pozemcích, které byly odděleny mezemi, remízky a pásy křovin. To vytvářelo přirozené biokoridory a ekologické stabilizační prvky, kde mohla žít a pohybovat se zvířata, bylo také omezeno odplavování ornice. Mezníkem byla kolektivizace v 50. letech 20. století spojená s rozoráváním mezí a scelováním pozemků a následná intenzifikace zemědělské výroby spojená i s melioračními opatřeními (Šapatka a Zídek, 2005). Simon a Sucharda (2004) uvádějí, že během hospodářsko-technické úpravy pozemků bylo do roku 1990 rozoráno 450 tisíc hektarů luk, 50 tisíc hektarů rozptýlené zeleně, 240 tisíc hektarů mezí a byly zrušeny více než dvě třetiny polních cest.

Dle Vráblikové a Vráblika (2000) vedl vývoj v posledních desetiletích ke zprůměrnění zemědělství, což mělo určité pozitivní ekonomické efekty, ale také negativní dopad na životní prostředí. Dále Vrábliková a Vráblik (2000) poukazují na to, že nadměrná chemizace a využívání těžké mechanizace má negativní důsledky pro půdu a že výstavba velkokapacitních objektů představovala bodové zdroje znečištění prostředí. V posledních letech se klade velký důraz na ochranu stávajících a vytváření nových biotopů, které jsou dle Šapatky a Zídka (2005) důležité pro zvýšení druhové biodiverzity a posílení rovnováhy v ekosystému.

Rozloha České republiky je 78 865 km², z čehož 34 835 km² zabírá zemědělská půda. Přibližně 72 % zemědělské půdy je půda orná. Zbylá půda je využita jako chmelnice, vinice, zelenářské zahrady, ovocné sady a jako trvalé travní porosty, většinou užívané k pastvě zemědělských zvířat (Agrocenzus 2010).

3.5. Travnaté pásy

Travnaté pásy na orné půdě jsou buď původní, nebo uměle vytvořené. Jsou vytvářeny na orné půdě s vyšším sklonem vždy po vrstevnici tak, aby se zabránilo odplavování ornice, zmenšil se povrchový odtok vody po přívalových deštích a zabránilo se odplavování živin, hnojiv, herbicidů a insekticidů do vodotečí. Simon a Sucharda (2004) uvádějí, že tyto pásy pomáhají snižovat škody při povodních, zachycovat splaveniny, snižovat větrnou erozi a vysychání půdy, čímž se snižují škody na zemědělských plodinách.

Vytvářejí se tak také biokoridory a zvyšuje se estetická hodnota krajiny. V současné době navrhované a budované prvky ÚSES (územní systém ekologické stability) by mohly při vhodném trasování výrazně zvýšit retenční účinek zemědělské krajiny (Simon a Sucharda, 2004).

Travnaté filtrační pásy mají vysokou účinnost v zachycování sedimentů (Barfield et al., 1979). Když se sediment usadí v této vegetační zóně, živiny na něj vázané se usadí také (Bolton et al., 1991). To zabraňuje znečištění povrchových vod sousedících s ornou půdou.

V travnatých pásech je také pozorována vyšší abundance žížal, než v orné půdě, protože se dle van Vlieta et al. (2007) minimalizací fyzického narušení půdy zvyšuje jejich činnost, což podle Umikera et al. (2009) může zlepšit dlouhodobou produktivitu půdy.

Cordeau et al. (2011) pokusně zjistil, že travnaté pásy budované mezi zemědělsky využívanými plochami zabraňují šíření plevelů a snižují množství plevelů v kulturních plodinách.

3.6. Metody extrakce půdní fauny

3.6.1. Berlese- Tullgrenova metoda

Tuto automatickou metodu založenou na principu trychtýře s ohřevem půdního vzorku vynalezl v roce 1905 Antonio Berlese a modifikoval ji Albert Tullgren (1918). Tato metoda je využívána hlavně pro extrakci makrofauny z oblastí s nízkou hustotou jedinců. Kvantitativní studie těchto řídkých populací vyžadují rychlé zpracování velkého množství vzorků (Bremner, 1990).

Trychtýř je tvořen velkou obdélníkovou krabicí (2,4x 1,2x 1,6 m) s tepelně izolovanými stěnami a otevřeným dnem, stojící na čtyřech nohách. Teplo zajišťují tři 1500 W elektrická topná tělesa (v případě Tullgrenovy metody pouze 15 až 150 W) umístěná na vnitřní straně krabice. Vzorek je umístěn do drátěného koše, na trubky, které se mohou volně otáčet, což zabrání otřesům při vkládání vzorku. Půdní fauna opouštějící zahřátý vzorek padá do sběrných zásobníků z pozinkovaného plechu, kam jsou svedeny pomocí suknic. Jako sběrné medium je použita voda. V případě, že vzorky nepotřebujeme živé, použijeme 4% roztok formalinu. Doba ohřevu vzorku je šest hodin, což je dostatečné pro vzorek o tloušťce 10 cm (Bremner, 1990).

3.6.2. Winklerova metoda

Tato metoda je používána pro extrakci makroskopických bezobratlých.

Listový opad společně s vrchní vrstvou půdy je proset přes síto s velikostí ok 10 mm, čímž se oddělí velké částice a sníží se objem materiálu. Prosetý materiál je zachycen v pytli z tkaniny, pod který je připevněna nádoba s alkoholem, do které padají organismy opouštějící látkový pytel (Krell et al., 2004).

Winklerův extraktor je založen na dvou principech: na náhodné lokomoci organismů a na principu vysychání, kdy organismy opouští nevhodné prostředí a padají do nádoby s alkoholem.

Extrakce Winklerovou metodou se hodnotí po uplynutí tří hodin až sedmi týdnů. Touto metodou je extrahována většina makroskopických bezobratlých, s výjimkou stejnonožců, mnohonožek a měkkýšů (Krell et al., 2004).

3.6.3. Ruční třídění

Individuální ruční třídění se provádí u malých vzorků půdy pod lupou, většinou pomocí preparační jehly.

Dle Tajovského a Pižla (1998) není ruční třídění moc efektivní. Je pracné, časově náročné a výsledky jsou často podhodnocené a nepřesné (Tuf and Tvardík, 2005).

3.6.4. Flotační metoda

Metodou flotace jsou zvířata extrahována pasivní, takže nemusí aktivně opouštět půdu, díky čemuž je možno získat i méně pohyblivá a klidová stadia (Kuenen et al., 2009). Kuenen et al. (2009) shledává jako nejpříznivější metodu flotace za použití olivového oleje, toxické a agresivní flotační kapaliny, jako je například petrolej a tetrachlormethan jsou podle něho méně příznivé.

Olivový olej je vstřikován do vzorku a vháněn do vody za použití vrtulové hřídele. Organismy se zachycují mezi kapkami oleje a po zastavení vrtule mohou být snadno shromážděny z oleje plovoucího na hladině vody (Kuenen et al., 2009).

3.7. Metody hodnocení půdní fauny

3.7.1. Biological soil quality index (BSQ)

BSQ index je aplikován na půdní faunu rozdělenou podle biologického typu pro hodnocení stupně adaptace na půdní prostředí (Sacchi and Testard, 1971; Parisi, 1974). Hodnocení spočívá v rozdílných ekologických potřebách půdní fauny a je vyjádřeno ekomorfologickými indexy (EMI). Hodnota BSQ indexu je potom součet jednotlivých EMI indexů.

BSQ index je určen pro reprezentaci struktury, funkce a složení ekosystémů, přičemž se ale vyhýbá klasifikaci na úrovni druhů (Gardi et al., 2002). Tím výrazně usnadňuje a zrychluje hodnocení vzorků.

Tabulka 1. Ekomorfologické indexy (EMI) jednotlivých skupin půdní fauny (Parisi et al., 2005).

Taxon	EMI	Taxon	EMI
Roztoči (Acari)	20	Chvostnatky (Microcoryphia)	10
Pavouci (Araneae)	1-5	Sekáči (Opiliones)	10
Švábi (Blattaria)	5	Rovnokřídlí (Orthoptera)	1-20
Stonožky (Chilopoda)	10-20	Ostatní holometabola (dospělci)	1
Brouci (Coleoptera)	1-20	Ostatní holometabola (larvy)	10
Chvostoskoci (Collembola)	1-20	Štírenky (Palpigradi)	20
Škvoři (Dermaptera)	1	Drobnušky (Pauropoda)	20
Mnohonožky (Diplopoda)	10-20	Hmyzenky (Protura)	20
Vidličnatky (Diplura)	20	Štírci (Pseudoscorpiones)	20
Dvoukřídlí, larvy (Diptera, larvae)	10	Pisivky (Psocoptera)	1
Snovatky (Embioptera)	10	Stonožky (Symphyla)	20
Polokřídlí (Hemiptera)	1-10	Třásnokřídlí (Thysanoptera)	1
Blanokřídlí (Hymenoptera)	1-5	Rybenky (Zygentoma)	10
Stejnonožci (Isopoda)	10		

3.7.2. Druh / logaritmus jedinců

Jedna z nejpoužívanějších měřících metod diverzity je celkový počet druhů, dělený logaritmem celkového počtu jedinců (Menhinick, 1964).

Dle Menhinicka (1964) však nelze tento index použít k porovnání vzorků různých velikostí.

$$D = \frac{S/a}{\log(\frac{I}{b})}$$

V tomto vzorci je **D** indexem diverzity, **s** je celkový počet jedinců, **a** je parametr, o který je počet druhů snížen, při zmenšení velikosti vzorku. **I** značí celkový počet jedinců a **b** je parametr vyjadřující snížení velikosti vzorku.

3.7.3. Margalefův index

Margalefův index (Margalef, 1958) se využívá pro měření diverzity, ale dle Menhinicka (1964) není vhodný pro měření diverzity hmyzu, vzhledem k velké rozmanitosti velikostí vzorků a protože se hodnoty diverzity u různých vzorků překrývají.

$$D = \frac{S - 1}{\log N}$$

D zde zastupuje index diverzity, **S** je počet druhů a **N** počet jedinců.

3.7.4. Simpsonův index

Simpsonův index (Simpson, 1949) se používá pro měření diverzity, hlavně v případě, kdy není možné určit celkový počet jedinců na stanovišti a musí být použit náhodný vzorek (Spellerberg, 2005).

$$D = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

D je zde index, **s** je celkový počet druhů a **P_i** je relativní zastoupení **i**-té populace.

3.7.5. Brillouinův index

Brillouinův index (Brillouin, 1960) vyjadřuje jak vyrovnané je zastoupení zástupců jednotlivých druhů ve vzorku. Čím vyrovnanější je zastoupení jedinců mezi druhy, tím je hodnota indexu vyšší (Spellerberg, 2005).

$$H = \frac{1}{N} \log_{10} \frac{N!}{N_1! N_2! N_3!}$$

H zastupuje Brillouinův index, **N** je celkový počet jedinců a **N_i** je počet jedinců druhu **i** (v tomto případě druhy 1 až 3) (Spellerberg, 2005).

4. Metodika

Odběr vzorků probíhal v okolí měst Příbram a Votice. Pro odběr bylo vytipováno celkem deset lokalit. V každé lokalitě byl odebrán jeden vzorek z předělu mezi ornou půdou a trvalým travním porostem a druhý vzorek v travním porostu z oblasti ležící deset metrů pod předělem s ornou půdou.

Vzorky o velikosti jednoho decimetru krychlového (10x10 cm x 10 cm do hloubky) byly odebrány včetně kořenových částí rostlin.

Mesofauna byla získávána pomocí Tullgrenových extraktorů. V extraktorech byly vzorky uloženy po dobu devíti dnů, edafon byl uchovávan v 70 % roztoku ethanolu. Získaná biota byla v laboratoři rozřazena do devatenácti taxonů, získaná data byla použita k dalšímu hodnocení.

Ke každému taxonu byl přiřazen ekomorfologický index (EMI), na základě kterého byla hodnocena kvalita stanoviště pomocí metody BSQ indexů.

Chvostokoci byli rozděleni do tří skupin (1; 3; 5). Rozdělení bylo provedeno na základě vnějších morfologických znaků, díky kterým je možné určit míru vázanosti druhu na půdní prostředí. Chvostokoci první skupiny mají vyvinutou furcu a jsou plně pigmentovaní, což je určující pro epigeické druhy a proto má tato skupina nízký EMI index. Naopak chvostokoci páté skupiny jsou nepigmentovaní a nemají vyvinutou furcu, což značí euedafické druhy, silně vázané na půdu s vysokým EMI indexem.

Kromě BSQ indexů byla získaná data použita pro porovnání druhové diverzity, k čemuž byl využit Simpsonův a Shannonův index a také ke zjištění druhové vyrovnanosti Brillouinovým indexem.

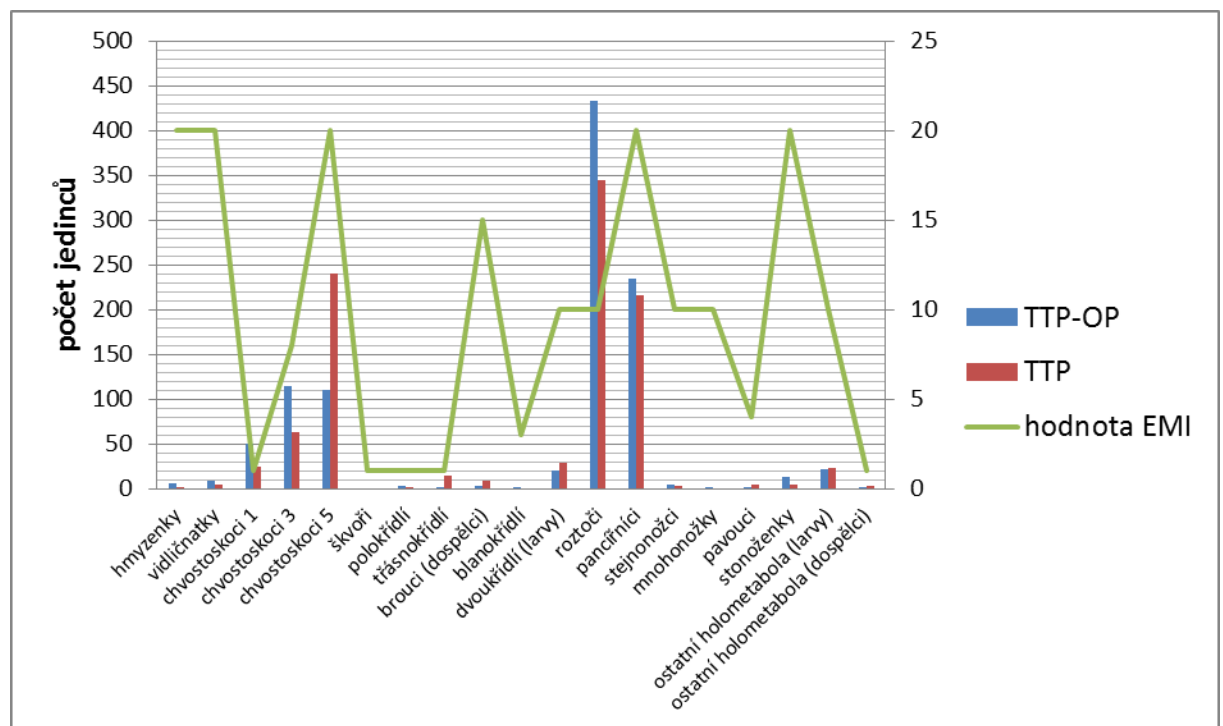
5. Výsledky

Celkem bylo ve dvaceti vzorcích z deseti lokalit nalezeno 2020 jedinců půdní mesofauny. V laboratoři byli tito jedinci rozřazeni do devatenácti taxonomických skupin. Každé skupině byla přidělena hodnota EMI indexu, a pro každý vzorek byla vypočtena hodnota BSQ indexu.

Složení mesofauny na jednotlivých lokalitách, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů jsou zapsány v tabulkách (příloha 1, 2, 3 a 4).

Graf 1 znázorňuje početní rozložení jedinců různých lokalit. Porovnávány jsou vzorky odebrané z předělu mezi ornou půdou a trvalým travním porostem (TTP-OP) se vzorky odebranými v travním porostu ve vzdálenosti deset metrů od orné půdy (TTP). Znáznorněna je také hodnota EMI indexu pro každou taxonomickou skupinu mesoedafonu.

Graf 1: Počty jedinců jednotlivých taxonomických skupin mesoedafonu (srovnání TTP-OP a TTP). Indikační síla skupin je znázorněna EMI indexem.



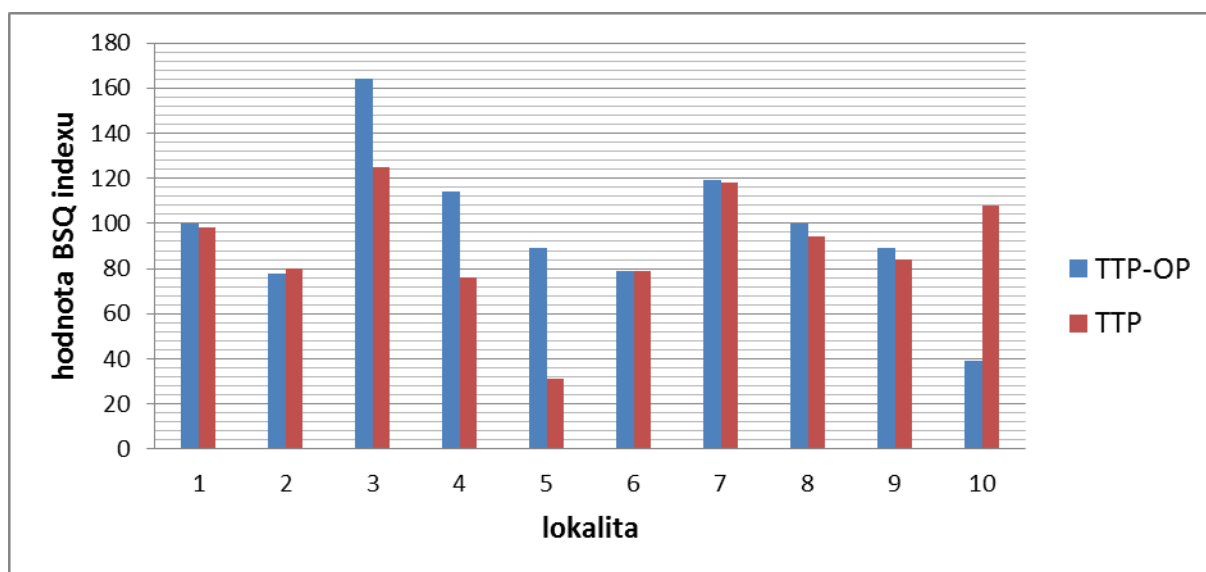
Tabulka 2: Vypočtené indexy diverzity (Simpson, Shannon) a Brillouinův index vyrovnanosti.

Místo odběru	Simpsonův index	Shannonův index	Brillouinův index
TTP-OP 1	0,85	2,839	2,569
TTP 1	0,52	1,474	1,421
TTP-OP 2	0,73	2,165	2,111
TTP 2	0,83	2,941	2,717
TTP-OP 3	0,45	1,237	1,126
TTP 3	0,78	2,293	2,173
TTP-OP 4	0,68	2,114	1,824
TTP 4	0,7	1,371	0,864
TTP-OP 5	0,91	3,119	2,505
TTP 5	0,8	2,531	2,093
TTP-OP 6	0,78	2,435	2,244
TTP 6	0,82	2,577	2,266
TTP-OP 7	0,74	2,307	2,17
TTP 7	0,83	2,762	2,509
TTP-OP 8	0,81	2,359	2,022
TTP 8	0,56	1,758	1,438

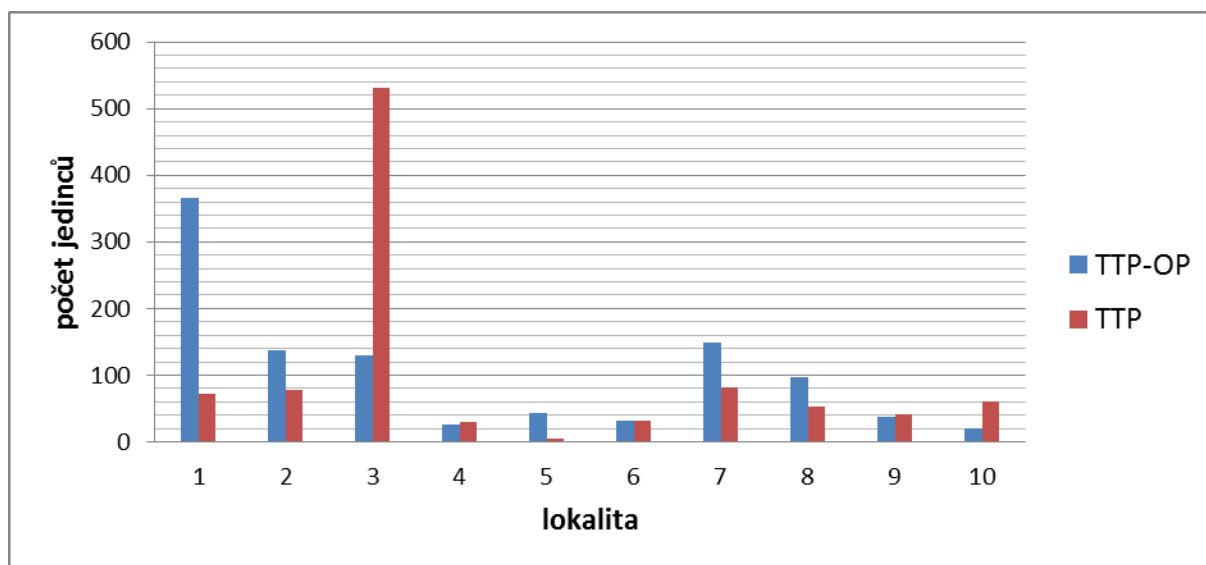
TTP-OP 9	0,81	2,409	2,085
TTP 9	0,57	1,694	1,435
TTP-OP 10	0,77	1,941	1,619
TTP 10	0,74	2,282	2,048

Grafy indexů diverzity a vyrovnanosti (Simpson, Shannon a Brillouin) jsou zařazeny v přílohách (příloha 5, 6 a 7).

Graf 2: Porovnání kvality stanovišť pomocí BSQ indexu.



Graf 3: Porovnání celkových počtů jedinců na lokalitách (rozdělené mezi TTP-OP a TTP).



Odběr vzorků probíhal na deseti lokalitách v okolí Příbrami a Votic. Celkově bylo ze všech vzorků získáno 2020 jedinců půdní mesofauny, kteří byli rozřazeni do devatenácti taxonomických skupin. Každé skupině byl přidělen ekomorfologický index pro vypočtení BSQ indexu, byly spočteny indexy druhové diverzity (Simpsonův a Shannonův) a Brillouinův index vyrovnanosti. Na každé lokalitě byly odebrány dva vzorky. Jeden vzorek z hranice mezi ornou půdou a trvalým travním porostem, druhý vzorek z travního porostu ve vzdálenosti 10 metrů od této hranice.

Z tabulek příloze 1 až 4 a z grafu 1 vyplývá, že nejpočetněji zastoupené skupiny mesoedafonu na hranici orné půdy, i v trvalém travním porostu deset metrů pod touto hranicí jsou chvostokoci, roztoči a pancířníci. Z chvostokoků jsou nejpočetnější zástupci páté skupiny, která má zároveň nejvyšší EMI index, protože tito chvostokoci jsou ze všech třech skupin nejvíce vázáni na půdu.

Kvalita stanoviště dle BSQ indexu je výrazně vyšší na hranici orné půdy v lokalitách 3, 4 a 5, naopak u lokality číslo 10 je hodnota BSQ indexu vyšší v trvalém travním porostu. U ostatních lokalit se hodnoty BSQ výrazně neliší.

Dle Simpsonova indexu je druhová diverzita v pěti případech vyšší na hranici orné půdy (lokality 1, 5, 8, 9 a 10) a v pěti případech je vyšší diverzita v travním porostu (lokality 2, 3, 4, 6 a 7).

Dle Shannonova indexu je diverzita na hranici orné půdy vyšší u lokalit 1, 4, 5, 8 a 9. Vyrovnanost dle Brillouinova indexu je vyšší u pěti lokalit na hranici orné půdy (lokality 1, 4, 5, 8 a 9) v travním porostu na lokalitách 2, 3, 7 a 10. U lokality číslo 6 je rozdíl zanedbatelný. Nejvyšší množství jedinců je v travním porostu na lokalitě číslo 3, kde jsou vysoké počty roztočů, pancířníků a chvostoskoků páté skupiny. Na hranici orné půdy je množství jedinců nejvyšší u lokality číslo 1, výrazně zde však dominují roztoči.

6. Diskuze

Lokality všech odběrů vzorků byly více či méně ovlivněny lidskou činností, což mění druhové složení původního stanoviště (Allison, 1973). Vzorky odebrané z hranice s ornou půdou by měly být dle Allisona (1973) méně kvalitní, protože střídání plodin a aplikace insekticidů a herbicidů způsobují silné poškození zoedafonu. Toto lze pozorovat například u chvostoskoků, kterých je celkově více ve vzorcích odebraných z travního porostu. Tato hodnota je však silně ovlivněna počtem chvostoskoků páté skupiny na TTP třetí lokality, kde se jedinců těchto euedafických druhů našlo 148.

U pancířníků nelze určit jednoznačný trend, protože počty ze všech lokalit jsou mezi TTP-OP a TTP poměrně vyrovnané. Lze však konstatovat, že TTP-OP na první lokalitě a TTP na třetí lokalitě byly výrazně vlhčí, než ostatní stanoviště (Tullgren, 1918).

Vysoké počty roztočů by mohly být dány hojným zastoupením chvostoskoků a pancířníků, kteří tvoří hlavní složku potravy dravých druhů roztočů, na což poukazuje Wissuwa et al. (2012).

Wissuwa et al. (2012) také popisuje různé působení jednotlivých druhů rostlin na orné půdě i v travním porostu na abundanci roztočů. Výsledky se však různí pro jednotlivé kulturní plodiny i traviny, což by vysvětlovalo nejednoznačnost výsledků na zkoumaných lokalitách.

Vyšší hodnoty BSQ indexu na hranici orné půdy u sedmi lokalit mohou být způsobeny zvýšeným množstvím organické hmoty, díky posklizňovým zbytkům a organickému hnojení, na což poukazují Šapatka a Zídek (2005).

Nevyrovnaný výskyt jednotlivých taxonomických skupin mezi lokalitami i mezi TTP-OP a TTP je zřejmě dán provázaností vztahů, specifickými nároky na prostředí a vzájemným působením půdní fauny (Vačkář, 2005).

7. Závěr

Cílem této práce bylo popsat jednotlivé druhy půdní fauny vyskytující se v zemědělské krajině. Půdní fauna je důležitý půdotvorný činitel a hraje významnou roli v tvorbě humusu, rozkladu organické hmoty, provzdušňování půdy a vzniku organominerálních sloučenin. Zemědělství má na půdní faunu velký vliv, mění druhové složení i množství zástupců jednotlivých druhů.

Za účelem zjištění rozdílů v diverzitě a množství zástupců půdní fauny mezi hranicí orné půdy a travním porostem 10 metrů od orné půdy bylo odebráno 20 vzorků na deseti lokalitách v okolí Příbrami a Votic. Ze vzorků bylo extrahováno 2020 zástupců půdní fauny, kteří byli rozděleni do devatenácti taxonomických skupin.

Pomocí BSQ indexu byla stanovena kvalita stanovišť. Simpsonův a Shannonův index byl použit ke zjištění diverzity a Brillouinův index posloužil pro stanovení vyrovnanosti zastoupení jednotlivých taxonomických skupin na stanovištích.

Z výsledků vyplývá, že celkově vyšší abundance půdní fauny je na hranici orné půdy, tyto hodnoty jsou však nejednoznačné a v případě několika lokalit je abundance vyšší v travním porostu. Nejvíce zastoupení jsou chvostokoci, roztoči a pancířníci.

Druhová diverzita je různá v závislosti na lokalitě a nelze jednoznačně říci, zda je vyšší v orné půdě, či v trvalém travním porostu. Toto platí i pro vyrovnanost zastoupení jednotlivých taxonů.

Hodnoty BSQ indexu značící kvalitu stanoviště jsou v průměru vyšší na hranici orné půdy.

8. Seznam literatury

- Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier scientific publishing company. p. 637. ISBN: 0-444-41017-1.
- Axelsen, J. A., Kristensen, K. T. 2000. Collembola and mites in plots fertilised with different types of green manure. *Pedobiologia* 44. p. 556-566.
- Bardgett, R. D. 2005. The biology of soil: a community and ecosystem approach. Oxford university press. Oxford. p. 242. ISBN: 0-19-852503-6.
- Bardgett, R. D., Griffiths, B. 1997. Ecology and biology of soil protozoa, nematodes and microarthropods. In: van Elsas, J. D., Trevors, J. T., Wellington, E. M. H. (eds.). *Modern soil mikrobiology*. Marcel Dekker. New York. p. 129-163. ISBN: 0-8247-9436-2.
- Barfield, B. J., Tollner, E. W., Hayes, J. C. 1979. Filtration of sediment by simulated vegetation I. In: *Transactions of ASAE* 22 (5). p. 540-545.
- Bolton, S. M., Ward, T. J., Cole, R. A. 1991. Sediment-related transport of nutrients from southwestern watersheds. In: *Journal of irrigation and drainage engineering* 117 (5). p. 736-747.
- Bremner, G. 1990. a Berlese funnel for rapid extraction of grassland surface macroarthropods. In: *New Zealand entomologist* 13. p. 76-80.
- Brillouin, L. 1960. *Science and information theory*, second edition. Academic press. New York. p. 314. ISBN: 0-48643-918-6.
- Coleman, D. C., Crossley, D. A., Hendrix, P. F. Jr. 2004. *Fundamentals of soil ecology*, second edition. Elsevier academic press. London. p. 386. ISBN: 0-12-179726-0.
- Cordeau, S., Petit, S., Reboud, X., Chauvel, B. 2011. Sown grass stripes harbour high weed diversity, but decrease weed richness in adjacent crops. In: *Weed research* 59. p. 88-97.
- Edwards, C. A. 1990. Symphyla. In: Dindal, D. L. (ed.). *Soil biology guide*. Wiley & sons. New York. p. 891-910. ISBN: 978-0-471-04551-9.

- Foth, H. D. 1990. Fundamentals of soil science, eight edition. John Wiley & sons. New York. p. 368. ISBN: 0-471-52279-1.
- Gardi, C., Tomaselli, M., Parisi, V., Petraglia, A., Santini, C. 2002. Soil quality indicators and biodiversity in Northern Italian permanent grasslands. In: European journal of soil biology 38. p. 103-110.
- Hopkin, S. P. 2006. Collembola. In: Lal, R. (ed.). Encyclopedia of soil science, second edition. p. 299-302. ISBN: 0-8493-3830-1.
- Christie, J. R. 1959. Plant nematodes: their bionomics and control. University of Florida. Gainesville. p. 256.
- Jakrlová, J., Pelikán, J. 1999. Ekologický slovník. Fortuna. Praha. s. 144. ISBN: 80-7168-644-1.
- Jeffery, S., Gardi, C., Jones, A., Montanarella, L., Marino, L., Miko, L., Ritz, K., Pérès, G., Römbke, J., van der Putten, W. H. (eds.). 2010. European atlas of soil biodiversity. Publications office of the European Union, Luxembourg. p. 128. ISBN: 978-92-79-15806-3.
- Koch, M. 2009. Protura. In: Resh, V. H., Cardé, R. T. (eds.). Encyclopedia of insects, second edition. Elsevier academic press. London. p. 855-858. ISBN: 978-0-12-374144-8.
- Krell, F. T., Chung, A. Y. C., Deboise, E., Eggleton, P., Gusti, A., Inward, K., Krell-Westerwalbesloh, S. 2004. Quantitative extraction of macro-invertebrates from temperate and tropical leaf litter and soil: efficiency and time-dependent taxonomic biases of the Winkler extraction. In: Pedobiologia 49 (2005). Elsevier. p. 175-186.
- Kubiens, W. L. 1953. The soils of Europe. Allen & Unwin. London. p. 318. ISBN: 0045500010.
- Kuenen, F. J. A., Venema, H., van Gestel, C. A. M., Verhoef, H. A. 2009. Extracting soil microarthropods with olive oil: a novel mechanical extraction method for mesofauna from sandy soils. In: European journal of soil biology 45. Elsevier. p. 496-500.

Kula, E. 2007. Půdní a epigeické fauna stanovišť ovlivněných vápněním a její dynamika. Lesy české republiky. Hradec Králové. s. 24.

Lavelle, P., Spain, A. V. 2003. Soil ecology. Kluwer academic publishers. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. p. 654. ISBN: 0-306-48162-6.

Margalef, R. 1958. Temporal sucesion and spatial heterogenity in phytoplankton. In: Buzzati-Traverso, A. A. (ed.). Perspektives in marine biology. Univesity of California press. Los Angeles, Berkeley. p. 323-349.

Menhinick, E. F. 1964. a comparison of some species-individuals diversity indices applied to sample of field insects. In: Ecology 45, no. 4. Ecological society of America. p. 859-861.

Norton, R. A., Behan-Pelletier, V. M. 1991. Calcium carbonate and calcium oxolate as cuticular hardening agents in oribatid mites (Acari: Oribatida). In: Canadian journal of zoology 69. p. 1504-1511.

Parisi, V. 1974. Biologia e ecologia del suolo: tecniche di ricersa. In: Boringhieri, B. (ed.). Testi e manueli biologia. p. 174. ISBN: 8833953157.

Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E. 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. In: Agriculture, ecosystems & environment 105. p. 323-333.

Pass, G., Szucsich, N. U. 2011. 100 years of research on the protura: Many secrets still retained. In: Soil Organisms 83. p. 309-334.

Petersen, H. 2002. General aspects of collembolan ecology at the turn of millennium. In: Pedobiologia 46. p. 246-260.

Pižl, V. 2002. Žížaly České republiky: Earthworms of the Czech republic. Supplementum č. 9/2002. s. 154. ISBN: 8086485048.

Pommersche, R., Hansen, S., Løes, A. K., Sveistrup, T. 2010. Žížaly a jejich význam pro zlepšování kvality půdy. Bioinstitut. Olomouc. s. 23. ISBN: 978-80-87371-02-2.

- Sacchi, C. F., Testard, P. 1971. *Ecologie animale: organisme et milieu*. Doin. Paris. p. 480. ISBN: 2704004366.
- Schuster, R. 1956. In: Coleman, D. C., Crossley, D. A., Hendrix, P. F. Jr. 2004. *Fundamentals of soil ecology*, second edition. Elsevier academic press. London. p. 386. ISBN: 0-12-179726-0.
- Siepel, H., de Routier-Dijkman, E. M. 1993. Feeding guilds of oribatid mites based on their carbohydrase activities. In: *Soil biology and chemistry* 25. p. 1491-1497.
- Simon, O., Sucharda, M. 2004. Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní: přehled problémů a doporučená opatření. Hnutí DUHA. Brno. s. 34. ISBN: 80-86834-04-2.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. In: Smith, C. H. *Nature* 163. Macmillan publishers. p. 668-688.
- Spellerberg, I. F. 2005. *Monitoring ecological change*. Cambridge university press. Cambridge. p. 391. ISBN: 0-521-52728-7.
- Subías, L. S. 2004. Systematic, synonymic and biogeographical check-list of the world's oribatid mites (Acariformes, Oribatida) (1758-2002). p. 3-305.
- Szeptycki, A. 2007. *Catalogue of the world protura*. Kraków. p. 210.
- Šapatka, B., Zidek, T. 2005. Šetrné formy zemědělského hospodaření v krajině a agroenvironmentální programy. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. s. 34. ISBN: 80-7084-493-0.
- Tajovský, K., Pižl, V. 1998. In: Šimek, M., Šantrůčková, H., Křišťůfek, V. (eds.). *Odběr, skladování a zpracování půdních vzorků pro biologické a chemické analýzy*. Ústav půdní biologie AV ČR. České Budějovice. s. 114. ISBN: 80-902020-3-9.
- Todd, R. L., Crossley, D. A. Jr., Stormer, J. A. Jr. 1974. In: Coleman, D. C., Crossley, D. A., Hendrix, P. F. Jr. 2004. *Fundamentals of soil ecology*, second edition. Elsevier academic press. London. p. 386. ISBN: 0-12-179726-0.

- Tuf, I. H., Tvardík, D. 2005. Heat-extractor – an indispensable tool for soil zoological studies. In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J., Pižl, V. (eds.). 2005. Contribution to soil zoology in central Europe I. Institute of soil biology, Academy of science of the Czech Republic. České Budějovice. p. 191-194. ISBN: 80-86525-04-X.
- Tullgren, A. 1918. Ein sehr einfacher ausleseapparat für territole tierfaunen. In: Zeitschrift für angewandte entomologie 4. p. 149-150.
- Umiker, K. J., Johnson-Maynard, J. L., Hatten, T. D., Eigenbrode, S. D., Bosgue-Pérez, N. A. 2009. Soil carbon, nitrogen, pH, and earthworm density as influenced by cropping practices in the Inland Pacific Northwest. In: Soil & Tillage Research 105. p. 184-191.
- Vačkář, D. (ed.). 2005. Ukazatele změn biodiverzity. Academia. Praha. s. 300. ISBN: 80-200-1386-5.
- van Vliet, P. C. S., van der Stelt, B., Rietberg, P. I., de Goede, R. G. M. 2007. Effects of organic matter content on earthworms and nitrogen mineralization in grassland soils. In: European journal of soil biology 43. p. 222-229.
- Vráblíková, J., Vráblík, P. 2000. Vliv antropogenní činnosti na agroekosystém severních Čech. Fakult životního prostředí Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem. IUAPPA Praha. s. 194-196.
- Wallwork, J. A. 1960. Observations on the behavior of some oribatid mites in experimentally controlled temperature gradients. In: Proceedings of the zoological society of London 135. p. 619-629.
- Wissuwa, J., Salamon, J. A., Frank, T. 2012. Effects of habitat age and plant species on predatory mites (Acari, Mesostigmata) in grassy arable fallows in Eastern Austria. In: Soil Biology & Biochemistry 50. p. 96-107.

8.1. Internetové zdroje

Agrocensus 2010- Strukturální šetření v zemědělství a metody zemědělské výroby. Český statistický úřad [online]. 18.1.2013 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z <http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/kapitola/2126-11-n_2011-01>

Insect and their allies. Diplura [online]. 2.1.2014 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z <<http://www.ento.csiro.au/education/hexapods/diplura.html>>.

Starý, j. 2008. Pancířníci (Acari: Oribatida) Šumavy a Krkonoš [online]. [cit. 2014-02-26]. Dostupné z <<http://www.infodatasy.cz/biodivkrsu/reserseOribatida.pdf>>.

Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 1 až 3, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

Příloha 2: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 4 a 5, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

Příloha 3: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 6 až 8, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

Příloha 4: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 9 a 10, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

Příloha 5: Graf porovnání druhové diverzity mesoedafonu pomocí Simpsonova indexu.

Příloha 6: Graf porovnání druhové diverzity mesoedafonu pomocí Shannonova indexu.

Příloha 7: Graf porovnání druhové vyrovnanosti mesoedafonu pomocí Brillouinova indexu.

Přílohy

Příloha 1: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 1 až 3, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

místo odběru		TTP-OP 1	TTP 1	TTP-OP 2	TTP 2	TTP-OP 3	TTP 3
taxon	EMI						
hmyzenky	20	3			1	2	
vidličnatky	20					2	
chvostokoci 1	1	12	3			8	3
chvostokoci 3	8	12	13	36		12	20
chvostokoci 5	20	8	9	8	8	19	148
škvoři	1						
polokřídlí	1	1				1	
třásnokřídlí	1					2	14
brouci (dospělci)	15		2			2	2
blanokřídlí	3					1	
dvoukřídlí (larvy)	10		7	15		3	13
roztoči	10	232	18	41	56	32	177
pancířníci	20	86	13	33	11	40	149
stejnonožci	10						3
mnohonožky	10						
pavouci	4		2			1	
stonoženky	20	2				2	1
ostatní holometabola (larvy)	10		5	5	1		2
ostatní holometabola (dospělci)	1					2	
celkem jedinců		365	72	138	77	129	532
BSQ	185	100	98	78	80	164	125

Příloha 2: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 4 a 5, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

místo odběru		TTP-OP 4	TTP 4	TTP-OP 5	TTP 5
taxon	EMI				
hmyzenky	20				
vidličnatky	20			2	
chvostokoci 1	1	4	2	4	1
chvostokoci 3	8	3	6	7	
chvostokoci 5	20	5	12	3	1
škvoři	1				
polokřídli	1		1		
třásnokřídli	1				
brouci (dospělci)	15	1	2		
blanokřídli	3				
dvoukřídli (larvy)	10	1			
roztoci	10	4	2	23	3
pancířníci	20	3	3	2	
stejnonožci	10	2			
mnohonožky	10	2			
pavouci	4				
stonoženky	20				
ostatní holometabola (larvy)	10	1		2	
ostatní holometabola (dospělci)	1		2		
celkem jedinců		26	30	43	5
BSQ	185	114	76	89	31

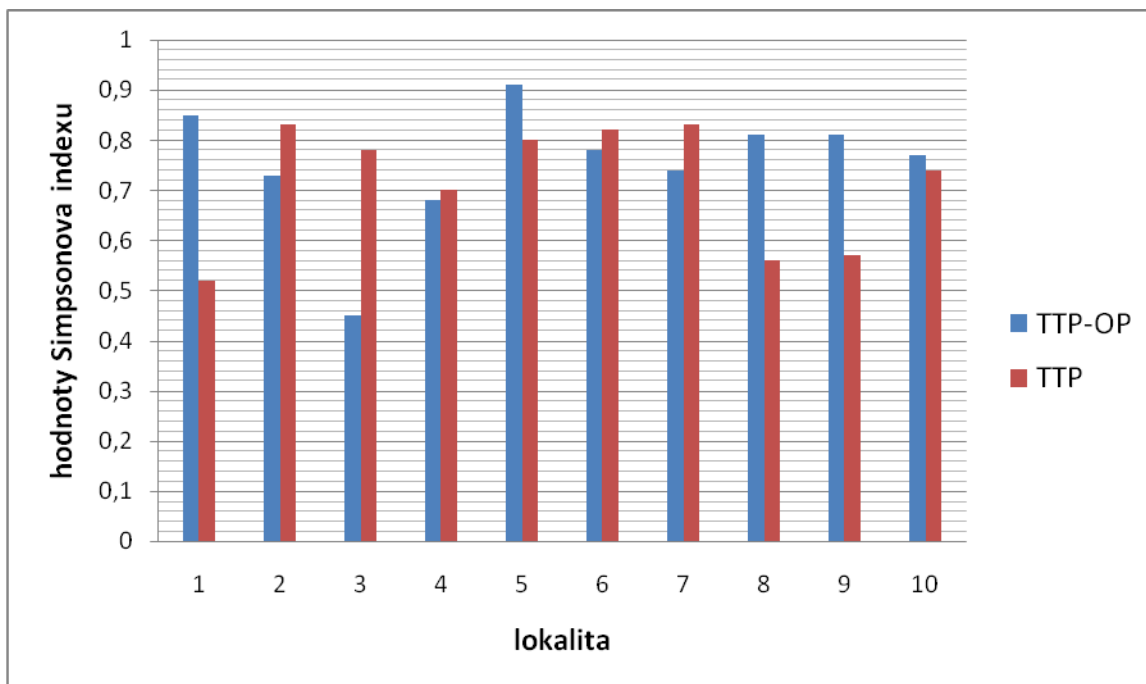
Příloha 3: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 6 až 8, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

místo odběru		TTP-OP 6	TTP 6	TTP-OP 7	TTP 7	TTP-OP 8	TTP 8
taxon	EMI						
hmyzenky	20			1			1
vidličnatky	20			3	2	1	
chvostokoci 1	1	4	2	4	3	5	2
chvostokoci 3	8	7	1	15	9	8	9
chvostokoci 5	20	10	21	19	22	22	10
škvoři	1						
polokřídli	1					1	
třásnokřídli	1						
brouci (dospělci)	15				1		
blanokřídli	3						
dvoukřídli (larvy)	10		1		8		
rozoči	10	7	3	63	20	21	11
pancířníci	20	2	1	34	12	33	15
stejnonožci	10			1		1	
mnohonožky	10						
pavouci	4				1		2
stonoženky	20	2					
ostatní holometabola (larvy)	10		3	8	4	5	1
ostatní holometabola (dospělci)	1						1
celkem jedinců		32	32	148	82	97	52
BSQ	185	79	79	119	118	100	94

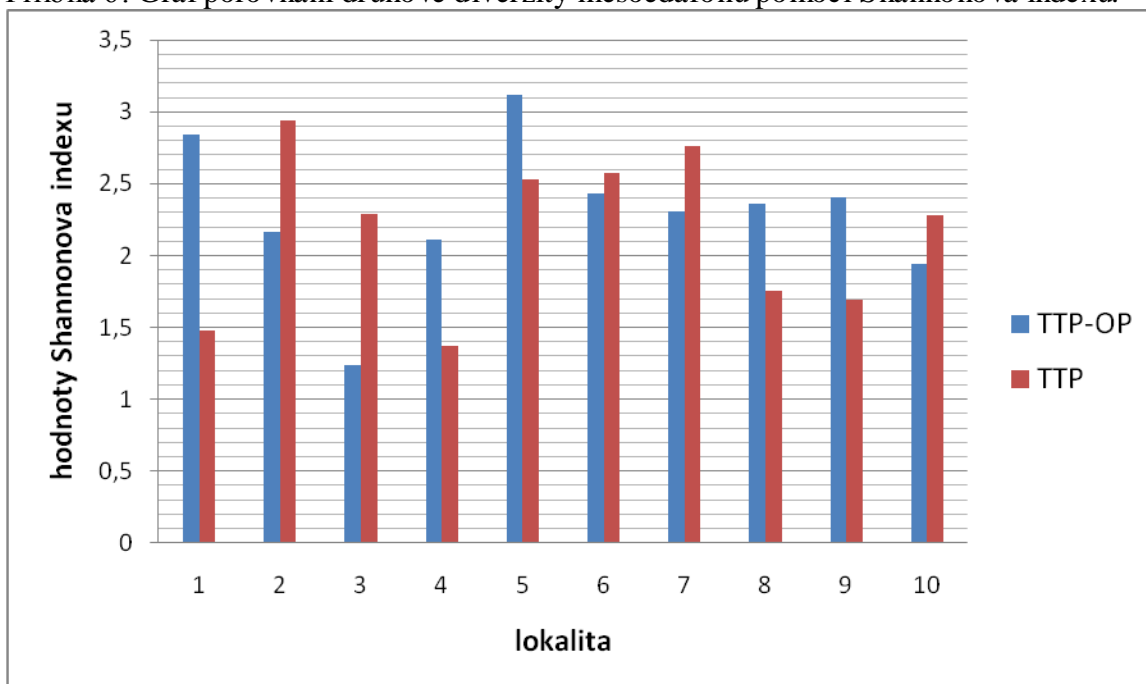
Příloha 4: Tabulka složení mesofauny na lokalitách 9 a 10, celkové počty jedinců a hodnoty BSQ indexů pro každou z lokalit.

místo odběru		TTP-OP 9	TTP 9	TTP-OP 10	TTP 10
taxon	EMI				
hmyzenky	20				
vidličnatky	20				2
chvostokoci 1	1	2	8	7	
chvostokoci 3	8	9	2	5	3
chvostokoci 5	20	11	2	5	7
škvoři	1				
polokřídli	1				
třásnokřídli	1				
brouci (dospělci)	15		1		
blanokřídli	3				
dvoukřídli (larvy)	10	1			
rozoči	10	7	26	3	28
pancířníci	20	1	1		11
stejnonožci	10				
mnohonožky	10				
pavouci	4				
stonoženky	20	7			4
ostatní holometabola (larvy)	10		1		6
ostatní holometabola (dospělci)	1				
celkem jedinců		38	41	20	61
BSQ	185	89	84	39	108

Příloha 5: Graf porovnání druhové diverzity mesoedafonu pomocí Simpsonova indexu.



Příloha 6: Graf porovnání druhové diverzity mesoedafonu pomocí Shannonova indexu.



Příloha 7: Graf porovnání druho­vé vyrovnanosti mesoedafonu pomocí Brillouinova indexu.

