

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv zemědělské činnosti na půdní faunu

Iva Jiráková

Vedoucí práce: prof. RNDr. Josef Rusek, DrSc.

České Budějovice

Jiráková, I. 2011. Vliv zemědělské činnosti na půdní faunu

[Impact of agriculture activity on soil fauna. Bc. Thesis] .. p., Faculty of Science ,
University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce představuje grantovou žádost pro projekt, který se týká vlivu zemědělské činnosti na půdní faunu. Projekt spočívá v průzkumu zemědělských ploch z různých částí české republiky a zjištění stavu jejich půd na změnách v populacích řádu *Collembola*.

Annotation:

This work represents the grant application for project which is related to impact of agriculture activity on soil fauna. The project involves monitoring the research arable soil in Czech Republic and examining of soil condition by using changes in Collenbolan population.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

Českých Budějovicích

Iva Jiráková

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli prof. RNDr. Josefu Ruskovi, DrSc. za vedení bakalářské práce, za poskytnutí užitečných informací a klíčových materiálů. Také bych chtěla poděkovat paní prof. Ing. Haně Šantrůčkové, CSc. za cenné rady a pomoc. Dále bych ráda poděkovala Jitce Strakové za důležité rady. Také děkuji celé rodině za podporu.

Obsah:

1. Stávající stav poznání	2
1.1. Půdní fauna	2
1.2. Význam	2
1.3. Zemědělská činnost	3
1.3.1. Zpracování půdy	4
1.3.2. Hnojení půdy	4
1.3.2. Používání pesticidů	5
1.4. Vliv zemědělství na půdní faunu	5
1.5. Collembola jako bioindikátoři půdy	7
1.6. Souhrn informací k navrhovanému projektu	7
2. Shrnutí vstupních podmínek	8
3. Cíle projektu	9
4. Hypotézy	9
5. Návrh experimentu	10
5.1. Dosavadní výsledky vlivu zemědělství na půdní faunu	10
5.2. Realizace experimentu	12
5.2.1. Sběr vzorků	12
5.2.2. Extrakce vzorků	12
5.3.3 Příprava preparátů	13
5.2.3. Časový plán	14
5.2.4. Finanční náročnost	15
6. Závěr	16
7. Literatura	17

Shrnutí projektu

Půda je důležitou součástí zemského povrchu. Je jedním z nepostradatelných elementů, bez kterých by život na Zemi nemohl existovat. Především pro člověka se půda stala nepostradatelným zdrojem obživy.

Půda není pouze mrtvou hmotou. Nezanedbatelný díl totiž tvoří půdní fauna, bez které by půda nemohla plnit své důležité funkce. Půdní fauna neboli zooedafon zajišťuje v půdě významné úkoly, jako je například rozklad organické hmoty nebo promíchávání substrátu. Nemalou úlohu hrají v půdním profilu také jejich exkrementy, které tvoří charakteristické struktury. Fauna je tedy podstatnou součástí, která zajišťuje přirozený chod půdy.

Působením člověka na životní prostředí a tedy i na půdu se však začínají projevovat negativní dopady. Úniky škodlivých látek z průmyslu do substrátu, ekologické katastrofy, ale především zemědělská činnost způsobují degradaci půd na celém světě a tudíž negativně ovlivňují organismy, které jsou pro půdu tak důležité. Vliv zemědělské činnosti na půdní faunu se stále zvyšuje. Hospodaření na zemědělských půdách představuje zátěž, které zooedafon postupně podléhá. Těžká technika udusává substrát, mizí půdní póry a tak i prostředí pro organismy. Chemické látky poškozují zdravotní stav fauny a jejich životní cykly. To vede k úbytku počtu zooedafonu na zemědělských plochách a půda tak ztrácí své přirozené vlastnosti.

Je tedy nutné si uvědomit, jak důležitá je půda pro člověka a v jakém je nyní stavu. Klesající počty půdní fauny ukazují, že je půda poškozená v obrovském rozsahu. Zemědělský management, je nutné co nejdříve změnit. Projekt by nám měl pomoci objasnit, jaký je stav zemědělsky obdělávaných půd v České republice na základě zjištění, jak zemědělská činnost ovlivňuje druhové složení, množství a funkci půdní fauny v substrátu.

1. Stávající stav poznání

1.1. Půdní fauna

Půdní fauna patří mezi půdní organismy, které se souhrnně nazývají edafon. Tyto organismy se oddělují do dvou skupin: 1. fytoedafon, kam se řadí půdní mikroflóra (bakterie, aktinomycety, houby, řasy) a 2. zooedafon tedy všichni zástupci živočišné říše žijící alespoň část života v půdě (Rusek 2000).

Půdní fauna se dále člení do skupin podle velikosti na mikro-, meso-, makro- a megafaunu. Mikrofauna (např. *Protozoa*, *Nematoda*) průměrně nedosahuje velikosti vyšší než 200 μm , živočichové větší než 100 μm a menší než 2 mm se řadí k mesofauně (např. *Acarina*, *Collembola*), zástupci patřící k makrofauně (např. *Insecta*, *Enchytraeidae*) jsou v průměru větší než 2 mm a megafaunu tvoří živočichové větší než 20 mm (*Lumbricidae*, *Vertebrata*) (Brussaard et al. 1997).

1.2. Význam půdní fauny

Organismy žijící v půdě mají významnou roli v pedogenetických procesech, koloběhách prvků, při růstu rostlin a svým působením tak ovlivňují stabilitu ekosystémů (Šarapatka a kol. 2002).

Ti nejmenší, *Protozoa* a *Nematoda*, kteří reprezentují mikrofaunu, nejsou v půdě proto, aby svou aktivitou vytvářeli půdní strukturu. Jejich hlavní úlohou je predace (Lavelle 1994) a svou činností napomáhají regulovat počty a druhovou rozmanitost půdních mikroorganismů a tím pomáhají udržet půdní diverzitu (Giller a kol. 1996). Půdní fauna významně přispívá k tvorbě půdy. Tuto činnost můžeme rozdělit do 3 kategorií – mechanický rozklad mrtvé organické hmoty, tvorba půdní mikrostruktury a aktivní hloubení chodeb v půdě (Rusek 2000). Hlavní zdroj mrtvé organické hmoty je rostlinný opad. Před mechanickým rozkladem je opad nejprve napaden půdní mikroflórou, až později jej začne zpracovávat půdní fauna. Ta během tohoto

mechanického procesu přijímá rostlinný opad jako potravu a nestrávené zbytky odkládá do půdy v podobě typických exkrementů (Rusek 1985). Tito bezobratlí, náležící ke skupinám meso- a makrofauny tak plní důležitou funkci a vytváří půdní mikrostrukturu. Někteří živočichové jako žížaly a mravenci dokážou efektivně rýt do půdy (Lavelle 1994), když se pohybují za účelem hledání potravy, rozmnožování nebo hibernace a tím tak provzdušňují půdní profil. Těmito aktivitami je také organická hmota přenášena hlouběji do minerálního horizontu a minerální částice jsou naopak přemísťovány na povrch (Rusek 1985).

Význam zooedafonu je pro půdu značný. Musíme si uvědomit, že pokud půdní fauna nebude plnit svou funkci, nemůže ani půda mít zachován svůj význam.

1.3. Zemědělská činnost

Zemědělství představuje sektor národního hospodářství státu. Jde o biologickou výrobu, jejíž produkty slouží zejména k zajištění potravy lidstva. Důležitou úlohou zemědělství je také nevýrobní činnost. Je to především hospodaření v krajině, utváření a udržení vzhledu krajinného rázu, péče o půdu a ozdravování ovzduší (Vaněk 2002).

Intenzivní zemědělství však zahrnuje vysoký přísun energie a chemikálií, které jsou sice důležité pro zvýšení produkce potravin, ale je ve velké míře přehlížen možný negativní vliv na procesy v půdě a vliv na půdní organismy (Anderson 2009). Mechanické obdělávání půdy, chemické ošetřování půdy (např.: aplikace průmyslových hnojiv v nadměrném množství a nesprávným způsobem, užívání pesticidů aj.), špatné osevní postupy a nesprávný způsob zavlažování jsou faktory, které nejvíce ovlivňují půdní organismy a tím i kvalitu půdy (Rusek 1987).

Celková výměra zemědělské půdy české republiky zaujímá 4 239 tis. ha. Z toho na orné půdy připadá 3 017 tis. ha (Mze 2009). Avšak část českého půdního fondu není v dobrém stavu. Jedná se o půdy, které jsou primárně nižší kvality (těžké, písčité, kamenité, kyselé) a které podléhají degradaci činností člověka (Lhotský 1994).

1.3.1. Zpracování půdy

Zpracováním půdy označujeme veškeré mechanické zásahy do půdy s cílem vytvořit příznivé podmínky pro růst a vývoj plodin a zároveň zachovat úrodnost půdy. Tato opatření však mají vliv na prostorové uspořádání půdní hmoty, což se odráží v procesech probíhajících v půdě. Významnou roli hraje při zapracování rostlinných zbytků a hnojiv do půd. Správný postup může půdu chránit proti nepříznivým vlivům jako je např. vodní nebo větrná eroze. Zpracování půdy můžeme rozdělit do tří okruhů:

Základní zpracování půdy – k těmto operacím řadíme především podmítku a orbu. Podmítka se užívá po sklizni plodin, které zanechává strniště. Orba slouží k zapracování rostlinných zbytků a hnojiv do půd.

Příprava půdy před setím – cílem je vytvořit vhodné podmínky pro zasetí plodiny. Sem řadíme operace jako smykování, vláčení, mělké kypření a válení.

Zpracování během vegetace plodin – cílem je úprava stavu půdy a odplevelování porostu (Hůla 1994).

1.3.2. Hnojení půdy

Hnojení se v zemědělství používá hlavně k výživě rostlin. Živiny jsou pro rostliny nezbytné pro jejich existenci. Hlavními biogenními prvky jsou C, H, O, které rostliny získávají z vody a CO₂. Další látky, které rostliny potřebují, jsou N, S, P, K, Ca, Mg aj. Každá z živin plní v rostlině svou specifickou funkci (Vostal 1994). Rostliny však většinou čerpají živiny z půdních zásob, tudíž hnojení při zúrodnování půd slouží k dodání vyčerpaných živin z půdy (Šimon 1994). Přiměřený obsah živin v zemědělské půdě lze zajistit a udržet jen pravidelným a přiměřeným hnojením jak organickými tak i průmyslovými hnojivy a tím dosáhnout dobré úrodnosti. Je však nutné si uvědomit, že nedostatečná nebo naopak nadbytečná výživa může způsobit snížení či nevyváženost důležitých látek (Vaněk 2002).

Základní hnojiva, která se v zemědělství používají k zajištění dobré úrodnosti půdy, jsou hnojiva organická (chlévkový hnůj, kejda, kompost, sláma a močůvka). Pokud organická hnojiva neposkytují dostatečný přísun živin do půdy, je třeba užít hnojiva průmyslová (Richter a Hlušek 1996). Organická hnojiva charakterizuje společný znak a tím je biologický původ. Představují hmoty a materiály získané při zemědělské prvovýrobě (Šimon 1994). Jsou pro rostliny významný zdroj organických látek, energie a živin, zvyšují biologickou aktivitu půdy, umožňují půdě lépe jímat vodu, zlepšují provzdušenost, zvyšují teplotu půdy, účastní se při tvorbě agregátů, mají vliv na detoxikaci škodlivých látek a těžkých kovů (Vostal 1994). Průmyslová hnojiva vznikají především jako produkt chemického průmyslu (Vaňek 2002). Jedná se o jednoduché chemické sloučeniny (soli) nebo jejich směsi. Vyznačují se tím, že mají vyšší obsah živin, ovlivňují půdní reakci, zabezpečují zvýšený přísun organických látek do půdy, obsahují i některé mikrobiogenní prvky (B, Zn, Mo aj.), které jsou pro výživu rostlin nezbytné. Průmyslová hnojiva se rozdělují podle obsahu živiny, která v určitém hnojivu převládá, na hnojiva dusíkatá, fosforečná, draselná, hořečnatá, vápenatá a vícesložková (Richter a Hlušek 1994).

1.3.3. Používání pesticidů

Jako pesticidy označujeme chemikálie používané proti škodlivým živočichům, plevelům a parazitickým houbám. Hlavní úlohou pesticidů v zemědělství je chránit rostliny a zemědělské produkty. Dělí se podle toho, proti kterému škůdci se mají použít. Nejvýznamnější skupiny pesticidů jsou insekticidy, které jsou určeny k ochraně proti hmyzu, herbicidy používané proti plevelům a proti parazitujícím houbám se aplikují fungicidy (Cremlýn 1978).

1.4. Vliv zemědělství na půdní faunu

V zemědělsky obhospodařovaných půdách působí na organismy různé faktory, které mohou negativně ovlivnit jejich početnost a druhovou pestrost a takto působí na procesy, které v půdě probíhají. Jde především o chemické vstupy, volbu plodin

v osevním postupu, agrotechnické zásahy v agroekosystému a způsob hnojení (Šarapatka a kol. 2002).

Mechanické zatížení

Mechanická kultivace půdy vyvolává značné biofyzikální a biochemické změny. Navíc narušování půdního prostředí má vliv přímo na půdní organismy a to tak, že mohou být zabity, zraněny nebo být vystaveny nebezpečí predace (Roger-Estrade et al. 2010). Nevětší destruktivní vliv má orba. Ta ovlivňuje populace bezobratlých fyzickým ničením, vysoušením, ochuzením o zdroje potravy a zvyšováním rizika vystavení predátorům (Stoate et al 2001). Také změny v režimu orby mohou ovlivnit dominanci některého druhu, relativní velikost populací a diverzitu společenstev (Roger-Estrade et al. 2010). Nicméně mechanické obdělávání půdy má v současném zemědělství relativně malý vliv. Hlavním faktorem, který negativně ovlivňuje půdní organismy, je používání pesticidů (Rusek 1987).

Působení pesticidů

Odhaduje se, že každý rok je k zemědělským plodinám na celém světě aplikováno téměř 2,5 milionů tun pesticidů. Množství těchto chemikálií, které zasáhne cílové organismy, je však velice malé. Pohybuje se kolem 0,3 % z celkového podílu aplikovaného k rostlinám. To znamená, že téměř 99,7 % se rozptýlí do prostředí. Používání pesticidů tak vede k vystavení necílových organismů jejich působení. Nežádoucí účinky se pak mohou vyskytnout v populacích některých druhů nebo v ekosystému jako celku (van der Werf 1994).

Pokud mluvíme o vlivu pesticidů na organismy, mluvíme mnohdy o vlivu nepřímém a to u herbicidů, které běžně slouží k likvidaci plevelných druhů rostlin a tím snižují vstup organické hmoty do půdy. Takto se sníží i zdroj potřebný pro život edafonu. U herbicidů však byl popsán i vedlejší insekticidní vliv na organismy (Šarapatka a kol. 2002). Mají toxický vliv na půdní živočichy. Po jejich aplikaci je napaden imunitní systém půdní fauny a to má za následek, že se zvyšuje parazitická činnost cizopasných organismů, které napadají edafické živočichy (Rusek 1987). Byl také zjištěn vliv herbicidů na půdní mikroflóru, která je zdrojem potravy pro půdní faunu a tímto mohou tyto pesticidy také negativně působit na jejich populace. (Šarapatka a kol. 2002). Samotné insekticidy mají větší přímý účinek na půdní faunu. Bylo prokázáno, že organofosfátové insekticidy mění procento predace roztočů

(*Acari*) na chvostoskocích (*Collembola*). Zatímco karbamátové insekticidy jsou více persistentní a mají širší spektrum toxických a subletálních účinků na půdní organismy, včetně žížal (*Lumbricidae*) (Stoate et al 2001). Odolnost účinkům pesticidů se u půdních organismů může lišit. Druhy, které mají větší genetickou variabilitu, si mohou vytvořit vysoký stupeň odporu k pesticidům a tím se stávají dominantními v ekosystému přetíženém pesticidy a tak měnit jeho dynamickou rovnováhu a stabilitu (Pimentel a Edwards 1982).

Vliv hnojení

Značný vliv na půdu má také systém hnojení. Aplikace průmyslových hnojiv totiž vyvolává změny v chemismu půdy a také mění pH více než hnojiva organická. Bylo však prokázáno, že pokud se porovnávají hnojené a nehnojené plochy, vykazují vyšší počty organismů plochy hnojené organickými, nižší počty se projevují po aplikaci průmyslových hnojiv, avšak nejmenší množství se objevuje na plochách nehnojených. Problém hnojení ale spočívá právě v jejich dávkování (Šarapatka a kol. 2002). Víme však, že některá průmyslová hnojiva působí na půdní faunu svou toxicitou. Ve většině případů ji ale ovlivňují nepřímo. Je to dáno tím, že aplikace průmyslových hnojiv způsobují změny v půdní mikroflóře. Velké množství půdních živočichů je úzce specializováno na určité druhy mikroflóry. Pokud je účinky hnojiv ovlivněna právě mikroflóra, účinky se projeví i na půdní fauně. Na abundanci půdních živočichů také působí již zmíněná změna pH, kterou vyvolávají umělá hnojiva (Rusek 1986).

1.5. Collembola jako bioindikátoři půd

Společenství řádu *Collembola* je charakterizováno velkou diverzitou druhů. Tyto organismy mají rozmanité potravní strategie a funkční roli během půdního procesu. Ovlivňují dostupnost živin v průběhu jejich interakcí s mikroorganismy. Vztah chvostoskoků s jejich ekologickou nikou a stabilitou sloužení populace poskytuje dobrý základ pro bioindikaci změn v půdních vlastnostech a dopadu lidských aktivit (Fiera 2009).

1.6. Souhrn informací k navrhovanému projektu

Předchozí teoretická část poukázala na fakt, že i když je zemědělská činnost důležitou součástí lidské existence a základní koncepce je nastavena tak, aby všechny odčerpané živiny byly vráceny zpět do půdy a byla tak zachována stabilita ekosystému, nesprávný přístup a realizace zemědělských aktivit však škodí celkové kondici půd. Značný negativní vliv na půdní faunu, která hraje ve vývoji a významu půdy nepostradatelnou roli, ukázal, že pokud se nezmění zemědělské postupy, bude se s úbytkem edafonu snižovat i úrodnost půd. Již tedy víme, že zemědělská činnost působí negativně na půdní faunu, je však velice málo informací o tom, v jakém stavu jsou zemědělsky využívané půdy dnes. V minulosti již bylo zjištěno snížení hustoty a početnosti populací edafických živočichů, v dnešní době je však v tomto ohledu informací málo. K tomu, abychom mohli i nadále využívat půdu, ale zároveň zachovali její přirozené funkce a tím i její hodnotu, musíme zjistit, do jaké míry již byla půda degradována působením zemědělských aktivit. A následně se snažit, využívat i jiné alternativy k dosažení toho, abychom napravili napáchané škody.

Navrhovaný projekt se bude zabývat průzkumem stavu půd v oblastech na území České republiky, kde v dřívějších pokusech byla zkoumána hustota populací řádu *Collembola* (mesofauna) na zemědělsky obhospodařovaných půdách. Na většině míst byl zjištěn negativní dopad na tyto zástupce půdní mesofauny. Záměrem projektu je zjistit historii obhospodařování těchto lokalit, zjištění zda se na těchto lokalitách změnil přístup v obdělávání zemědělských ploch a v souvislosti s tím, jestli se stav těchto půd zlepšil oproti předchozím výsledkům. Experiment bude realizován, stejně jako v předchozích pokusech. Budou sledovány změny v populacích a druhová rozmanitost řádu *Collembola*. Tento řád je totiž vhodným bioindikátorem zemědělsky ošetřovaných půd (Rusek 1998). Výsledky poté ukážou, zda se kondice těchto půd zlepšila nebo zhoršila a podle toho se bude uvažovat, zda je potřeba změnit zemědělský management na daných plochách.

2. Shrnutí vstupních podmínek

V dřívějším výzkumu o stavu zemědělských půd v tehdejší Československé republice Rusek (1998) zaznamenal výrazné změny v populacích půdní mesofauny. Na většině míst byly zjištěny velice nízké počty v populaci rodu *Collembola*, který byl v těchto pokusech cílovou skupinou. Tyto výsledky poukázaly na to, že obhospodařování orných půd (nepřiměřené hnojení, používání pesticidů a kultivace těžkou technikou) má vliv na půdní faunu a tak i na kvalitu půdy a její funkce.

3. Cíle Projektu

1. Zjistit, jak zemědělská činnost působí na populace půdní fauny na vybraných lokalitách v České republice.
2. Porovnat stav půd těchto lokalit s výsledky z předchozího zkoumání na změnách v populaci řádu *Collembola*.
3. Lépe charakterizovat půdy na vybraných lokalitách pro zjištění historie zemědělského obhospodařování v těchto oblastech.

4. Hypotézy

- I přesto, že se konvenční zemědělství kvůli svým negativním dopadům snaží snižovat neškodlivější aktivity, výzkum půd na území České republiky naznačil, že biologická aktivita nebyla úspěšně obnovena a půda je nadále ve vážném stavu. Obnovení biologické aktivity bude posuzováno na základě změn v populaci *Collembola*. Bude provedeno porovnání již dostupných výsledků z předchozích experimentů s výsledky novými. Toto porovnání ukáže, zda se stav půdní fauny zlepšuje či naopak a je-li třeba zaměřit se na alternativní možnosti obdělávání půdy.

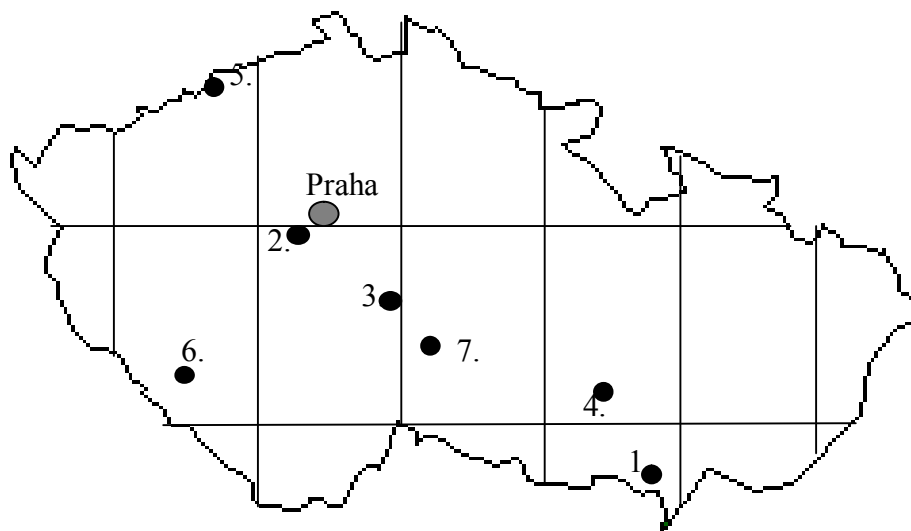
5. Návrh experimentu

5.1. Dosavadní výsledky vlivu zemědělství na půdní faunu

Vzorky, které byly odebírány postupně v letech 1964 – 1977 a další v letech 1986 – 1992, vybrané pro průzkum orných půd, byly shromážděny z následujících 7 českých lokalitách:

1. Nejdeč a Bulhary, jižní Morava – kukuřičné pole, černozem, 1. 9. 1964, 23. 9. 1967 a 7. 5. 1990
2. Mořina, Český kras – pšeničné pole, hnědozem – rendzina, 7. 6. 1977
3. Hrnčiče, Střední Čechy – ječné pole, kambisol, 29. 4. a 11. 5. 1974
4. Troubsko, jižní Morava – pole s vojtěškou, černozem, 30. 5. a 2. 7. 1974
5. Lahošť, severozápadní Čechy – ječné pole, kambisol, 15. 6. 1992
6. Nezamyslice, jihozápadní Čechy – ječné pole, kambisol, 15. 6. 1992
7. Pelhřimov, východní Čechy – bramborové pole, kambisol, 22. 5. 1986

Obr. 1: Mapa ČR s umístěním zkoumaných lokalit.



Výsledky zkoumání v těchto lokalitách jsou uvedeny v tabulce 1.

Pro účely klasifikace Rusek (1998) rozdělil půdy do tří kategorií podle hustoty jedinců na m² (Ind.m⁻²):

1. Vysoká hustota > 20 000 ind.m⁻²
2. Střední hustota 10 000 – 19 900 ind. m⁻²
3. Nízká hustota < 10 000 ind. m⁻²

Tab. 1: Hustota zástupců (Ind.m⁻²) a počet druhů (Spp.) rodu *Collembola* v orných půdách v České republice. (Rusek 1998).

Lokalita	Rok	Ind.m ⁻²	Spp.
1	1964	40 600 – 62 200	34
	1967	800 – 4 200	4 – 5
	1990	800 – 4 100	4 – 5
2	1977	36 400	21
3	1974	2 500 – 25 600	6 – 17
4	1974	8 100 – 26 900	12 – 13
5	1992	16 400	17
6	1992	9 000	12
7	1986	2 200	3

Hustota jedinců se liší jak podle lokalit, tak i v čase. Je zřejmé, že na lokalitě 1 v roce 1964 byl počet jedinců velmi vysoký, opětovný výzkum v roce 1967 odhalil až katastrofický pokles abundance chvostoskoků (*Collembola*). Na stejné lokalitě v roce 1990 byl zaznamenán nulový nárůst populace, který naznačil, že takto degradovaná půda se velice obtížně regeneruje. Další nízké počty byly zjištěny na lokalitách 6 a 7, částečně i 3 a 4. Střední hustota byla zjištěna na lokalitě 5 a vysoké hodnoty se objevily na lokalitě 2. Snižování počtu jedinců také těsně souvisí změny v druhové rozmanitosti řádu. Vysoká rozmanitost druhů byla zaznamenána v lokalitách 1 (1964) a 2. Naopak druhy na lokalitách 1 (1967 a 1990) a 7 vykazaly velice nízké počty druhů.

5.2. Realizace experimentu

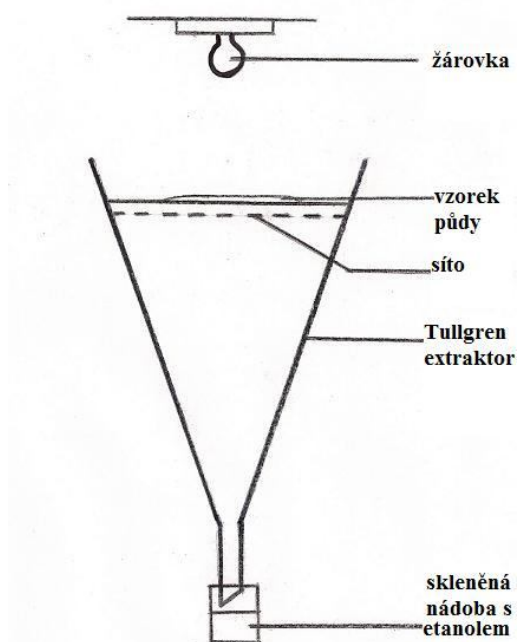
5.2.1. Sběr vzorků

Bude odebráno 7 vzorků ze 7 lokalit na území České republiky, které jsou známy již z předchozího výzkumu. Vzorky půdy (10 cm²) budou odebírány z povrchové vrstvy do hloubky 30 cm, tato hloubka je úměrná hloubce mechanické kultivace orné půdy.

5.2.2. Extrakce vzorků

Živočichové ze 7 odebraných vzorků půdy se extrahují pomocí tzv. Berlese - Tullgrenova extraktoru. Jde o velký skleněný trychtýř, do kterého je vloženo kovové síto (velikost ok se pohybuje v rozmezí 1-3 mm), na které se umísťuje půdní vzorek. Pod trychtýřem je nádoba s 96 % etanolem. Celé zařízení je umístěno pod žárovkou. Žárovka způsobuje ohřívání a vysoušení půdního vzorku, přirozenou reakcí živočichů na změnu teploty je posouvání se půdním horizontem do hlubších vrstev. V extraktoru toto posunutí způsobí, že živočichové propadnou sítem do nádoby s etanolem. Extrakce probíhá 5 dní při teplotě zhruba 30 °. Takto je připraven vzorek pro laboratorní pokus. Schéma přístroje je znázorněno na obrázku 2.

Obr. 2: Schéma Berlese - Tullgrenova extraktoru.



5.2.3 Příprava preparátů

Vylouhovaná těla živočichů v etanolu jsou po 5 dnech ve skleněné nádobě přeneseny do laboratoře. Zde se je třeba roztřídit těla podle druhů. To se provádí tak, že se vzorek přelije na hodinové sklo a pod binolupou se pomocí drátěné smyčky, pinzety a plastové pipety živočichové třídí do dalších zkumavek s 96 % etanolem. Zvlášť jsou vytríděni také zástupci rodu *Collembola*. Vytríděná těla chvostoskoků se v této fázi přivedou k varu. V uvařeném etanolu se z těl ztratí vosková vrstva kutikuly a podkožní tuk a vyvaří se všechny vzduchové bubliny. Poté se vzorek přelije na hodinové sklo o průměru 5 cm, pomocí drátěné smyčky převedeme jedince na menší hodinové sklo o průměru 3 cm, ve kterém je 1 % roztok hydroxidu draselného. Prostřednictvím tohoto roztoku jsou těla chvostoskoků zbavena pigmentace. Po 2 – 5 minutách jsou téměř všichni jedinci odbarveni. Po ošetření v hydroxidu draselném se materiál opatrně přenesou pomocí malé drátěné smyčky do chloralformolu (roztok chloralhydrátu s krystaly fenolu). V tomto roztoku dojde k neutralizaci hydroxidu draselného a jedinci se ještě více rozjasní. Po 1 – 2 minutách jsou objekty až sklovitě průhledné. Zároveň se také jejich těla prodlužují. Takto upravení jedinci se přenesou

s použitím preparační jehly do z chloralphenolu do kapky fixačního roztoku. Jako fixační roztok je použita směs následujících surovin: 20 cm³ destilované vody, 15 g arabské gumy (pryskyřice získávaná z některých druhů akácií), 50 g chloralhydrátu, 5 cm³ glycerinu, 5 cm³ koncentrované kyseliny octové. Jedince ve fixačním roztoku umístíme na podložní sklíčko tak, aby byli ve vhodné poloze pro pozorování, a překryjeme sklíčkem krycím. Pokud je preparát silnější je možné jej obroubit tenkou vrstvou kanadského balzámu, který je určen k upevnění krycího skla. Na čerstvých vzorcích pak můžeme pod mikroskopem určovat druhy chvostoskoků podle znaků morfologické charakteristiky (Rusek 1975). Takto jsme tedy schopni spočítat jedince a zároveň určovat jejich druhy, což nám umožní zjistit druhovou rozmanitost půdy.

5.2.4. Časový plán

Experiment bude probíhat na území české republiky v průběhu dvou let.

Tab. 2: Časový plán pro navrhovaný experiment.

Rozložení práce pro roky 2012 a 2013		
Roky určené pro	2012	2013
Sběr vzorků	duben - červenec	
Příprava preparátů	červenec - prosinec	
Určování preparátů		leden - březen
Charakteristika půd		březen - květen
Historie obhospodařování		květen - červenec
Vyhodnocení experimentu		červenec - září

5.2.5. Finanční náročnost

Tab. 3: Finanční náročnost projektu.

	1. rok (Kč)	2. rok (Kč)	Projekt (Kč)
Náklady na materiál	10 000	10 000	20 000
Náklady na chemikálie	10 000	10 000	20 000
Provozní náklady	50 000	50 000	100 000
Služby	12 000	12 000	24 000
Platy a odměny	140 000	140 000	280 000
Cestovní náklady	12 000	0	12 000
Celkem	234 000	222 000	456 000

Náklady na materiál: bude použito na pořízení náčiní jako podložní skla, krycí skla, hodinová skla drátěné smyčky, žárovky do mikroskopu, sáčky na vzorky půd...

Náklady na chemikálie: bude použito na pořízení chemikálií jako chloralhydrát, fenol, etanol, kyselina octová, glycerin, hydroxid draselný, arabská guma, kanadský balzám

Provozní náklady: předpokládá se, že bude využito na úhradu energií (Berlesse – tulgrenův extraktor, mikroskop...)

Služby: předpokládané použití je pro základní charakteristiku půd

Platy a odměny: pro zaplacení pracovníků při zkoumání vzorků nových a průzkum historie půd ze zkoumaných lokalit

Cestovní náklady: bude použito k cestám pro odběry vzorků, bylo počítáno s 5,- Kč na km při ceně pohonných hmot cca 35,- Kč

6. Závěr

V minulosti bylo zemědělství navrhováno tak, že hlavním cílem byla co největší produkce plodin. S tím souvisela i velice rychle vzrůstající intenzifikace zemědělství. Která často vedla k degradaci půdy. Navrhovaný experiment nám může pomoci řešit otázku, zdali je půda v České republice degradována zemědělskou činností. Průzkum půd na vytipovaných lokalitách a také prozkoumání historie obhospodařování v těchto oblastech nám pomůže stanovit, jak tradiční zemědělské praktiky působí na počty a diverzitu půdní fauny a tím i jaká je kvalita tamních půd. Předešlý výzkum těchto lokalit nám pak poslouží k porovnání výsledků již zjištěných a tudíž představu o závažnosti stavu půd. Jelikož byly na některých lokalitách zjištěny velké změny v koloniích půdních živočichů, budeme schopni i určit, jestli na těchto místech byla degradace půdy tak silná, že se za uplynulý čas nestačila zregenerovat. Podle výsledků experimentu tedy zjistíme, jaký je stav orných půd po několika letech dalšího využívání. Snížená populační hustota a druhová rozmanitost chvostoskoků bude indikovat zhoršující se stav půdy. V takovémto případě bude nutno se zaměřit na postupy vedoucí ke zlepšení kvality půdy.

7. Literatura

Anderson J. M. (2009): Why should we care about soil fauna?, *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44 (8), 835-842

Brussaard L., Behan-Pelletier V. M., Bignell D. E., Brown V. K., Didden W., Folgarait P., Fragoso C., Freckman D. W., Gupta V. V. S. R., Hattori's T., Hawksworth D. L., Klopatek C., Lavelle P., Malloch D. W., Rusek J., Söderström B., Tiedje J. M., Virginia R. A (1997), Biodiversity and Ecosystem Function in Soil, *Ambio*, 26 (8), str. 563-570

Cremllyn R. (1978): Pesticides – Preparation and Mode of action, publisher John Wiley & Sons, Chichester

Fiera C. (2009): Biodiversity of Collembola in urban soils and their use as bioindicators for pollution, *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44 (8), str. 868-873

Giller K. E., Beare M. H., Lavelle P., Izac A.-M. N., Swift M. J. (1996): Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function, *Applied soil ecology*, 6, str. 3-16

Hůla J. (1994): Systémy zpracování půd, *Kultivace a rekultivace půd*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, str. 73-118

Lavelle P. (1996): Diversity of soil fauna and ecosystem function, *Biology international*, 33, 3-16

Lhotský J. (1994): Skladba a stav půdního fondu ČR, *Kultivace a rekultivace půd*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, str. 7-18

Ministerstvo zemědělství, PGRLF, SZIF, ÚZEI (2010): *Zemědělství 2009*, Ministerstvo zemědělství, Praha

Pimentel D., Edwards C. A. (1982), Pesticides and ecosystem, *Biological science*, 32 (7), 595-600

Richter R., Hlušek J. (1996): Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití, Institut výchovy a vzdělání Mze, Praha

Roger – Estrade J., Anger Ch., Bertrand M., Richard G. (2010): Tillage and soil ecology: Partners for sustainable agriculture, *Soil and tillage research*, 111, 33-40

Rusek J. (1975): Eine Präparationstechnik für Springschwänze und ähnliche Gliederfüßer, *Mikrokosmos*, 65 (12), str. 378-381

Rusek J. (1998): Changes in mesofauna communities of arable soils, *Soil zoological problems in central Europe*, str. 173-177

Rusek J. (1987): Protection of soil organisms and improvement of biological properties of soil, *Agricultural development and environmental research: American and Czechoslovak perspectives*, National Academy press, České Budějovice, str. 89-96

Rusek J. (1985): Soil microstructures – contributions on specific soil organisms, *Quaestiones Entomologicae*, 21 (4), str. 497-514

Rusek J. (1986): Vliv průmyslových hnojiv na půdní faunu, *Průmyslová hnojiva a životní prostředí, Ústí nad Labem*, str. 39-48

Rusek J. (2000): Živá půda - Bohatost a rozmanitost života v půdě, *Živa*, 48 (1), 25-27

Rusek J. (2000): Živá půda – Sukcesní vývoj půdy a ekosystémů, *Živa*, 48 (5), 217-221

Stoate C., Boatman N.D., Barralho R. J., Rio Carvalho C., de Snoo G. R., Eden P. (2001): Ecological impacts of agriculture intensification in Europe, *Journal of environmental management*, 63, str. 337-365

Šarapatka B., Dlapa P., Bedrna Z. (2002): Kvalita a degradace půdy, vydání první, Universita Palackého v Olomouci, Olomouc

Šimon J. (1994): Uplatnění hnojiv při zúrodnování půd a jejich ekologické aspekty, *Kultivace a rekultivace půd, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy*, Praha, str. 55-72

Vaněk V., Balík J., Pavlíková D., Tlustoš P. (2002): Výživa a hnojení polních a zahradních plodin, vydání třetí, Redakce odborných časopisů, Praha

Van der Werf H. M. G. (1996): Assessing the impact of pesticides on the environment, *Agriculture, ecosystem and environment*, 60, str. 81-96

Vostal J. (1994): Základy výživy a hnojení hlavních plodin, Agrofert, Praha