

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pedologie a ochrany půd



Vliv ekologického způsobu hospodaření na kvalitu půd

Bakalářská práce

Autor práce: Martina Matěchová

Vedoucí práce: Ing. Ondřej Jakšík, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv ekologického způsobu hospodaření na kvalitu půd" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Ondřeji Jakšíkovi, Ph.D., za jeho ochotu, trpělivost, konzultace a cenné rady.

Vliv ekologického způsobu hospodaření na kvalitu půd

Souhrn

Tato práce se zaměřuje na systém ekologického zemědělství a jeho vliv na kvalitu půd. Srovnává ekologický systém hospodaření s konvenčním, tyto systémy jsou zde stručně charakterizovány. Dále je zde uveden seznam indikátorů, podle kterých se kvalita půdy hodnotí. V diskuzi jsou uvedeny výsledky vědeckých studií, které se zabývaly porovnáním jednotlivých způsobů hospodaření a jejich vlivu na půdní vlastnosti.

Kvalitní a úrodná půda je pro produkční systémy velice důležitá. Definovat zda je půda kvalitní je velice složité a proto se k hodnocení půd využívá celá řada indikátorů. Indikátory můžeme rozdělit podle jejich povahy na fyzikální, chemické a biologické. Zda jsou půdní vlastnosti dobré, zjistíme pomocí různých metod.

Kvalitu půd ovlivňuje celá řada faktorů a mezi něž samozřejmě patří i antropogenní činnost. Faktory mohou být negativní i pozitivní. Výsledkem negativního působení těchto vlivů označujeme jako degradaci půdy, tedy ztráta půdní úrodnosti v kontextu produkčního zemědělství.

Výsledky této práce ukazují, že šetrné zpracování půdy v ekologickém zemědělství má příznivý vliv případně nijak negativně neovlivňuje biologické a fyzikální vlastnosti půd. V případě některých experimentů docházelo ke zvýšenému množství půdních organismů. Při aplikaci organických hnojiv docházelo ve většině pokusů ke zvýšení obsahu organické hmoty a některých dalších potřebných živin. Můžeme tedy říct, že za určitých podmínek lze dodržováním zásad ekologického způsobu hospodaření zachovat kvalitu půdy případně dosáhnout dokonce jejího zlepšení, které se většinou projeví v delším časovém horizontu.

Klíčová slova: půda, kvalita, indikátory, ekologické zemědělství, biopotraviny

An impact of organic farming on soil quality

Summary

This work focuses on the system of organic agriculture and its impact on soil quality. It compares organic farming system with conventional. Both these systems are briefly described. There is also a list of soil quality indicators used for the soil quality is evaluation. The results of scientific studies, which dealt with different farming systems and their effects on soil properties, were discussed and evaluated.

Quality and fertile soil is crucial for production systems, however to define what means quality soil is very difficult. Therefore the number of quality indicators were established. The indicators can be grouped by their nature of soil properties they assess, such as physical, chemical and biological. Different techniques are adopted for soil quality evaluation.

Soil quality is affected by a lot of different factors. Anthropogenic activities are often considered as one of the most influential factor. The loss of soil fertility as well as other physical, chemical or biological deterioration of soil properties is called soil degradation.

The results of this study shown that careful tillage in organic farming could have positive effect or no effect on the biological and physical properties of soils. For some experiments there was an increased amount of soil organisms.

In the most experiments, application of organic fertilizers caused increase of organic matter and other essential nutrients. We conclude that under certain conditions with respect for the principles of organic farming the soil quality can be preserved or even improved, but in a longer timeframe.

Keywords: soil quality, indicators, organic farming, organic food

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Hypotéza a cíle práce	2
3	Způsoby hospodaření.....	3
3.1	Konvenční zemědělství.....	3
3.2	Ekologické zemědělství	3
3.2.1	Vznik EZ.....	4
3.2.2	Zásady EZ	4
4	Půda.....	5
4.1	Úrodnost půd	6
4.2	Kvalita půdy	6
4.2.1	Organická hmota.....	6
4.3	Vlivy působící na kvalitu půd.....	6
5	Indikátory kvality půdy a jejich stanovení	7
5.1	Fyzikální charakteristiky půd	8
5.1.1	Textura (zrnitost)	8
5.1.2	Hloubka půdy.....	9
5.1.3	Maximální kapilární kapacita	9
5.1.4	Retenční vodní kapacita.....	10
5.1.5	Objemová hmotnost.....	10
5.1.6	Měrná hmotnost	11
5.1.7	Pórovitost půd	11
5.1.8	Struktura půdy.....	12
5.1.9	Vlhkost.....	12
5.1.10	Hydraulická vodivost.....	13
5.2	Chemické a fyzikálně chemické charakteristiky půd	13
5.2.1	Obsah humusu.....	13
5.2.2	Půdní reakce.....	14
5.2.3	Zasolení (elektrická vodivost)	15
5.2.4	Sorpční komplex půd	15
5.2.5	Kationtová výměnná kapacita.....	15
5.3	Biologické charakteristiky půd	15
5.3.1	Mikroorganismy v půdě.....	16
5.3.2	Způsoby stanovení biologických vlastností půd:	17
6	Diskuze	18
6.1	Zpracování půdy	18

6.1.1	Vliv na fyzikální vlastnosti půd	19
6.1.2	Vliv na půdní organickou hmotu	21
6.1.3	Vliv na biologické vlastnosti půdy a půdní edafon.....	21
6.1.4	Vliv na kvalitu půdy používáním organických hnojiv.....	23
6.1.5	Eroze	24
7	ZÁVĚR.....	25
8	SEZNAM LITERATURY	27
8.1	Literární zdroje	27
8.2	Internetové zdroje	30

1 Úvod

Kvalita půdy je relativní pojem a je velice složité jej definovat. Pro produkční systémy má jiný význam než pro systém ekologický. Existuje řada indikátorů a metod, podle kterých se kvalita půdy určuje. Kvalita půdy je ovlivňována mnoha faktory, ať už pozitivními či negativními. Jedním z největších faktorů je antropogenní činnost. Půda je využívána nejen pro produkční systémy, ale i jako stavební materiál, plocha pro stavby a má řadu dalších využití. Půda je neobnovitelným zdrojem, proto je potřeba s ní šetrně hospodařit.

Dnešní zemědělské systémy jsou založeny především na intenzivním způsobu hospodaření s cílem velké produkce potravin, a to díky velkému nárůstu lidí na planetě. Tyto systémy využívají agrochemikálie a další látky, které narušují kvalitu půdních vlastností, díky tomu se snižuje úrodnost půd. Existují ale i zemědělské systémy, jejichž cílem je především šetrné hospodaření s půdou, tak aby nedocházelo k poškozování životního prostředí, dbá se především na zdraví lidí a zvířat. Mezi tyto systémy hospodaření patří ekologické zemědělství.

Ekologické zemědělství je takový systém hospodaření, který dbá na úrodnou a zdravou půdu. Půda se v tomto systému zpracovává šetrně, do půdy se dodávají organická hnojiva, důležitou roli zde hrají půdní mikroorganismy, které napomáhají při řadě půdních procesů. Cílem tohoto zemědělství je produkovat potraviny s vysokou kvalitou pomocí šetrných technologií.

2 Hypotéza a cíle práce

Hypotéza této práce je, že způsob hospodaření může významným způsobem ovlivňovat půdní vlastnosti, a tím i celkovou kvalitu půdy.

Cílem této bakalářské práce je:

Definování pojmu kvalita půdy a její zpracování. Zpracovat přehled používaných indikátorů kvality půdy se zaměřením na produkční využívání. Následně na základě výsledků publikovaných vědeckých studií porovnat vliv konvenčního a ekologického způsobu hospodaření na kvalitu půdy.

3 Způsoby hospodaření

Existuje řada způsobů hospodaření. Nejrozšířenějším typem hospodaření je konvenční zemědělství. Dalšími typy hospodaření jsou ekologické, integrované, precizní, biodynamické zemědělství. Dále pak můžeme způsoby hospodaření dělit podle oblastí, například nomádské pastevectví, tradiční, rotační, samozásobitelské a tak dále (Bičík, 1984).

3.1 Konvenční zemědělství

Konvenční zemědělství nebo také intenzivní zemědělství, je založeno na co nejvyšším výnosu, se snahou minimalizovat náklady na produkci. Za tímto účelem jsou pěstovány speciální odrůdy, většinou i geneticky modifikované organismy (GMO). V tomto systému hospodaření se využívají nejrůznější druhy syntetických hnojiv a chemických látek proti škůdcům a nemocem. Tyto látky se uvolňují do půdy, ale i ovzduší a vody, dochází tak k znečištění životního prostředí. Půda je chápána pouze jako prostředek nezbytný pro pěstování plodin. V konvenčním zemědělství dochází k neustálému vysazování monokultur, a to vede k následnému poškozování půdy, snížení biodiverzity a zvýšení výskytu některých chorob a škůdců. Opačným systémem hospodaření je ekologické zemědělství (Janovská a Zimová, n.d.).

3.2 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je takový systém hospodaření, kde se nepoužívají umělá hnojiva, chemické přípravky, postřiky, hormony a umělé látky. Důležitá je zde kvalita výsledného produktu, nikoli kvantita produkce. Dbá se na zásady etického přístupu ke zvířatům, dodržování welfare. Další úlohou ekologického zemědělství je zamezení znečišťování životního prostředí, zachování biodiverzity, šetření neobnovitelných zdrojů, chránit zdraví populace, ale jde i o udržení zaměstnanosti v zemědělství a na venkově. Základem je v tomto systému hospodaření zdravá půda.

Úrodnost půdy se udržuje a zlepšuje pomocí organických hnojiv, zeleným hnojením, pestrými osevními postupy a šetrným zpracováním půdy. Střídání plodin napomáhá vytvářet biologickou rovnováhu, a tím je posilována schopnost rostlin bránit se proti chorobám a škůdcům. Plevely se regulují využitím moderní techniky, která je šetrná k životnímu prostředí. V ekologickém zemědělství se nesmí používat průmyslová hnojiva, syntetické pesticidy, herbicidy, růstové regulátory a geneticky modifikované organismy (GMO).

„Cílem je pracovat v co nejvíce uzavřených cyklech koloběhu látek, využívat místní zdroje a minimalizovat ztráty.“

Ekologické zemědělství by mělo vést k produkci kvalitních a vysoce hodnotných potravin (biopotravin), (Bioinstitut.cz).

Existuje dokument z NJAS- Wageningen Journal of Life Sciences (2011), který obsahuje shrnuté informace z různých vědeckých studií, které hodnotily biopotraviny a jejich dopad na lidské zdraví. Výsledky srovnávaných studií ukázaly, že v biopotravinách byl nižší obsah dusičnanů a méně reziduí pesticidů, než v potravinách z konvenčního zemědělství. Biopotraviny obsahovaly vyšší podíl vitamínu C a fenolických sloučenin v rostlinných produktech. Dále obsahovaly vyšší hladiny omega-3 mastných kyselin a kyseliny linolové v mléce. Některé výsledky studií vykazovaly, že biopotraviny mají dobrý vliv na zdravotní stav člověka, docházelo k lepší inhibici proliferace rakovinných buněk, k růstu indexů plodnosti a imunitního systému. Výsledky těchto studií jsou závislé na způsobu hospodaření v EZ, na využívání hnojiv a dalších faktorech, proto nelze s přesností říct, zda biopotraviny mají jen kladný vliv na zdraví člověka (Huber et al., 2011).

3.2.1 Vznik EZ

Založení systému ekologického zemědělství sahá před rok 1990, kdy se tomuto systému říkalo alternativní či organické. Motivací pro založení tohoto systému hospodaření byly zejména negativní vlivy průmyslového zemědělství, které mělo zejména nepříznivý vliv na životní prostředí a vedlo ke snížení kvality potravin (Urban et al., 2003).

3.2.2 Zásady EZ

Urban a Šarapatka (2003) uvádějí zásady, které se v tomto systému hospodaření mají dodržovat.

V ekologickém systému hospodaření se využívají statková hnojiva, mezi ně patří hnůj a kejda, využívá se také zelené hnojení. Jde především o to, aby byly správně využity živiny. Organická hnojiva mají dobrý vliv na chemické a fyzikální vlastnosti půdy.

Ke kompostování využíváme organické odpady ze zemědělství, například - slámu, plevel, drn, listí stromů, dřevní hmotu a další. K těmto surovinám se pak přidávají anorganické hmoty, zemina, popel, rybníční bahno, hnůj, kejda. Kompostování umožňuje navrácení živin, organické hmoty a dalších složek do koloběhu látek v přírodě.

Správné sestavování a dodržování osevních postupů patří v ekologickém zemědělství mezi priority. Dobrý osevní postup pomáhá stabilizovat procesy humifikace a mineralizace,

zlepšuje využitelnost živin a vody, napomáhá ke zlepšení přirozené půdní úrodnosti (Urban et al., 2003).

Výsledkem zpracování půdy by měla být především dobrá úrodnost půd. Zpracování půdy by mělo podpořit aktivitu organismů žijících v půdě. Půdu musíme zpracovávat, tak aby docházelo ke zlepšení půdní aerace, snižování evaporace, zvýšení infiltrace vody. Půda by se měla udržovat nakypřená, aby mohly rostliny dobře prokořenit do hloubky půdního profilu, zároveň tím zamezíme erozi půdy. Do půdy by se pak měly zapracovat posklizňové zbytky, aby docházelo ke správnému využití živin. Při zpracování půdy se musí brát v úvahu aktuální vlhkost a měrný tlak, abychom zabránily utužení půdy a následné půdní erozi (Urban et al., 2003).

V ekologickém zemědělství se může využívat redukovaný způsob zpracování půd, který přispívá k zachování úrodnosti půd. Vede k šetrnému zpracování půd s ohledem na půdní strukturu a půdní organismy. Tento způsob zpracování půdy má i své nevýhody, může docházet ke zvýšení tlaku plevelů nebo může docházet ke zhoršení přísunu živin. Metody redukovaného zpracování půd jsou: mulčovací výsev, pásový výsev, přímý výsev (Hegglin et al., 2015).

4 Půda

Půda je brána jako jeden z nejdůležitějších přírodních zdrojů a má nezastupitelnou roli v zemědělství. Pro sledování rozdílů mezi ekologickou a konvenční formou hospodaření studujeme: organickou hmotu, strukturu půdy, biologickou aktivitu a půdní erozi (Pokorný et al., 2007).

„Půda má hned několik funkcí: produkční, filtrační, pufrální, transformační, tvoří prostředí pro živé organismy, má ale i socio-ekonomickou funkci“ (Urban et al., 2003).

Její produkční funkce má přímou vazbu na člověka, půda je jedním ze základních článků potravního řetězce. Je zásobárnou vody, tvoří filtrační a čistící prostředí, vytváří prostředí pro živé organismy. V půdě probíhá koloběh látek. Půdu lze využívat jako stavební materiál a zároveň tvoří plochu pro umístění staveb. A plní mnoho dalších funkcí (Sáňka et Materna, 2004).

„V ekologickém zemědělství je nutné vnímat klíčovou roli půdy jako živého systému, který musí být spojnicí k produkci plnohodnotných rostlinných produktů, zdravých zvířat a lidí“ (Urban et al., 2003).

4.1 Úrodnost půd

S produkční funkcí souvisí úrodnost půd. Půdní úrodnost je základní jednotkou pro zemědělství. V ekologickém zemědělství se tento pojem definuje, jako schopnost půdy poskytovat zdravou úrodu s potřebou minimálních vstupů. Dnes se mluví spíše o termínu – „kvalita půdy“ místo půdní úrodnosti (Berner et al., 2012).

4.2 Kvalita půdy

Termín „kvalita půdy“ je relativní pojem a záleží jen na tom, jak chceme půdu využívat. Například využití půdy v krajině nebo v zemědělství, kde využíváme její produkční funkci (Sáňka et Materna, 2004).

Zachovávat kvalitu půdy je jednou z důležitých podmínek pro dosažení udržitelného a konkurenceschopného systému hospodaření na půdě (Mikanová et al., 2010).

4.2.1 Organická hmota

Půdní organická hmota je soubor všech neživých organických látek, které se nacházejí v půdě nebo na jejím povrchu. Přestože nemá převahu nad minerální částí, má rozhodující vliv na půdní vlastnosti a tím tedy i na půdní úrodnost.

Zásoby uhlíku jsou v organické hmotě vyšší, než jeho množství v ostatních částech nadzemní hmoty (Pavel et al., 1983).

Půdy můžeme na základě obsahu organických látek rozdělit na organické a minerální. Minerální půdy tvoří většinu všech světově obdělávaných ploch a mohou obsahovat stopy organické hmoty do 30 %. Organická hmota se přirozeně vyskytuje u organických půd, její obsah je více než 30 % (Bot et Bernites, 2005).

Na úbytek půdní organické hmoty má vliv řada negativních faktorů, to má za následek proces degradace. Mezi nejvýznamnější negativní faktory patří eroze, větrná i vodní. Dále nedostatečná aplikace organických hnojiv a další faktory (Sáňka et Materna, 2004).

4.3 Vlivy působící na kvalitu půd

Nejvýznamnější vliv má na kvalitu půd antropogenní činnost. Největšími negativními vlivy jsou agrotechnické zásahy, a to především složení osevních postupů, technologie pěstování plodin, hnojení a další. Tato lidská činnost, pak vede k degradaci půdní struktury, utužení, acidifikaci, zasolení, desertifikaci, kontaminaci půd xenobiotickými látkami a k dalším negativním vlivům na půdu (Mikanová et al., 2010).

5 Indikátory kvality půdy a jejich stanovení

Index kvality půdy (Soil quality index – SQI) je důležitým klíčem k získání informací o vlastnostech půdy.

Díky získaným informacím se mohou sestavit plány pro nakládání s půdami (Obade et Lal, 2015).

Stanovení standardů pro hodnocení půdy je velice složité, protože v půdě neustále probíhá řada procesů, které vedou k její různorodosti a variabilitě. Velmi záleží na podmínkách prostředí, jako například jaká je mateční hornina, klimatické podmínky, hladina podzemní vody, půdní typ, půdní druh, antropogenní vlivy a řada dalších faktorů. Proto se nejdříve volí vhodné indikátory (Pokorný et al., 2007).

K hodnocení půdy se používá několik souborů indikátorů, které jsou měřitelné a lze je číselně vyjadřovat. Výběr indikátorů je omezený, pokud má být použitelný v praxi, tak nikdy nelze zachytit celý rozsah půdních vlastností. Pro specifické funkce půdy je nutné používat specifické indikátory.

Rozsah půdních indikátorů je ovlivněn metodou stanovení, souborem podkladových dat, statistickou metodou a funkcí. Pokud má být tento systém zhodnocen, je nutné brát v úvahu půdní vlastnosti (Sánka et Materna, 2004). V ekologickém zemědělství se nejčastěji stanovují indikátory, které jsou uvedené v podkapitolách 5.1, 5.2 a 5.3.

Pro hodnocení půd si vždy musíme zvolit vhodné typy analýz. Indikátory můžeme podle povahy rozdělit do 3 základních skupin: fyzikální, chemické a biologické.

Pro určení těchto vlastností se používá několik metod (Pokorný et al., 2007).

Předtím, než se provádí samotná analýza, se musí provést odběr vzorků. Rozbor půd provádí specializovaná laboratoř. Odběry půdních vzorků mohou například na farmách provádět samotní zemědělci. Půdní vzorek by měl být reprezentativní, jeho kvalitu ovlivňuje řada faktorů. Zároveň kvalita půdního vzorku ovlivňuje výsledky analýzy, proto by se jeho odběr měl dělat s přesností. Jednou ze základních podmínek, aby byl vzorek správně odebrán, je znalost vzorkovaného pozemku a tu získáme pravidelným sledováním půdy pomocí rýčové metody, která by se tak na ekologicky hospodařících farmách měla provádět (viz. podkapitola 5.1).

Vzorky se odebírají pomocí sondovací tyče, měly by být průměrné a odebírané z různých částí obhospodařované plochy. Půdní vzorky se nechávají vyschnout na vzduchu v otevřených sáčkích. V laboratořích se vzorky dosuší na větraném a suchém místě. Některé vzorky

se odebírají a umísťujú do PE sáčku, potom se ihned převážejí do laboratoře ke zpracování (např. pro stanovení minerálního dusíku).

Dále se s půdními vzorky pracuje podle jednotlivých metod k zjištění jejich vlastností a k následnému určení kvality půdy (Pokorný et al., 2007).

5.1 Fyzikální charakteristiky půd

Fyzikální vlastnosti půd se zjišťují na základě rýčové metody. Rýčová metoda (rýčová diagnóza) se provádí v době nejsilnějšího rozvoje kořenů. K základnímu stanovení potřebujeme 2 rýče a prkénko. V získaném půdním vzorku se sleduje barva, druh půdy, struktura, půdní živočichové, kořeny rostlin, vlhkost (Urban et al., 2003).

Půda, která má dobré fyzikální vlastnosti umožňuje aktivitu živočichů a kořenů, poskytuje jim dostatek prostoru a vzduchu. Půda by měla být šetrně zpracovávána, aby nedocházelo k jejímu utužení a ke snížení úrodnosti (Berner et al., 2012).

Mezi základní fyzikální vlastnosti patří: textura, hloubka půdy, hydraulická vodivost, maximální a retenční vodní kapacita, objemová hmotnost, pórovitost, struktura (Urban et al., 2003).

5.1.1 Textura (zrnitost)

Textura je vlastností půdy charakterizovaná zrnitostním složením půdy, tedy procentuálním zastoupením půdních částic různé velikosti. Na základě této vlastnosti půdy se stanovuje půdní typ. Zrnitost půd ovlivňuje většinu půdních vlastností. Existuje celá řada klasifikací (Pokorný et al., 2007). V České republice je nejčastěji používána Nováková klasifikace. Půdu můžeme zařadit do jednotlivých skupin zrnitosti podle poměru frakcí a to na základě výsledků laboratorních testů. Zrnitostí skupinou je dán půdní druh (Sáňka et Materna, 2004).

Kritéria hodnocení zrnitostního rozboru jsou dána velikostí zrn, z které pak určíme frakci (jíl, jemný a střední prach, jílnaté částice, hrubý prach, jemný písek, střední písek) a také je dána způsobem stanovení (přímo nebo dopočtem), (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

Zrnitostní rozbor se provádí hustoměrnou metodou podle Casagrande nebo pipetovací metodou. K určení půdního druhu používáme tabulku klasifikační stupnice podle Nováka (Pokorný et al., 2007).

5.1.2 Hloubka půdy

Vyjadřuje hloubku části půdního profilu omezené pevnou horninou nebo silnou skeletovitostí.

Popis tabulky:

Podle tabulky č. 1 se určuje hloubka půdního profilu. V tabulce nalezneme kód 0 - 2, dále hloubku, která se měří pomocí půdní sondy v jednotkách cm. Následně určíme charakteristiku půdy, zda jde o půdy například hluboké nebo mělké.

Tabulka č. 1- hloubka půdního profilu

(dostupné z http://tilia.zf.mendelu.cz/~xkucera0/galerie2004_5/3e.htm)

kód	hloubka	charakteristika
0	nad 60 cm	půda hluboká
1	30-60 cm	půda středně hluboká
2	do 30 cm	půda mělká

Způsob stanovení:

Hloubku půdy a prokořenění zjišťujeme pomocí půdní sondy (Sáňka et Materna, 2004).

5.1.3 Maximální kapilární kapacita

MKK je hodnota maximálního nasycení půdních kapilárních pórů. Hodnota u hlinitých půd by neměla přesáhnout 36 %, jinak dojde k porušení půdy a voda se na takovém pozemku nemůže vsakovat (Pokorný et al., 2007). MKK vyjadřuje schopnost půdy zadržovat vodu, která je potřebná pro rostliny (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

„Maximální kapilární kapacitu získáme po 2 hodinách odsávání vody z plně nasyceného vzorku. Jedná se o laboratorní metodu podle Nováka“ (Pokorný et al., 2007).

Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd, podle Kňákala (2000), které byly uvedeny v publikaci (Sáňka et Materna, 2004), ukázaly průměrné hodnoty MKK pro jednotlivé druhy půdy a jednotlivé půdní horizonty. V ornici se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 30,73 % - 46,48 %, v podorničí od 26,9 % - 44,83 % a ve spodině v rozmezí 25,59 % - 52,79 %. Celkem se průměrné hodnoty pohybují v rozmezí 33,73 % - 35,07 % (Sáňka et Materna, 2004).

5.1.4 Retenční vodní kapacita

Vyjadřuje maximální množství vody, které je půda schopna vlastními silami dlouhodobě zadržet, po 24 hodinách ve stabilizovaném stavu po nadměrném zavlažení (Pokorný et al., 2007).

Při hodnocení obsahu vody v půdě se může hodnotit i bod vadnutí.

Bod vadnutí závisí na druhu pěstované rostliny, na její vývojové fázi a aktuálních podmínkách prostředí.

V terénu se může vlhkost půdy určit pocitem, který vytváří zemina při stisku v dlani. Využívá se základní stupnice, která má pět stupňů (Sáňka et Materna, 2004).

Popis tabulky:

Podle tabulky č. 2 se dá určit stupeň vlhkosti půdy, od 1. stupně do 5. stupně.

Tabulka č. 2 Hodnocení vlhkosti půd (Sáňka et Materna, 2004).

1.	vyprahlá
2.	suchá
3.	vlahá
4.	vlhká
5.	mokrá

Způsob stanovení:

Retenční vodní kapacita se stanovuje laboratorní metodou, odběr vzorku se dělá do Kopeckého fyzikálního válečku (Pokorný et al., 2007).

5.1.5 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu. S póry, které jsou vyplněné aktuálním obsahem vzduchu a vody. Je to nestabilní hodnota, která se mění v závislosti na vlhkosti půdy (Pokorný et al., 2007). Závisí však také na zrnitosti, struktuře a pórovitosti. Je parametrem při hodnocení míry zhutnění a pedokompakce. K tomuto hodnocení lze využívat několik stupnic, například Kutílkovu stupnici (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

Objemová hmotnost se stanovuje odběrem vzorku do Kopeckého fyzikální válečku, „*tzv. ze známého objemu zeminy odebrané v přirozeném stavu- včetně pórů, po vysušení při 105°C do konstantní hmotnosti*“.

Stanovuje se objemová hmotnost vlhké půdy, ale také objemová hmotnost suché půdy.

Objemová hmotnost suché půdy má stálejší hodnoty, slouží pro výpočet pórovitosti. U vlhké půdy je objemová hmotnost závislá na vlhkosti půdy, její hodnoty se mění během celého roku v závislosti na počasí a dalších faktorech (Pokorný et al., 2007).

U zemědělských půd objemová hmotnost kolísá v hodnotách od 0,2 – 1,8 t/m³. Konkrétně u minerálních půd se její hodnoty pohybují mezi 0,8 – 1,8 t.m⁻³ a u organických půd mezi 0,2 – 0,3 t.m⁻³. (Sáňka et Materna, 2004).

5.1.6 Měrná hmotnost

Vyjadřuje hmotnost 1m³ pevné a neporézní zeminy v tunách nebo v gramech na cm³.

U našich minerálních půd je průměrná hmotnost kolem 2,6 – 2,7 tun na metr krychlový a u organických půd se hodnoty pohybují okolo 1,5 tuny na metr krychlový (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

Měrnou hmotnost půdy zjišťujeme pomocí pyknometru. Pyknometr je skleněná nádobka, která slouží na stanovení hustoty kapaliny, ale také na stanovení objemu pevných materiálů. Pevný materiál musí být v sypkém stavu (Pokorný et al., 2007).

5.1.7 Pórovitost půd

Pórovitost tvoří prostory nezaplňené pevnou fází, tedy půdní póry. Půdní póry mají různé tvary, velikosti, jsou různě propojené, umožňují v půdě proudění vzduchu a vody (Pokorný et al., 2007). Důležité je zastoupení skupin pórů podle velikosti- mohou být kapilární, semikapilární a nekapilární. Pórovitost je vyjadřována procenty a na základě toho se hodnotí strukturní stav humusového horizontu. Existuje tabulka hodnocení, kterou stanovil Kutílek (1966), (Sáňka a Materna, 2004).

Způsob stanovení:

Poměr objemu pórů V_p k celkovému objemu půdy V_s v přirozeném uložení

- $$P = \frac{V_p}{V_s} \times 100 \text{ (\% obj.)}$$

Můžeme jí tedy vypočítat i z objemové (ρ_d) a měrné hmotnosti (ρ_s) půdy,

- $$P = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \times 100 \text{ (\% obj.)}$$

S nárůstem podílu humusových látek, ale také jílnatých částic pórovitost stoupá. Naopak u písčitých půd pórovitost klesá. Obecně tedy platí, že zrnitostně těžší půdní horizonty mohou mít vyšší pórovitost než zrnitostně lehké horizonty (Šarapatka, 2014).

5.1.8 Struktura půdy

Je to uspořádání jednotlivých půdních částic například písku, prachu, jílu do přírodních agregátů, které se nazývají pedy (Schaetzl et Anderson, 2005). Vzniklé agregáty jsou různých velikostí a tvarů. Půdní struktura vzniká přirozenými procesy, na kterých se podílí kvalita a obsah půdních koloidů, kvalita a obsah organické hmoty, biologické procesy, fyzikálně-chemické procesy, výměnné kationty v koloidním systému a další (Šarapatka, 2014).

Základními typy struktury půd jsou kulovitá, polyedrická, hranolovitá a deskovitá, ty se pak dále rozdělují. Strukturu stanovujeme pro jednotlivé půdní horizonty (Sáňka et Materna, 2004). Tvoří jeden z bodů při sledování rozdílů mezi ekologickou a konvenční formou hospodaření (Pokorný et al., 2007).

Způsob stanovení:

Strukturu půdy můžeme určit pomocí rýčové metody. Před zpracováním půdy můžeme pomocí této metody určit do jaké hloubky je půda vyzrálá (Berner, 2012).

5.1.9 Vlhkost

Vlhkost půdy má vliv na růst rostlin a život edafonu. Dělí se na objemovou, hmotnostní a relativní vlhkost. Objemová vlhkost tvoří poměr mezi objemem neporušeného půdního vzorku a objemem vody. Hmotnostní vlhkost vyjadřuje poměr mezi hmotností pevné fáze půdy a hmotností vody v půdním vzorku. Poměr mezi pórovitostí a objemovou vlhkostí vyjadřuje relativní vlhkost (Šarapatka, 2014).

Způsob stanovení:

Stanovení vlhkosti se provádí vázkovou metodou (gravimetrická metoda). Půdní vlhkost

se stanoví rozdílem zváženého vlhkého a vysušeného půdního vzorku. Vzorky se vysouší do konstantní hmotnosti při teplotě 105°C (Pokorný et al., 2007). Dále můžeme stanovit vlhkost pomocí techniky dálkového mikrovlnného průzkumu půdní vlhkosti, pasivním a aktivním mikrovlnným monitorováním, technikou optického hodnocení vlhkosti (Šarapatka, 2014).

5.1.10 Hydraulická vodivost

Je to filtrační koeficient, který vyjadřuje schopnost prostředí vést vodu. Závisí na zrnitosti, tvaru zrn a pórů, na pórovitosti, vlastnostech proudící kapaliny, především na hustotě a viskozitě (Sáňka et Materna, 2004).

5.2 Chemické a fyzikálně chemické charakteristiky půd

Chemické vlastnosti půd se zjišťují na základě měření pH, obsahu živin i škodlivých látek. Půda obsahuje všechny živiny a organické sloučeniny, které rostlina ke své výživě potřebuje. Prvky, které půda obsahuje, by se měly udržovat v rovnováze a proto je potřeba je navracet zpět do půdy.

U těchto vlastností konkrétně zjišťujeme obsah humusu, obsah celkového dusíku a přijatelnost fosforu, kationtovou výměnnou kapacitu, půdní reakci (pH), vodivost, obsah živin, nasycenost sorpčního komplexu a hygienické parametry s ohledem na rizikové prvky a organické kontaminanty. Stanovení se provádí řadou metod.

5.2.1 Obsah humusu

Obsah humusu je důležitým parametrem, který ovlivňuje úrodnost a funkce půd. Humus je organický zbytek, ať už rostlinného nebo živočišného původu, který je v různém stupni rozkladu, nacházející se v půdě. Kvalita humusu je posuzována podle poměru huminových kyselin k fulvokyselinám. Pokud obsah huminových kyselin roste, tak vzrůstá i kvalita humusu. Pokud je poměr HK:FK vyšší než 1,5:1 jde o vysoce kvalitní humus (Pokorný et al., 2007).

Kvalitativní složení humusu se také vyjadřuje poměrem uhlíku k celkovému dusíku v půdě.

U tohoto poměru se číslo, které je menší než 10, považuje za ukazatel kvalitního humusu.

Obsah humusu se vyjadřuje procenty. V humusovém půdním horizontu u zemědělských půd se obsah humusu pohybuje v desetinách procent až po 5 a více %. Stanovit obsah humusu v terénu je možné odhadem a to podle půdního typu nebo podle barvy humusového horizontu (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

Obsah humusu se stanoví pomocí metody oxidovatelného organicky vázaného uhlíku v zemině, který se oxiduje pomocí kyseliny chromové v prostředí s nadbytkem kyseliny sírové za určitých podmínek. Kyselina chromová, která není spotřebovaná, se stanoví titrací roztokem Mohrovy soli. Obsah organického uhlíku, se na humus přepočte vynásobením koeficientu 1,724 (Pokorný et al., 2007).

Kvalita humusu se stanovuje tak, že se půdní vzorek extrahuje alkalickým roztokem pyrofosforečnanu sodného a čirý výluh se měří pomocí spektrofotometru při vlnové délce 465 nm a 665 nm. „Poměr E4:E6 kolem 3 – 3,5 charakterizuje stupeň kondenzace jádra HK. Hodnoty větší jak 4 jsou ukazatelem nízké kondenzace jádra HK (Richter, Hlušek, Hřivna, 1999). Kvalitu humusu také posuzujeme na základě vzájemného poměru C:N. Průměrné hodnoty C:N v humusových látkách jsou dány poměrem 10:1. Užší poměr symbolizuje vyšší kvalitu humusu a naopak“ (Pokorný et al., 2007).

5.2.2 Půdní reakce

Půdní reakce se vyjadřuje pomocí pH. Půdní pH se stanovuje jako výměnné nebo aktivní.

Výměnná (KCl a CaCl₂): je to schopnost půdy měnit pH roztoků minerálních solí (elektrolytů). Je dána kationty vodíku, které jsou sorbovány půdními koloidy a které se mohou za určitých podmínek uvolnit do půdního roztoku a tím zvyšovat kyselost půdy. Stanovuje se výluhem neutrálních solí – KCl a CaCl₂. Hodnotíme je od silně kyselých (do 4,5 – hodnota KCl) až po alkalické (nad 7,2 – hodnota pH KCl).

Aktivní: je dána obsahem H⁺ iontů v půdním roztoku. Stanovuje se vodním výluhem.

Půdní reakce je také jedním z důležitých parametrů při hodnocení stavu půdy. pH půdy ovlivňuje další půdní vlastnosti, například mobilitu živin a rizikových prvků v půdě, půdní procesy a další charakteristik (Sáňka et Materna, 2004).

Způsob stanovení:

pH půd měříme pomocí pH metru. Výměnná reakce se měří skleněnou iontově selektivní elektrodou, která měří aktivitu vodíkových iontů v suspenzi, které se vytěsnily se sorpčního komplexu půd za pomoci draselných iontů ve vyluhovacím roztoku.

„Aktivní reakce se zjišťuje potenciometrickým měřením koncentrace H⁺ v půdním roztoku, pastě nebo ve vodním extraktu“ (Pokorný et al., 2007).

5.2.3 Zasolení (elektrická vodivost)

Její hodnota charakterizuje míru zatížení půd solemi v závislosti na okolních faktorech, například- stupeň vyhnojení, celkové podmínky stanoviště.

Způsob stanovení:

Vodivost se stanovuje pomocí elektrolytů rozpustných ve vodě, které se extrahují v poměru půda: voda 1:5 a na základě zvýšení elektrické vodivosti extraktu výluhu po filtraci jsou stanoveny výsledky (Pokorný et al., 2007).

5.2.4 Sorpční komplex půd

Je to jedna z velmi důležitých vlastností půd a to na základě vazby dodávaných a původních živin a také vazby potenciálně kontaminujících látek.

Celková sorpční kapacita - T , množství sorbovaných bází - S , nasycenost sorpčního komplexu v % - V .

- $$V = \frac{S}{T} \times 100$$

Výsledek nám udává podíl výměnných bazických kationtů v procentech z celkové sorpční kapacity. Obvykle se i současně stanovuje hydrolytická kyselost, která charakterizuje ionty vodíku a hliníku sorbované půdními koloidy (Sáňka et Materna, 2004).

5.2.5 Kationtová výměnná kapacita

Určuje množství iontů, které je daný systém schopen poutat. KVK je z hlediska analytického postupu náročnější a proto se v hodnocení půd často nepoužívá.

Způsob stanovení:

KVK se stanovuje pomocí SKP (sorpční komplex půd), který se nasatí amonnými ionty na hodnotu pH 7, pomocí perkolace octanem amonným. Zde se stanovuje obsah draslíku, hořčíku, vápníku a sodíku. Například obsah dusíku a vápníku stanovíme destilační metodou (Pokorný et al., 2007).

5.3 Biologické charakteristiky půd

Biologické vlastnosti půd se zjišťují na základě viditelných složek půd (půdních organismů) a na její aktivitě v průběhu látkové výměny (Berner et al., 2012).

U biologických vlastností půd zjišťujeme jaký je obsah uhlíku a dusíku v biomase mikroorganismů, potenciálně mineralizovaný dusík, respiraci, aktivitu půdních enzymů

a další charakteristiky (Urban et al., 2003).

Půdní edafon je soubor mikroorganismů a makroorganismů, které se vyskytují v půdě ve velkém počtu. Jejich počet na ploše 1 m² je 1 – 200 tisíc jedinců z řad makroorganismů a až miliardy mikroorganismů (Sáňka et Materna, 2004). Mezi sledované aktivity půdních mikroorganismů patří respirační aktivita, enzymová aktivita a měření fixace dusíku (Mikanová et al., 2010).

Protože jsou biologické parametry velice variabilní, tak se jejich rozsahy většinou neuvádějí. A pokud se uvádějí, tak by se měly vztahovat k prostředí a k podmínkám, které je ovlivňují. Většinou se mezi reprezentativní mikrobiální vlastnosti uvádějí uhlíková mineralizace, dusíková mineralizace a uhlík mikrobiální biomasy.

Pro agrochemické zkoušení půd jsou obsahy živin v půdě spolu s pH základními ukazateli. Mezi hlavní živiny z agrochemického hlediska patří dusík, draslík, fosfor, vápník, hořčík, železo a síra. Dalšími sledovanými prvky, jsou mikroelementy, mezi ně patří mangan, bór, měď, molybden a zinek (Sáňka et Materna, 2004).

Nejběžnějším bio-indikátorem, který se v EZ sleduje, je výskyt žížal. Sleduje se jejich množství. Žížaly se starají o provzdušnění půdy díky chodbičkám, které v půdě vytvářejí. Napomáhají při tvorbě drobtovité struktury půdy a to svými výměšky, které se promíchávají s mikroorganismy, minerálními částicemi a dalšími složkami, které tuto strukturu vytvářejí. Dalšími indikátory jsou chvostoskoci, roztoči a mnohonožky (Berner et al., 2012).

5.3.1 Mikroorganismy v půdě

Půdní mikroorganismy jsou důležité pro produkční i ekologické funkce půdy. Napomáhají k udržení dobré půdní struktury a dostupnosti živin pro rostliny, hrají důležitou roli při řadě procesů, které v půdě probíhají. Mají vliv na růst a vývoj rostlin. A jsou dobrým indikátorem kvality půd.

Nejpočetnější skupinou mikroorganismů v půdě jsou bakterie. Bakterie, které poutají dusík, mají velký význam ve výživě rostlin. Jedním z dobrých indikátorů kvality půd jsou bakterie rodu *Azotobacter* a bakterie s P – solubilizující aktivitou. Bakterie rodu *Azotobacter* jsou schopné využívat vzdušný dusík k tvorbě organických sloučenin a bakterie s P-solubilizující aktivitou jsou schopné transformovat hůře rozpustné fosfáty do rozpustných forem, které jsou rostliny schopné přijímat. Zajišťují tak výživu rostlin těmito základními živinami (Mikanová et al., 2010).

5.3.2 Způsoby stanovení biologických vlastností půd:

Díky živým organismům v půdě probíhá široké spektrum procesů. Tvoří je podzemní části rostlin a edafon, které se podílejí na vzniku a vývoji úrodnosti půdy. Tyto organismy svými životními procesy vyvolávají biofyzikální, biochemické procesy v půdě. Při zjišťování biologických vlastností půdy dochází k ovlivnění výsledků a to díky parametrům prostředí, proto je důležité doplnit tyto data chemickými rozbory a rozbory půdních vlastností (Mikanová et al., 2010).

Sledují se typy vyskytující ho edafonu, provádí se respirační testy, nitrifikační testy a amonizační testy (Pokorný et al., 2007).

Mikroorganismy je v podstatě nemožné sledovat v terénu kvůli jejich vlastnostem. Musí se tedy připravit reprezentativní vzorek půdy. Vzorky se odebírají v hloubce 0 – 20 cm půdního profilu. Půda by měla být v takovém stavu, aby se dala prosévat. Vzorky se zpracovávají ihned po odběru a skladují se ve tmě při určité teplotě s volným přístupem vzduchu v platových sáčcích.

Stanovuje se celková biomasa organismů v půdě a to fumigačně-extrakční metodou. Čerstvá hmota se uvolňuje, když se lyzují buňky mikroorganismů fumigací. Fumigace v podstatě na neživou hmotu vliv nemá. Chloroformem se 24 hodin fumigují půdní vzorky. „*Organický uhlík se extrahuje 0,5 molárním síranem draselným z fungovaných i nefungovaných vzorků a rozdíl mezi nimi se připisuje uhlíku mikrobiální biomasy*“ (Mikanová et al., 2010).

Dále se určují počty mikroorganismů v půdě.

Způsob stanovení:

Do 90 ml sterilní destilované vody se naváží 10 g vzorku půdy. Připraví se řada desetinásobných ředění ze základní suspenze. Připraví se ředící řada a to od prvního do pátého ředění. Připraví se Petriho misky, do kterých se pipetuje 1 ml z každého ředění a zalévá se agarem. V případě rodu bakteríí *Azotobacter* zaléváme Ashbyho agarem. Petriho misky se inkubují v termostatu při teplotách 28°C, až 7 dní a následně se odečítají slizové kolonie bakterií rodu *Azotobacter* (Mikanová et al., 2010).

Nejčastěji využívaným měřítkem aktivity půdní mikroflóry je respirační aktivita. Je to množství CO₂ vyprodukované půdní mikroflórou za určitou jednotku času. Stanovuje se bazální a potenciální respirace.

Respirační aktivita vyjadřuje mineralizaci organické půdní hmoty a používá se jako index půdní úrodnosti.

Způsob stanovení:

Do 75 ml skleněných lahví se naváží jemnozem- 50 g při sledování potenciální respirace a 100 g při sledování bazální respirace. Pokud stanovuje potenciální respirace, musí se zemina zkropit 1 ml roztoku glukosy a síranu amonného v poměru 1:1. Potom se do nádob umístí skleněný kalíšek s 5 ml 1M NaOH, který pohltní vzniklý oxid uhličitý. Uzavřené lahve se dají inkubovat do termostatu při teplotách 28°C. Při stanovování bazální respirace se po třídenní inkubaci nejdříve stanoví reaktivní respirace a po dalších čtyřech dnech se stanoví vlastní bazální respirace. „*Obsah pohlceného oxidu uhličitého v roztoku hydroxidu sodného se stanoví titračně pomocí roztoku 0,25M HCl a po vysrážení uhličitánů jako BaCO₃ chloridem barnatým (Novák, 1963)*“ (Pokorný et al., 2007).

Nitrifikačním testem je stanovena oxidovatelnost dusíkatých látek. Stanovuje se obsah dusičnanového dusíku po sedmi denní inkubaci při teplotách 28°C s přidáním vody a obsah dusíku, aktuální obsah dusíku v čerstvém vzorku a NO₃ po sedmi denní inkubaci s přidávkem amonného dusíku formou síranu amonného.

Amonizační test: Jeho výsledky ukazují obsah amonného dusíku v čerstvém půdním vzorku, množství amonného dusíku, který byl vázán v organických sloučeninách. „*Dále se posuzuje potenciální množství vyprodukovaného amonného dusíku v inkubovaném půdním vzorku obohaceném vodou*“ (Pokorný et al., 2007).

6 Diskuze

Z vědeckých článků a publikací jsem shrnula jednotlivé studie, které hodnotily vliv ekologického způsobu hospodaření na kvalitu půd a porovnávaly jej s ostatními druhy hospodaření a to především s konvenčním zemědělstvím.

V pokusech se sledovaly dopady na vlastnosti půd, na půdní organismy při různém systému zpracování, při aplikaci organických hnojiv, ale také při přechodu z konvenčního hospodaření na ekologické.

6.1 Zpracování půdy

Jednotlivé studie zkoumaly a porovnávaly různé druhy zpracování půdy a jejich vliv na její úrodnost, vlastnosti a na půdní organismy. Experimenty probíhaly v různých zemích a oblastech. Porovnávalo se zpracování půdy na ekologických, konvenčních, ale i na plochách s integrovaným systémem hospodaření.

Zpracování půdy ovlivňuje půdní agregaci a to má vliv na množství uhlíku a dusíku v půdě. Studie hodnotila vlivy různých systémů zpracování půdy na půdní agregáty. Měřila se agregiční stabilita, obsah organického uhlíku a celkový obsah dusíku.

Experiment probíhal v Fuchsenbiglu v Rakousku na třech plochách s různým zpracováním půdy. Na první ploše se dělala konvenční orba, na druhé redukovaná orba a na třetí ploše minimalizační systém zpracování půd.

Analýza půdy z těchto tří systémů zpracování půdy ukázala rozdíly ve velikosti půdních částic. Byly provedeny metody na zjištění velikosti půdních částic, množství vody v půdě. Parametry, které byly měřené, odhalily závislost na způsobu obdělávání půdy. Výsledky ukázaly, že minimalizační systém zpracování půd měl menší vliv na vlastnosti půdy ve srovnání s konvenční orbou. Mezihodnoty se objevily u redukovaného zpracování půd. Konvenční způsob obdělávání půd vede k nestabilitě půdních agregátů a k degradaci půdy.

U minimalizačního způsobu zpracování půdy byl obsah vody nejvyšší a to 35 %, u běžné konvenční orby s nejnižší hodnotou 1,5 %.

Protože při tomto způsobu obdělávání půdy dochází k rozbití půdních makro-částic, a tím se narušuje fyzikální stabilita půd (Kasper et al., 2009).

Výsledky studie ze severní Číny potvrdily, že zpracování půd má vliv na obsah dusíku v půdě. Tyto pokusy srovnávaly bezorebný způsob zpracování půdy (se zachováním slámy na povrchu půdy) s normální konvenční orbou. Studie probíhala v severní části Číny, kde je výskyt vysušených a málo úrodných půd. Na polích byla pěstována pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.).

Zjistilo se, že při bezorebném způsobu zpracování půdy došlo na povrchu půd (0 - 10 cm) ke zvýšení obsahu dusíku a jeho obsah byl vyšší, než v hlubších vrstvách (10 - 60 cm).

Oba systémy zpracování půd mají velký vliv na obsah dusíku v půdě a to hlavně ve vrchních vrstvách půd. Dusík je v půdách velmi důležitý, hlavně ve výživě rostlin a při řadě dalších procesů, které v půdě probíhají (Zhang et al., 2016).

6.1.1 Vliv na fyzikální vlastnosti půd

Další ze studií opět poukazuje na minimalizační systém zpracování půdy, který má příznivý vliv na půdní vlastnosti. Právě tento způsob zpracování půdy, se v ekologickém zemědělství využívá.

Cílem této studie bylo porovnat dopady na fyzikální vlastnosti půd při různých systémech zpracování. Plochy byly zpracovány minimalizačním systémem zpracování a běžnou orbou.

Experiment probíhal čtyři roky na dvou ekologických plochách a jedné konvenční,

na různých místech se stejným střídáním plodin. Osevní postupy zahrnovaly okopaniny.

U ploch s minimalizací byla půda zpracována do hloubky 18 – 23 cm, zatímco na plochách s radliční orbou, byla půda zpracována do hloubky 23 – 25 cm.

U obou ekologických ploch bylo zjištěno, že je zde lepší zadržování vody a nebyl zde žádný zvýšený vliv na agregátní stabilitu v hloubce 10 – 20 cm v porovnání s radliční orbou. Kromě toho, obsah půdní organické hmoty byl vyšší u ploch s minimalizačním systémem než u ploch s radliční orbou a to na všech plochách, stejně tak byl i obsah uhlíku zvýšený u ploch s minimalizací.

Omezená kultivace může zlepšit půdní fyzikální vlastnosti a zmírnit půdní degradaci, stimulovat biologickou aktivitu půd. V ekologickém zemědělství může radliční orba zhoršit strukturu a funkce půdy za zvýšeného využívání hnoje a rozmanitějšího střídání plodin, které jsou zvláště důležitou součástí ekologického zemědělství.

Výsledky potvrdily, že minimalizační systém zpracování půd má příznivý vliv nebo nijak neovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy a mohl by proto být považován za dobrou alternativu pro zemědělce (Crittenden et al., 2015).

Provedená studie, která zkoumala vliv orby na fyzikální vlastnosti půdy, probíhala v letech 2009 a 2010, ve východní části Německa.

Experimenty byly provedeny v rámci ekologického zemědělství na dvou místech. Půdní typ zde byl klasifikován dle Trenthorst do WRB (FAO, 2014) jako Stagnosoly a Luvisoly, zrnitost půdy odpovídala hlinité půdě.

Cílem bylo získat informace o tom, jaké dopady má orba a mechanické zatížení na půdy a následně na výnosy plodin, které jsou na těchto půdách pěstovány.

Dělaly se dva typy orby- mělká orba, jejíž hloubka byla 7 – 10 cm a hluboká orba na 25 – 30 cm. Kolové zatížení 26 kN a 45 kN, které odpovídá typickému zatížení. Na experimentálních pozemcích byl pěstován hrách a oves.

Při mělké orbě docházelo k menšímu poškození půdních částic a při zvýšeném mechanickém zatížení půdy docházelo ke zvýšení objemové hustoty a snížení kapacity vzduchu v půdě v 10 – 15 cm hloubky. Pro rostliny je vzduch v půdě velice důležitým zdrojem, pokud tedy dojde k jeho deficitu, může to mít pro rostliny letální následky.

Při mělké orbě docházelo k většímu zapevlení pozemku. Hloubka orby v prvním roce experimentu neovlivnila výnosy pěstovaného hrachu a ovsa. V roce 2010 se však výnos u ovsa, který byl pěstovaný na pozemcích s mělkou orbou, zvýšil. U hrachu v roce 2010 došlo k poklesu výnosu hrachových zrn o 12,1 % a to díky mechanickému zatížení (Gronle et al., 2014).

6.1.2 Vliv na půdní organickou hmotu

Experiment, který probíhal 21 let, se zabýval vlivem různých systémů hospodaření na půdní organickou hmotu a jaký vliv má aplikace statkových a minerálních hnojiv na půdní vlastnosti.

Byly stanoveny ukazatele pro kvalitu půdy. Změny byly sledovány v dlouhodobé srovnávací studii, která byla zahájena v roce 1978 ve Švýcarsku. Studie srovnávala dva ekologické (bio-dynamický a bio - organický) a dva konvenční systémy hospodaření.

Na obě ekologické plochy a jednu z konvenčních byla aplikována organická hnojiva. Na čtvrtou konvenční plochu se aplikovala organická hnojiva a doplňková minerální hnojiva.

Výsledky této 21-leté studie prokázaly pozitivní vliv organických hnojiv na půdní organickou hmotu. U systémů hospodaření, které využívaly minerální hnojiva a pesticidy, se prokázaly v průběhu času významné ztráty organické hmoty v půdě. Biologické parametry kvality půdy byly obecně lepší u ekologického než u konvenčního systému hospodaření. Mikrobiální aktivita a biomasa byla zvýšena u ekologického systému hospodaření s důrazem na koloběh prvků. Střídání plodin a zpracování půd bylo totožné u všech těchto systémů hospodaření. Tento experiment ukazuje, že používaná hnojiva, mohou zásadně ovlivňovat půdní mikrofaunu a zároveň ovlivňovat obsah organické hmoty. A poukazuje na významnost hnojiv v životním prostředí a jejich vliv v různých zemědělských systémech (Fliessbach et al., 2006).

6.1.3 Vliv na biologické vlastnosti půdy a půdní edafon

Tento experiment sledoval biologické vlastnosti půd, ztráty půdy a výnosy kukuřice při ekologickém a konvenčním systému hospodaření.

Experiment se prováděl ve Francii, na výzkumné stanici Mountain. Bylo pět pokusných ploch. První plocha byla ekologicky obhospodařovaná, půda byla zpracována bezorebně. Na druhém pozemku se také ekologicky hospodařilo, ale byla zde provedena orba. Další pozemky byly obhospodařované konvenčním způsobem, na jednom z nich se oralo, na druhém byl zavedený bezorebný způsob hospodaření. Pátý pozemek byl kontrolní, tento pozemek byl obhospodařován bez hnojiv a pesticidů.

Ekologické plochy, na kterých se experimenty prováděly, byly certifikovány v roce 1994.

Výsledky toho experimentu ukázaly, že množství půdní organické narůstá při bezorebném způsobu hospodaření. Dochází zde však k velkému zaplevelení pozemků. U konvenčních ploch můžeme zaplevelení zabránit použitím herbicidů, to však u ekologických ploch nelze. V půdách při bezorebném způsobu hospodaření také docházelo nárůstu uhlíku.

Bezorebný způsob hospodaření není však vhodný, při pěstování kukuřice sladké (*Zea mays* var. *saccharata* L.), protože díky konkurujícím plevelům docházelo k špatné dostupnosti dusíku pro výživu této plodiny.

Tato studie prokázala, že zpracování půdy je velice důležitým faktorem, který má vliv na živiny, organickou hmotu v půdě (Larsen et al., 2014).

Další studie, která sledovala vliv alternativního způsobu hospodaření na edafon, probíhala čtrnáct let na pokusné stanici v La Cage, ve Francii. V této oblasti je oceánské mírné klima, průměrná roční teplota je 11,1°C a průměrný roční úhrn srážek je 660 mm. Půdy jsou hluboké. Studie se zabývala vlivy hospodaření na kvalitu půdy. Porovnávaly se systémy hospodaření- konvenční a alternativní (ekologické a udržitelné zemědělství).

Pokus byl rozdělen do dvou bloků, každý pozemek měl rozlohu na 1 ha. Na pokusných místech se pěstovala ozimá pšenice.

Vzorky půdy byly odebrány ze šesti míst. Po sušení na vzduchu a prosévání, se měřil obsah celkového organického uhlíku a celkového dusíku, jejich obsah byl měřen elementárním analyzátozem. Dále byla prováděna mikrobiální analýza.

Mikrobiální skupina byla analyzována za použití technik molekulární biologie. Organismy, pak byly zařazeny do funkčních skupin. Následně bylo zjištěno, že při ekologickém systému hospodaření se zvýšil počet všech půdních organismů, kromě hlístic. U udržitelného systému hospodaření se zvýšil počet bakterií, hub, žížal, fytofágních a rhizofágních organismů.

Celkově se v této studii prokázalo, že dlouhodobý minimalizační systém zpracování půdy a používání krycích plodin v alternativním zemědělství vedlo ke zlepšení a zvýšení půdního edafonu než při pravidelné aplikaci zeleného hnojení, pesticidů, minerálních hnojiv v konvenčním zemědělství (Henneron et al., 2014).

V Německu probíhal experiment, jehož cílem bylo zhodnotit vliv zpracování půdy na její úrodnost a na společenstva, která se v půdě vyskytují.

Byly srovnávány dvě plochy, na jedné z nich byla půda zpracována konvenční orbou a na druhé se provedla redukováná orba. Tyto půdy byly jílovité. Dále se porovnával vliv použitých hnojiv- kejda a kompostované hnoje.

Dlouhodobá realizace s redukováním obděláváním půdy na ekologicky obhospodařovaném poli s jílovitými půdami zvýšilo množství žížal a mikroorganismů a zároveň toto zpracování půdy mělo příznivé účinky na strukturu půdy. Redukované zpracování půdy vedlo ke zvýšení půdní úrodnosti. Akumulace uhlíku v ornici výrazně vzrostla. Usuzuje se, že tento systém zpracování půdy je pro ekologické zemědělství velice vhodný, protože zvyšuje přirozenou půdní úrodnost, má dobrý vliv na půdní společenstva (Kuntz et al., 2013).

6.1.4 Vliv na kvalitu půdy používáním organických hnojiv

Experimenty, které se zabývaly vlivy na kvalitu půdy při aplikaci různých druhů hnojiv. Studie, která probíhala tři roky, se zabývala organickými a bio-minerálními hnojivy a jejich vlivem na půdní úrodnost. V ekologickém systému hospodaření se tyto hnojiva aplikují a zájem o ně roste i v ostatních systémech hospodaření.

Hnojiva byla studována na plochách, kde se pěstoval bavlník. Všechna stanovení byla provedena ze tří vzorků, každého typu hnojiva. Laboratorní testy probíhaly u dvou typů půdy v sedmi variantách s různými dávkami organických a bio-minerálních hnojiv. Odběr vzorků se prováděl vždy po stanoveném počtu dnů. Stanovil se obsah fosforu, potom byl stanoven obsah humusu, který se stanovuje pomocí oxidace a titrace. Celkový obsah dusíku se získal pomocí sublimace dle metodik.

Výsledky prokázaly, že aplikace organických a bio-minerálních hnojiv má celkově příznivý vliv. Došlo ke zvýšení půdní úrodnosti, výrazně se zvýšila produktivita bavlníku. Stoupl i počet mikroorganismů, které jsou velmi důležité při procesech, které v půdě probíhají. Aktivní mikrobiální transformace na dusík a uhlík, podporuje zvýšení humusu v půdě o 16,4 % (bio-minerální hnojiva - 1000 kg. ha⁻¹) a 23,0 % (organická hnojiva - 1000 kg. ha⁻¹), (Zhumanova et al., 2015).

Jeden z experimentů, jehož cílem bylo zjistit, zda má dlouhodobá aplikace kejdy a využívání bioplynových kalů vliv na půdní úrodnost, se prováděl na pěti různých místech v severovýchodní části Německa.

V krátkodobém horizontu používání těchto kalů mělo zanedbatelné účinky na mikroorganismy v porovnání s nerostnými kaly.

Ve studii bylo prokázáno, že dlouhodobé využívání kejdy a bioplynových kalů nemá žádný negativní vliv na tvorbu organické půdní hmoty. Navíc s použitím zeleného hnojení, například slámy, která je bohatá na lignin, podporuje mikrobiální činnost.

Je třeba brát v úvahu, že ekologické zemědělství je charakterizované používáním organických hnojiv a pestřými osevními postupy s využitím velkého zastoupení luskovin.

Právě tyto faktory mohou vést k příznivému vlivu na půdní úrodnost v průběhu let (Wentzel et al., 2015).

Další studie probíhala 6 let v Itálii v jižní oblasti Piemonte. Pokusy se probíhaly ve třech systémech hospodaření obdělávání půdy. Cílem bylo zjistit, jaký dopad má ekologický systém hospodaření na půdy v porovnání s konvenčním hospodařením.

Na jedné ploše se hnojilo zeleným hnojením a organickým hnojením, na druhé ploše se aplikovala hnojiva z konvenčního systému hospodaření, hnůj pocházel od mléčného skotu. První hypotéza se vztahovala k výnosu plodin a druhá hypotéza souvisela s půdní úrodností. Výsledky ukázaly, že ekologický systém hospodaření měl menší produkci oproti systému konvenčního hospodaření. Výnos byl snížený v prvním roce, a to v důsledku konverze živin. Nižší dostupnost živin závisela na mineralizační aktivitě. Proto je v ekologickém zemědělství méně vhodné používat ozimé obilniny. Z důvodů pomalé mineralizace. Pokud ovšem používáme organická hnojiva, která poskytují od počátku aplikace lepší dostupnost živin, je možné ozimy pěstovat. Dusík a uhlík jsou dobrými indikátory kvality půd, ale stejně tak fosfor a draslík. Prokázal se jejich pozitivní účinek na edafon v ekologickém systému hospodaření. Při použití pšeničné slámy na zelené hnojení, měla koncentrace draslíku i fosforu pozitivní vliv na půdní úrodnost (Sacco et al., 2015).

6.1.5 Eroze

Protože půdní eroze patří mezi velké problémy v zemědělství, tak vznikla studie, která probíhala v Jižní Koreji, zabývala se vlivem konvenčního a ekologického způsobu hospodaření. Cílem studie bylo zjistit, jak konvenční a ekologický systém může ovlivnit rychlost půdní eroze v horském prostředí a bez použití agrochemikálií. Měřilo se více parametrů vegetace plodin a plevelů na konvenční a ekologické farmě, kde se pěstovaly fazole, brambory, ředkvičky, zelí. Experiment probíhal v hornaté oblasti Jižní Koreje.

Zjistili se průměrné roční srážky a dlouhotrvající půdní eroze.

V ekologickém systému hospodaření se snížily ztráty půdy o 18 % u pěstovaných ředkviček a to bylo důsledkem vysoké hustoty biomasy plevelů a pokrytím na konci vegetačního období.

U brambor došlo naopak se zvýšeným ztrátám půdy o 25 %, v důsledku nízkého krytí povrchu plodinou a to mohlo vzniknout větší dominancí plevele nad plodinou. Dominance plevele vznikla v důsledku absence agrochemikálií, které se v ekologickém systému hospodaření nesmí používat.

Výsledky ukazují, že ekologické zemědělství může potenciálně snížit riziko eroze a to díky plevelům v porostu. Ale také může dojít k zrychlení půdní eroze, protože díky převaze plevelů dochází ke snížení výnosů plodin.

Celkově lze říci, že u obou systémů hospodaření docházelo k vysokým ztrátám půdy, které přesahovaly přijatelné limity. Oba systémy vyžadují další ochranná opatření, jako například

krycí plodiny a využívat mulčování, aby se zabránilo ztrátě půdy při pěstování plodin v řádcích (Arnhold et al., 2014).

7 ZÁVĚR

V závěru tedy můžeme říct, že výsledky jednotlivých studií potvrzují, že zásady způsobu ekologického hospodaření mají příznivý vliv nebo nějak negativně neovlivňují půdní úrodnost ve srovnání s konvenčním způsobem hospodaření.

Způsob zpracování půd je jeden ze zásadních faktorů, který ovlivňuje kvalitu půdních vlastností.

Experimenty na zpracování půdy ukázaly, že minimalizační systém, redukováná orba, bezorebný způsob zpracování půd, který se v ekologickém systému hospodaření využívá, vedl ke zvýšení půdní organické hmoty, zvýšení uhlíku a dusíku v půdě. V konvenčním zemědělství se využívá běžná radliční orba, díky hloubce této orby dochází k narušení půdních agregátů, a tím dochází k narušení fyzikálních vlastností půdy. V ekologickém systému hospodaření, který využíval redukovaný systém, či minimalizační systém zpracování půdy nedocházelo k narušení půdních částic a nedošlo, tak ani k narušení kvality půdy. Navíc při těchto systémech zpracování půd nedocházelo k narušení půdní mikrofauny, která v půdě hraje velice významnou roli při řadě procesů. V jedné studii se uvádí, že redukované zpracování půd nemělo žádný vliv na půdní úrodnost. Další studie však uvádí, že redukované zpracování půdy vedlo ke zvýšenému množství žížal a mikroorganismů, které půdní úrodnost zvyšují.

Dalším velmi podstatným faktorem, který ovlivňuje kvalitu půdy, jsou hnojiva. Aplikace organických a bio-organických hnojiv v EZ mělo za následek zvýšení organické hmoty, tím docházelo k lepší úrodnosti půd a vyšším výnosům některých plodin. Zvýšila se i aktivita mikroorganismů, díky které dochází ke zvýšení obsahu některých živin, ty mohou být využívány rostlinami pro jejich výživu. Jedna ze studií uvádí, že při aplikaci bio-kejdly nedocházelo k žádnému vlivu na půdní úrodnost a tím ani na kvalitu půdy. V další studii se uvádí, že pozitivní výsledky přicházejí, až při dlouhodobém používání organických hnojiv a to díky pomalé počáteční mineralizaci živin.

Obecně je velkým problémem v zemědělství eroze, ať už vodní nebo větrná. Jedna ze studií prokázala, že ekologický způsob hospodaření může potenciálně snížit erozi v horském prostředí a to díky velké hustotě zapelevelení v porostu pěstovaných plodin, které vzniká

důsledkem omezené kultivaci rostlin. Ale přesto docházelo k velkým ztrátám půdy, jak v EZ, tak v konvenčním zemědělství.

Na základě získaných informací můžeme říct, že za určitých podmínek lze v ekologickém systému hospodaření dosáhnout lepší kvality půd. Pokud budeme s půdou šetrně pracovat, vrátet do ní potřebné živiny, které plodiny při svém růstu z půdy čerpají, pravidelně provádět půdní analýzu a dodržovat všechny zásady tohoto zemědělství, tak můžeme získat úrodnou a zdravou půdu.

8 SEZNAM LITERATURY

8.1 Literární zdroje

- Arnhold, S., Linder, S., Lee, B., Martin, E., Kettering, J., Nguyen, T.T., Koellner, T., Ok, Y.S., Huwe, B., 2014. Conventional and organic farming: Soil erosion and conservation potential for crop cultivation. *Geoderma. Korea.* 219-220, 89-105 s.
- Berner, A., Böhm, H., Brandhuber, R., Braun, J., Brede, U., Roesgen, J.L.C., Demmel, M., Dierauer, H., Doppler, G., Ewald, B., Fisel, T., Fließbach, A., Fuchs, J., Gattinger, A., Häberli, H., Heß, J., Hülsbergen, K.J., Köchli, M., Kolbe, H., Koller, M., Mäder, P., Müller, A., Neesen, P., Patzel, N., Pfiffner, L., Schmidt, H., Weller, S., Wild, M., 2013. Základy půdní úrodnosti (Utváření vztahu k půdě). Praktická příručka-Bioinstitut, FIBL, ČTPEZ, (MZe). Epava. Olomouc. 32 s. ISBN 978-80-87371-22-0
- Bičík, I., 1984. Geografie zemědělství. Ekonomická geografie. Díl 1. SPN. Praha. 137 s.
- Bot, A., Benites, J., 2005. Importance of Soil Organic Matter (SOM) for Biomass Production and Environment (a review), *Archives of Agronomy and Soil Science.* FAO. Rome. ISBN 92-5-105366-9
- Crittenden, S.J., Poot, N., Heinen, M., Balen, D.J.M., Pulleman, M.M., 2015. Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. *Soil and Tillage Research. The Netherlands.* 154, 136-144 s.
- Fließbach, A., Oberholzer, H.R., Gunst, L., Mäder, P., 2006. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture Ecosystems and Environment. Switzerland.* 118, 273-284 s.

- Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., Brandhuber, R., Wilbois, K.P., Hess, J., 2015. Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. *Soil and Tillage Research*. Germany. 148, 59-73 s.
- Hegglin, D., Clerc, M., Dierauer, H., 2015. Redukované zpracování půdy (Možnost využití v ekologickém zemědělství). Praktická příručka- Bioinstitut a FIBL (Mze). Reprint. Šumperk. 12 s. ISBN 978-80-87371-26-8
- Henneron, L., Bernard, L., Hedde, M., Pelosi, C., Villenave, C., Chenu, C., Bertrand, M., Girardin, C., Blanchart, E., 2014. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. INRA and Springer-Verlag France. France. 35, 169-181 s.
- Huber, M., Rembiałkowska, E., Średnicka, D., Bugel, S., Vijver, L.P.L., 2011. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *NJAS- Wageningen Journal of Life Sciences*. Denmark. 58, 103-109 s.
- Kasper, M., Buchan, G.D., Mentler, A., Blum, W.E.H., 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil and Tillage Research*. New Zealand. 105, 192-199 s.
- Kuntz, M., Berner, A., Gattinger, A., Scholberg, J.M., Mäder, P., Pfiffner, L., 2013. Influence of reduced tillage on earthworm and microbial communities under organic arable farming. *Pedobiologia- International Journal of Soil Biology*. The Netherlands. 56, 251-260 s.
- Larsen, E., Grossman, J., Edgell, J., Hoyt, G., Osmond, D., Hu, S., 2014. Soil biological properties, soil losses and corn yield in long-term organic and conventional farming systems. *Soil and Tillage Research*. US. 139, 37-45 s.

- Mikanová, O., Šimon, T., Cerhanová, D., 2010. Hodnocení kvality půdy biologickými metodami. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně. 26 s. ISBN 978-80-7427-044-4
- Obade, V. de P., Lal, R., 2015. Towards a standard technique for soil quality assessment. Geoderma. US. 265, 96-102 s.
- Pavel, L. et al., 1984. Organická hmota. Geologie a půdoznalství. Vysoká škola zemědělská v Praze. ETE GS MON. Praha. 280 s.
- Pokorný, E., Šarapatka, B., Hejátková, K., 2007. Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. Metodická pomůcka- Ministerstva zemědělství (MZe). Zera, Náměstí nad Oslavou. 29 s. ISBN 80-903548-5-8
- Sacco, D., Moretti, B., Monaco, S., Grignani, C., 2015. Six-year transition from conventional to organic farming effects on crop production and soil quality. European Journal of Agronomy. Italy. 69, 10-20 s.
- Sánka, M., Materna, J., 2004. Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Edice PLANETA 2004 (Odborný časopis pro životní prostředí- MŽP). 84 s. ISSN 1213-3393
- Schatzel, R., Anderson, S., 2005. Soils - Genesis and Geomorfology. Cambridge University Press. USA. p. 893 ISBN 978-0-521-81201-6
- Šarapatka, B., 2014. Pedologie a ochrana půd. Sabing. Olomouc. 232 s. ISBN 978-80-244-3736-1
- Urban, J., Šarapatka, B. et al., 2003. Ekologické zemědělství, učebnice pro školy i praxi I.díl. Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin (MŽP). Soliter. Praha. 280 s. ISBN 80-7212-274-6
- Wentzel, S., Schmidt, R., Piepho, H.P., Semmler-Bush, U., Joergensen, R.G., 2015. Response of soil fertility indices to long-term application of biogas and raw slurry under organic farming. Applied Soil Ecology. Germany. 96, 99-107 s.

- Zhang, H., Zhang, Y., Yan, Ch., Liu, E., Chen B., 2016. Soil nitrogen and its fractions between long-term conventional and no-tillage systems with retention in dryland farming in north China. *Geoderma*. PR China. 269, 138-144 s.
- Zhumanova, M., Namazov, S., Beglov, B., Myachina, O., Tashquziev, M., 2015. Influence of organic and organic-mineral fertilizers on the fertility of soils. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. Uzbekistan. 50 3, 282-287 s.

8.2 Internetové zdroje

- Anon., n.d. Hloubka půdy. [online]. [cit. 6.1.2016], dostupné z <http://tilia.zf.mendelu.cz/~xkucera0/galerie2004_5/3e.htm>
- Anon., n.d. Tabulka č.:1 hloubka půdy. [online]. [cit. 6.1.2016], dostupné z <http://tilia.zf.mendelu.cz/~xkucera0/galerie2004_5/3e.htm>
- Bioinstitut, n.d. Ekologické zemědělství. [online]. [cit. 2.2.2016], dostupné z <<http://www.bioinstitut.cz/ekologicke.html>>
- Janovská, V., Zimová, K., n.d. Konvenční zemědělství. Cesty venkova. [online]. [cit. 23.1.2016], dostupné z <<http://www.cestyvenkova.cz/index.php?id=562,>>