

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta životního  
prostředí**

**KATEDRA EKOLOGIE**

**BIOTECHNOLOGIE PRO UDRŽITELNOST  
ZEMĚDĚLSKÝCH SYSTÉMŮ**

---

**BIOTECHNOLOGY FOR SUSTAINABILITY IN  
AGRICULTURAL SYSTEMS**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**SOŇA HRONÍKOVÁ**

**Vedoucí práce: ING. PERLA KUCHTOVÁ Ph.D.**

© 2016 ČZU v Praze

## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne 21. 3. 2016

.....

Soňa Hroníková

## Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Perle Kuchtové Ph.D. za její vstřícnost, ochotu a odvahu ujmout se vedení mé práce i přes nesouhlasné stanovisko jejího nadřízeného.

## Abstrakt

Udržitelnost zemědělských systémů úzce souvisí s ochranou půdního fondu a půdního prostředí, pokud možno bez vedlejších negativních dopadů pro životní prostředí.

Vzhledem k velkému úbytku zemědělské půdy v posledních dvou desetiletích, je třeba nastavit fungující systém postupné regenerace agroekosystému, na základě získaných poznatků z oblasti biotechnologií, produktů biotechnologických procesů, vybraných účinných látek a pomocných prostředků.

V literární rešerši jsou zhodnoceny jednotlivé druhy zemědělství, způsoby hospodaření a jejich vliv na půdní prostředí a okolní krajinu. Dále přibližuje možnosti využití biotechnologií v tomto oboru. V poslední části práce je provedena srovnávací studie účinnosti dvou různých podpůrných biologických prostředků na výnos a kvalitu produkce vybraných zemědělských plodin, a to jak samostatně tak i v kombinaci s aplikací NPK.

Výsledky studie prokázaly významný vliv podpůrného prostředku WormsAktiv na kvalitativní i kvantitativní parametry zkušebních plodin. Jednotlivé hodnoty tohoto podpůrného prostředku vyšly ze srovnání lépe než samostatná aplikace NPK. Hlavním přínosem této práce je zjištění, že za pomoci vhodných kombinací přírodě blízkému hospodaření a poznatků moderní vědy, lze dosáhnout trvale udržitelného systému zemědělství bez negativních dopadů pro životní prostředí.

## Klíčová slova

Biotechnologie, půda, rostliny, zemědělství.

## Abstract

Sustainability of agricultural systems is narrowly connected to protection of land resources and land environment, if possible, without any negative side effects for the environment.

Given the great decrease of agricultural soil in the last two decades, it is necessary to set a working system of gradual regeneration of an agroecosystem, based on the gained findings from the field of biotechnologies, products from biotechnological processes, chosen effective substances and auxiliary tools.

In the literary research there are individual sorts of agriculture valued, as well as ways of farming and their influence on soil environment and surrounding landscape. Furthermore, it is concerned about biotechnologies in this field. In the last part of the thesis there is a comparative study of two supportive biological means on regulation and quality of the chosen agricultural crops carried out and that is both separately and in the combination with the application of NPK.

The results of the study proved a significant impact of a supportive device of WormsAktive on qualitative as well as quantitative parameters of testing crops. Individual values of this supportive device came out from the comparison better than separate application of 'NPK'. The main contribution of this thesis is the discovery that with the help of convenient combinations of the farming which is close to nature and findings of modern science it is possible to achieve a permanently sustainable system of agriculture without any negative impacts on our environment.

## Keywords

Agriculture, biotechnology, plants, soil.

## Obsah

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | ÚVOD.....  | 8  |
| 2.    | CÍL PRÁCE A METODIKA.....                        | 9  |
| 2.1   | Cíl práce .....                                  | 9  |
| 2.2   | Metodika.....                                    | 9  |
| 3.    | LITERÁRNÍ REŠERŠE .....                          | 10 |
| 3.1   | Půda.....  | 10 |
| 3.1.1 | Definice, význam a funkce půdy .....             | 10 |
| 3.1.2 | Degradace půdy .....                             | 13 |
| 3.2   | Historie zemědělství.....                        | 16 |
| 3.3   | Druhy zemědělství a jejich charakteristika ..... | 17 |
| 3.3.1 | Konvenční zemědělství.....                       | 17 |
| 3.3.2 | Ekologické zemědělství.....                      | 24 |
| 3.3.3 | Integrované zemědělství .....                    | 28 |
| 3.3.4 | Trvale udržitelné zemědělství.....               | 29 |
| 4.    | BIOTECHNOLOGIE .....                             | 33 |
| 4.1   | Historie biotechnologie .....                    | 33 |
| 4.2   | Význam biotechnologie.....                       | 33 |
| 4.3   | Biotechnologické aplikace .....                  | 34 |
| 5.    | PRAKTICKÁ ČÁST .....                             | 43 |
| 5.1   | Porovnání jednotlivých přípravků.....            | 43 |
| 5.1.1 | Zhodnocení výnosů.....                           | 46 |

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 5.2 | Rozhovor .....                        | 47 |
| 6.  | DISKUZE .....                         | 48 |
| 7.  | ZÁVĚR.....                            | 49 |
|     | SEZNAM ZDROJŮ .....                   | 50 |
|     | SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ ..... | 54 |

# 1. ÚVOD

Současné zemědělské aktivity dnes již nejsou pouze nástrojem pro získávání surovin a zabezpečení dostatečného množství potravin, mezi velmi důležité patří i údržba okolní krajiny. Přestože hlavní funkce zemědělství stále zůstává funkcí zásobovací, je kladen důraz i na kontrolu vlivu způsobu hospodaření, na přetváření krajiny, její estetickou hodnotu a v neposlední řadě i zachování její přirozené funkčnosti. Zemědělství velkou měrou ovlivňuje nejen obecný ráz celého okolí, ale také může aplikací správných prostředků přispět k ochraně ekosystémů a s ním spojené rostlinné a živočišné druhy, včetně jejich přirozených stanovišť (Šarapatka a kol., 2002).

Udržením, v lepším případě i zvýšením biologické rozmanitosti povede ke zlepšení a zvýšení ekologické stability našeho území. Díky hospodaření zemědělců vznikají a jsou stále viditelné krajinné prvky jako např. meze, remízky a terasy, které kromě funkce estetické mají také funkci ochrannou. Chrání půdu před vodní či větrnou erozí, zvyšují přirozenou biodiverzitu území, poskytují ochranu a zázemí pro zvěř a ptactvo v zemědělsky využívané krajině (Šarapatka, Urban, 2006).

Je třeba si uvědomit, že námi po celá desetiletí již oslabená a poškozená půda nám nemůže poskytnout to, co od ní očekáváme. Přístupné informace a zkušenosti by měly být podnětem k tomu, aby se o přístupu a vztahu člověka k půdě začalo smýšlet jinak a aby se tento vztah začal pomalu utvářet ve prospěch naší lepší budoucnosti (Bioinstitut, 2013).



## **2. CÍL PRÁCE A METODIKA**

### **2.1 CÍL PRÁCE**

Cílem práce je zpracovat srovnávací kritickou studii o vlivu aplikací vybraných účinných látek a pomocných prostředků, produktů biotechnologických procesů, a jejich účinků na vybrané složky agroekosystému. Studie bude doplněna praktickými příklady využití.

Existuje reálný předpoklad, že vhodně zvolené aplikace konkrétních látek samostatně i v kombinaci mohou pozitivně ovlivnit půdní prostředí, kořenový systém a v důsledku růst rostlin, jejich zdravotní stav a konečný hospodářský výnos. Dále existuje předpoklad, že nová generace vstupů sebou nepřináší negativní vedlejší dopady pro životní prostředí v případě jejich širšího uplatnění.

### **2.2 METODIKA**

Bakalářská práce se skládá ze dvou částí. Teoretická část je založena na studiu odborné literatury, legislativních požadavků, tematických článků a propagačních materiálů. Tato literární rešerše popíše jednotlivé druhy zemědělství provozované v České republice, popíše jejich způsoby hospodaření a jejich vliv na životní prostředí. Přiblíží problematiku biotechnologií a její možnosti využití v rámci trvale udržitelného zemědělství.

Dále navazuje praktická část skládající se z popisu, porovnání a zhodnocení studie praktických případů použití jednotlivých pomocných přípravků. Data budou shromážděna prostřednictvím studia písemných dokumentů, poskytnutých studií a rozhovoru se soukromě podnikajícím rolníkem. Aplikovaná kritická studie se bude zabývat zhodnocením a utříděním zjištěných informací s ohledem na stanovený cíl práce.

Následně bude pomocí syntézy zjištěných poznatků všech částí bakalářské práce vytvořen závěr.

## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 PŮDA

#### 3.1.1 DEFINICE, VÝZNAM A FUNKCE PŮDY

Půdu lze definovat jako útvar nejsvrchnější vrstvy zemské kůry vzniklý jejím zvětráváním a z organických zbytků za působení několika dalších půdotvorných faktorů. Tvoří základ životního prostředí pro půdní organismy, je domovem planě rostoucí vegetace, slouží k pěstování kulturních rostlin. Je základem koloběhu látek, tvoří dynamický, neustále se vyvíjející živý systém (Šarapatka a kol., 2002).

Od nepaměti je člověk závislý na půdě, která je neopomenutelnou složkou životního prostředí, zasahujících do nejrůznějších složek ekosystémů jako jsou hydrosféra, atmosféra a další (Šarapatka a kol., 2002). Pro člověka je nepostradatelným zdrojem obživy a je třeba si uvědomit, že kvalitní půdní fond je nedělitelným a zejména neobnovitelným přírodním bohatstvím Země a je základní podmínkou její dlouhodobé existence.

Půda je podle Braniše (2004) nezastupitelná v plnění těchto funkcí:

- tvoří základní článek potravního řetězce a současně substrát pro růst rostlin;
- je životně důležitou zásobárnou vody pro veškerý život v ní probíhající, umožňuje průběh důležitých procesů v ekosystémech, je obrovskou a nedoceněnou bankou genetické informace;
- půdní organická hmota tvoří základnu suchozemské zásobárny uhlíku, dusíku, fosforu a síry, přístupnost jednotlivých prvků je neustále ovlivňována mikrobiální mineralizací a imobilizací.

Půdotvorný proces, kterým půda vzniká, je souhrn všech biologických, fyzikálních a chemických procesů probíhajících v půdě, ovlivňující její vlastnosti a složení půdní hmoty. Jednotlivé procesy spočívají v odnosu a přínosu nových látek, které se rozkládají na tvorbu jiných (Polášková a kol., 2011).

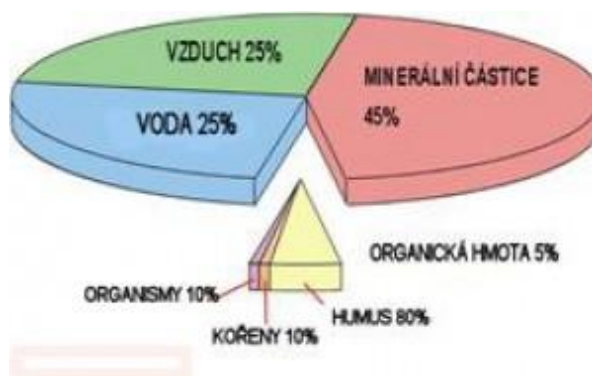
Minerální podíl půdy, který tvoří úlomky mateční horniny, primární a sekundární minerály půdotvorného substrátu různých velikostí vzniká v důsledku procesu zvětrávání. Velikost částic minerálního podílu půdy má vliv na kohezi (soudržnost) a adhezi (přilnavost) půdy, která následně působí téměř na všechny půdní vlastnosti (Bioinstitut, 2013).

Organický podíl půdy má rozhodující vliv na její správný vývoj a úrodnost. Obsahuje živou složku (půdní organismy rostlinné i živočišné říše) a složku neživou (organická složka), která vzniká odumřením rostlin a živočichů žijících vně i uvnitř půdy (Polášková a kol., 2011).

Půdní organismy žijící trvale nebo jen dočasně v půdě nazýváme půdní edafon. Rozdělujeme ho dle velikosti organismů na mikroedafon, mezoedafon a makroedafon. Tyto organismy jsou nezbytné při tvorbě půdních agregátů, rozhodují o bilanci živin a jsou důležitým činitelem biologického samočištění půdy. Vytváří z ní autotransformační systém, který dokáže se svou energií racionálně hospodařit a tím se vyrovnávat s negativními vlivy. Podílí se na změnách vnitřního uspořádání půd tvorbou otvorů a chodeb, tmelením částic a jejím promícháváním, čímž se podílí na její úrodnosti (Polášková a kol., 2011).

Organickou složku půdy nazýváme humus. Je to soubor zbytků rostlinných a živočišných organismů v různém stadiu rozkladu, které se nacházejí na půdě nebo v půdě, procházející neustálým koloběhem změn, jak po stránce chemického složení, tak po stránce vlastností a funkcí v půdě (Bioinstitut, 2013).

**Obr. 1 - Základní složení půdy**



Zdroj: <http://trojanova.wbs.cz/pedosfera.doc>

Z hlediska zemědělské činnosti je pro nás naprosto stěžejní půdní úrodnost. Úrodnost půdy je dána především výsledkem biologických procesů, nikoli chemických živin. Půdní organismy v úrodné půdě efektivně přeměňují hnojiva v odpovídající výnosy, vytvářejí humus, chrání rostliny před nemocemi a spoluvytvářejí drobtovitou strukturu půdy. Taková půda se snadno obdělává, přijímá dobře dešťovou vodu a je odolná proti rozplavení a erozi. Svou filtrační

schopností pomáhá zajistit čistou podzemní vodu a neutralizuje kyseliny (pufr), které se ze vzduchu dostávají na její povrch. Je schopna rychleji odbourávat škodlivé látky, slouží jako efektivní zásobník živin a CO<sub>2</sub>, čímž přispívá k prevenci eutrofizaci řek, jezer a moří a napomáhá ke zmírnění klimatických změn. Úrodná půda je aktivní, sama si udržuje strukturu a má schopnost regenerace (Bioinstitut, 2013).

Půdní úrodnost je výsledkem složitého souboru vlastností, které při vhodné kombinaci jednotlivých parametrů zajišťují rostlinám optimální podmínky pro růst a vývoj, a tím zajišťují realizaci jejich výnosového potenciálu. Ekologicky vitální půda neustále obnovuje svoji výnosovou schopnost (Bioinstitut, 2013). V začátcích aplikovaného zemědělství byl za nejvýznamnější měřítko úrodnosti považován výnos. Jako ukazatel úrodnosti byl hodnocen obsah živin v půdě (především dusíku, fosforu a draslíku). Po objevení snadno dostupných umělých hnojiv nahradila v očích mnoha lidí samotnou půdní úrodnost. Hnojením začali být významně ovlivňovány všechny prvky půdní úrodnosti (Vaněk a kol., 2007).

Hnojiva jsou výrobky, obsahující látky sloužící přímo či nepřímo k výživě rostlin a k udržení, často i zlepšení půdní úrodnosti. Základní hnojiva, kterými se podrobněji budou zabývat následující kapitoly, poskytují v různých poměrech potřebné živiny a rozdělujeme je dle původu na hnojiva statková a hnojiva průmyslová (Vaněk a kol., 2007). Bioinstitut (2013) uvádí, že půdní úrodnost je tvořena řadou vzájemně se ovlivňujících prvků, které lze rozdělit do 4 podskupin: fyzikální faktory, agrochemické faktory, vodní režim, organické a biologické faktory.

Jean-Louis Colling-von Roesgen (Bioinstitut 2013), ekologický zemědělec hospodařící na statku Carlshaff, Lucembursko k problematice úrodnosti půdy uvádí, cituji: *„Současná společnost se od přírody bohužel velmi vzdálila. Proto je jen málo těch, kdo si uvědomují význam neporušené půdy. Intenzivní používání chemikálií v dnešním konvenčním zemědělství bude z historického hlediska hodnoceno jen jako kratičká epizoda, protože nemá pozitivní dopady na půdu, ani na život jako takový. Jen vysoká úrodnost půdy zajistí trvale udržitelnou a dostatečnou výživu lidstva“*.

### 3.1.2 DEGRADACE PŮDY

Stejně jako všechny složky ekosystému jsou i půdní systémy ohroženy znečištěním a jinými negativními dopady lidské činnosti. Nesprávné obhospodařování a následná degradace půdy jsou velmi závažným problémem hlavně z toho důvodu, že obnova těchto systémů v čase je velmi pomalá. Degradací se z hlediska zemědělského rozumí ztráta produkční schopnosti, z hlediska environmentálního je to ztráta schopností plnit přírodní funkce. Pokud je půda postižena nějakým způsobem degradace, nebo nevratně zničena zastavěním, ztrácí tak zcela své přirozené funkce, což má za následek další negativní důsledky, jako je například vyšší riziko povodní či naopak sucha (Braniš, 2004).

Problematika degradace krajiny je v této době velice aktuální a potřebu hledání řešení si uvědomuje stále více obyvatel naší planety. Bioinstitut (2013) uvádí, že v České republice bychom jako nejvíce ohrožující mohli vybrat **šest základních typů degradace půdy**:

- eroze půdy;
- acidifikace a alkalizace půdy;
- utužení půdy;
- kontaminace půdy;
- úbytky humusu;
- biologická degradace.

Obr. 2 - Degradace půdy

#### Příčiny člověkem způsobené degradace půdy



Zdroj: <http://trojanova.wbs.cz/pedosfera.doc>

**Půdní eroze** je proces, při kterém se jednotlivé částice půdy silou větru nebo vody uvolňují a postupně přemísťují. Tento proces v přírodě probíhá již velmi dlouhou dobu a je v podstatě přirozený. V neporušených ekosystémech kořeny rostlin půdu ukotvují a tím regulují odnos půdních částic (Bioinstitut, 2013). Člověk svými zásahy, kterými jsou zemědělská činnost, vypalování porostů a travin, kácení lesů, stavebnictví, pasení dobytka a další antropogenní zásahy do půdních organismů tuto ustálenou rovnováhu narušil. Tím snížil odolnost půdy proti nepříznivým vnějším vlivům a podpořil její náchylnost k erozím. Následkem toho se půda stává méně úrodnou, má sníženou schopnost zadržovat vodu a omezují se její ostatní ekologické funkce. Odplavená půda se stává zdrojem vodního znečištění - zanáší vodní nádrže, přehrady, jezera a jiné stojaté vody (Šuta, 2007).

**Acidifikace a alkalizace půdy** definujeme jako pokles kyselinové nebo zásadové neutralizační kapacity půdy, které se projevuje především změnami kyselosti, která se vyjadřuje hodnotou pH (Šarapatka a kol., 2002). Acidifikaci rozdělujeme na primární a sekundární. **Primární acidifikace** je přírodním procesem, který probíhá zpravidla v klimaticky méně příznivých podmínkách a na kyselých půdotvorných substrátech. **Sekundární acidifikace** je následek antropogenních zásahů člověka, např. neuváženého používání hnojiv, které vyvolávají kyselou reakci, velmi malé nebo nevhodné skladby porostu nebo emise oxidů síry a dusíku při průmyslových činnostech. Dochází k poškození horských lesů, vznikají kyselé povrchové vody bez ryb a podzemní vody s vysokým obsahem toxických kovů uvolněných z půd a hornin (Šarapatka a kol., 2002).

**Utlužení půdy** je vážné poškození půdy způsobené tlakem. Utlačením půdy se snižuje její pórovitost, schopnost akumulovat vodu, propustnost, drenážní a infiltrační činnost. Přirozená pedokompakce se vytváří přírodními půdotvornými procesy, antropogenní vzniká působením těžké pojezdové mechanizace a používáním nadměrného množství průmyslových hnojiv na úkor statkových (Braniš, 2004). Dochází ke zničení zásobovacích cest, kterými jsou vedeny kyslík a voda, zhoršení životních podmínek půdních organismů a kořenů rostlin (Šarapatka a kol., 2002).

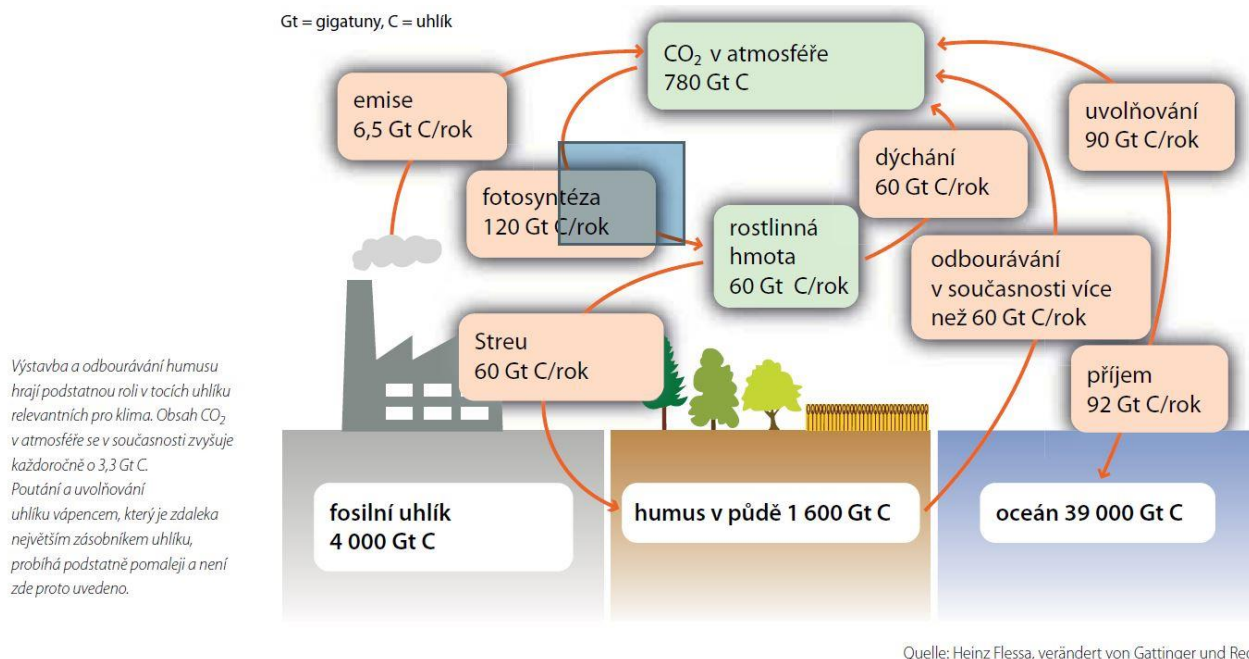
**Kontaminace půdy** může být způsobena nespočetnou řadou anorganických i organických látek přírodního nebo antropogenního původu. V současnosti je největší pozornost upřena na kontaminaci průmyslovými hnojivy, pesticidy, kyselými dešti a těžkými kovy. Největší nebezpečí představuje nadbytečná a nesprávná aplikace průmyslových hnojiv. Přebytky jsou vyplavovány s povrchovým odtokem, následně kontaminují povrchové a podzemní vody, odtud

pak pokračují do rostlin a následně do potravního řetězce (Braniš, 2004). Aplikovaná minerální hnojiva se přitom vůbec nepodílejí na zlepšení struktury zeminy. Pesticidy se podílejí na závažném poškození veškerých organismů žijících v půdě a v okolních ekosystémech (Vaněk a kol., 2013).

**Úbytky humusu**, organické hmoty v půdě ovlivňují vodní infiltrační kapacitu půdy, což má za následek zvýšení odtoku a eroze, kterou se pak dále obsah organické hmoty v půdě snižuje splachováním její úrodné povrchové vrstvy. Ztráty humusu především z povrchových vrstev nastávají hlavně mineralizací, proplavováním koloidního humusu zasakující vodou a povrchovým smyvem, popř. odnosem jednotlivých částic větrem. Ztráta organického uhlíku obsaženého v půdě, má za následek omezenou schopnost půdy poskytovat živiny pro udržitelnou rostlinnou výrobu (Vaněk a kol., 2013). Organický uhlík a jeho nedostatek znamená také méně potravy pro organismy žijící v půdě a výrazný pokles půdní biodiverzity. To vede k nižší půdní úrodnosti, následným výnosům a tudíž snížené hodnotě půdy. Náprava je sice možná, ale spočívá ve velmi nákladném a dlouhodobém procesu. V ČR hrozí intenzivní ztráta organické hmoty v půdách spíše místně při souběhu více degradačních vlivů, neuvážených zásazích do rovnovážného vodního režimu půdy nebo při intenzivní erozi (Bioinstitut, 2013).

**Biologická degradace** je ztráta biologické diversity půd. Půda je komplexní systém s různým společenstvím organismů, které jsou zásadní pro správný cyklus půdních poměrů. Život v půdě a půdní edafon ovlivňuje převážně způsob hospodaření. Negativním efektem jsou převážně chemické vstupy, volba plodin v osevním postupu a agrotechnické zásahy do ekosystému (Rožnovský, Litschmann, 2010).

**Obr. 3 - Role půdy v koloběhu uhlíku**



Zdroj: Bioinstitut (2013)

## 3.2 HISTORIE ZEMĚDĚLSTVÍ

Ve chvíli, kdy člověku již nestačil lov a sběr rostlin pro jeho obživu, začal postupně rostliny přesazovat do předem připravené půdy a tam pěstovat (Nátr, 2002). To zcela změnilo strategii sídlení a začalo se s výstavbou stálých osad (Randák a kol., 2011). Se vznikem jednoduchého zemědělství došlo k velké populační explozi, kdy se tímto způsobem dokázalo uživit daleko více lidí než lovem nebo sběrem (Beranová, Kubčák, 2010). Přichází počátek nového období, nazývané mladší doba kamenná. Z počátku se začalo osidlovat jen na nejúrodnějších půdách, v důsledku toho bylo Evropské území rozděleno na různě velká území, nešlo však zatím o souvislé osídlení (Randák a kol., 2011).

K větším změnám ve způsobu hospodaření dochází až ve středověku. Došlo k velkému rozmachu rostlinné výroby, převážně obilnářství. Mezi nejvíce pěstované patřili monokultury pohanky, prosa, žita, pšenice a ječmene (Lekeš, 1997). S větší plochou obdělávané půdy, často i méně kvalitní přišlo takzvané trojpolní hospodaření (Custers, 2006). Začalo se používat kvalitnější železné nářadí a náčiní (Randák a kol., 2011) a k obnově úrodnosti půdy hlavně zvířecí exkrementy.



Postupně v dalších obdobích se způsoby hospodaření neustále vyvíjely. Z prvních „primitivních“ obhospodařovaných soustav, které obsahovaly soustavy žďárové, terasovité nebo úhorové (Randák a kol., 2011) se lidé propracovali k dnešnímu industriálnímu pojetí zemědělství, které je v současné době využíváno především ve vyspělých zemích. Termín „průmyslové zemědělství“, jak je toto hospodaření, které je charakteristické jako moderní velkovýroba potravin někdy označováno, ho výstižně popisuje. Mimo dominantní metodu hospodaření, kterou je zcela jistě konvenční zemědělství, se ve vyspělých zemích začínají využívat i jiné metody, většinou závislé na typu krajiny a s ohledem na životní prostředí. Ani tyto metody se nezříkají nových poznatků vědy a techniky, nicméně na intenzitu produkce a ekonomickou stránku není kladen takový důraz. Podstatou zůstává soulad s přírodou, šetrné nakládání s jejími zdroji a omezování degradace životního prostředí (Šarapatka a kol., 2009). Mezi nejčastější alternativy popsaných metod patří zcela jistě ekologické, integrované a v posledních letech tzv. precizní zemědělství. Dosud velmi specifickou roli má dnes hodně diskutované trvale udržitelné zemědělství. Stále se jedná spíše o filozofii, která nemá stanoveny konkrétní zásady hospodaření nebo chovu, zůstává pouze na definicích principu trvale udržitelného rozvoje pomocí stanovených cílů (Gliessman, 2000).

### **3.3 DRUHY ZEMĚDĚLSTVÍ A JEJICH CHARAKTERISTIKA**

#### **3.3.1 KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ**

Současná strategie konvenčního zemědělství má své kořeny v teoriích formulovaných Smithem již v polovině 18. století (Petr, Dlouhý, 1992). Člověk s pomocí využívaných energií a moderní techniky, zpracováním a zušlechťováním surovin z dostupných přírodních zdrojů, začal se stále se zvyšující životní úrovni produkovat nadhodnotu. Konvenční zemědělství je vymezeno názorem a pohledem na vztah mezi člověkem a přírodou, kde člověk je přírodě nadřazen a tím stanovil jasnou hranici mezi člověkem a přírodou. Člověk nemá vůči přírodě žádnou morální zodpovědnost, příroda je zde brána pouze za zdroj (Petr, Dlouhý, 1992). V používaných technologiích převládá intenzivní orba, závlahy, pěstování nejvýnosnějších monokultur, zvyšování produkce syntetickými hnojivy, nadměrná aplikace chemické ochrany proti škůdcům a genetické manipulace s produkčními organismy (Novák, 1991).

Konvenční, nebo také intenzivní zemědělství dosáhlo obrovského zvýšení výnosů za pomoci aplikace umělých hnojiv a chemických prostředků na ochranu rostlin. To však mělo za následek naprosté vyčerpání půdy, které logicky vyústilo v její degradaci erozí, zhutněním, znečištěním dalších složek ekosystému, zdevastováním krajiny a v neposlední řadě i v nekvalitní potraviny (Hatfield, 1993). Konvenční zemědělství je systém hospodaření převládající v průmyslově vyspělých zemích. Je charakteristický vysokým stupněm mechanizace až automatizace technologických postupů, což přináší zvýšenou intenzitu hospodaření za použití vysokých energetických a materiálových vstupů za účelem maximalizace produkce. Mezi základní intenzifikační faktory patří koncentrace (zvyšování hustoty produkčních organismů v čase a prostoru), intenzivní využití energií, informací a dodatkových chemických vstupů (Vondrášková, 2006).

Pro hospodaření průmyslového charakteru je příznačné vysoké množství materiálových a energetických vstupů. Je závislé na mechanizaci, dostatečném množství vody, agrochemikáliích a dobrém přístupu k infrastruktuře a trhu. Průmyslové hospodaření se profiluje na pěstování nebo chovu úzkého spektra plodin či zvířat na velkých plochách. Intenzifikace využití půdy a maximalizace zisků je jedním z hlavních cílů tohoto způsobu hospodaření. Jde o to, být ekonomicky co nejefektivnější (Hrabalová a kol., 2012).

Intenzivní zemědělství nebere ohled na přirozený ráz krajiny. Je soustředěno na okamžité ekonomické výnosy. V padesátých letech se stanovený cíl industrializace projevil v potřebě posílení energetických a materiálových zdrojů a v úbytku pracovních sil v zemědělství způsobené mechanizací a použitím chemických látek. Po pádu komunistického režimu v roce 1989 celková spotřeba pesticidů klesla až o 65-70%. Celková spotřeba pesticidů klesla i ve většině státech Evropy a to z důvodu rozšiřování ekologického hospodářství a zvýšené integrované ochrany rostlin a živočichů (Hrabalová a kol., 2012). Vnější ukazatelem intenzivního zemědělství je vysoký stupeň urbanizace krajiny. Velké množství zastavěných ploch má za následek potlačení přirozené vegetace, ostré ohraničení pozemků, úbytek biodiversity a orné půdy. Na úrovni polí je velmi nízká biodiverzita způsobená nadměrným používáním pesticidů a pěstováním monokultur. Půda ztrácí schopnost autoregulace, která vede k trvalému narušování půdního prostředí a nutností regulace dalšími materiálovými a energetickými vstupy, následně převládá uniformita porostu a často velmi nízká adaptace k prostředí (Vondrášková, 2006).

**Mezi hlavní negativa podle Kotoučkové (2010) a mnoha dalších autorů patří:**

- závislost na „vstupech“ zvenčí;
- odloučení rostlinné výroby od živočišné;
- ničení půdy erozí;
- utužení půdy těžkou mechanizací;
- snížení diversity přírody;
- kontaminace vody a půdy, tvorba nebezpečných odpadů;
- používání chemických látek – herbicidů, růstových stimulátorů (Kotoučková, 2010).

**Tab. 1 - Přehled významných důsledků intenzivního pěstování rostlin**

| <b>Opatření</b>  | <b>Důsledky – účinky</b>  |
|--|---|
| Vysoké hnojení dusíkem (v průmyslových i organických hnojivech)    | - zbytky dusíku v půdě<br>- znečištění podzemních a povrchových vod<br>- únik dusíku do ovzduší   |
| Používání pesticidů, regulátorů, desikantů a jiných agrochemikálií | - hromadění reziduí účinných látek v půdě<br>- ničení užitečných mikroorganismů, antagonistů a jiných organismů v půdě<br>- vývoj rezistence vůči pesticidům<br>- pokles počtu druhů fauny a flóry<br>- znečištění podzemních a povrchových vod<br>- znečištění ovzduší |
| Použití těžké mechanizace  | - porušení vzdušného a vodního režimu půdy<br>- omezení prokořenění půdy<br>- ničení biologické aktivity půdy<br>- poškození vsakovací schopnosti půdy<br>- zvýšení eroze půdy  |
| Intenzivní zpracování půdy   | - omezení tvorby půdní struktury<br>- zvýšení eroze<br>- odbourání humusu   |
| Vysoká spotřeba energie (většinou fosilních zdrojů)                | - spotřeba neobnovitelných zdrojů<br>- zvýšení znečištění ovzduší   |

Zdroj: [http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif\\_zemedelstvi/frvs\\_pdf/2\\_TUZ.pdf](http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf)

## POUŽÍVANÉ PROSTŘEDKY A JEJICH VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

### Průmyslová hnojiva

Nebo také minerální, jsou většinou výrobky chemického průmyslu, na kterém se v určité míře podílejí i ostatní úseky hospodářství, jako je stavebnictví, hutnictví a další. Jsou vyráběna z přírodních surovin (fosfáty, draselné minerály, vápence), zdroj dusíku tvoří přímá syntéza amoniaku z dusíku a vodíku. Proces výroby omezuje množství vedlejších složek, tím koncentruje obsah živin, které se následně transformují do využitelných forem (Vaněk a kol., 2007).

Tab. 2 - Druhy průmyslových hnojiv

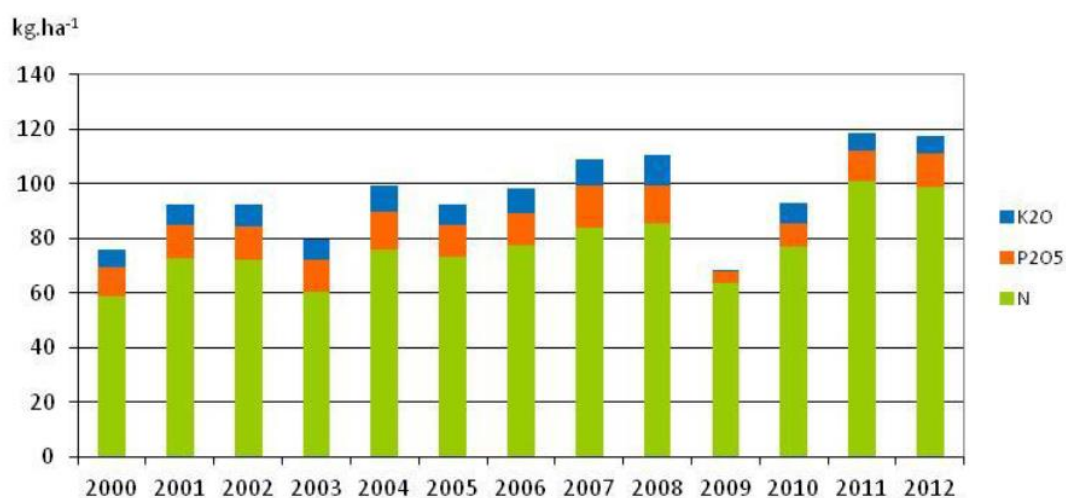
|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Dusíkatá hnojiva</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým) <math>\text{NO}_3^-</math>;</li><li>- s dusíkem amonným a amoniakálním <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{NH}_3</math>;</li><li>- s dusíkem amidovým (organickým) <math>\text{NH}_2</math>;</li><li>- s dusíkem ve dvou i více formách <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NH}_2</math>;</li><li>- pomalu působící.</li></ul> |
| <b>Fosforečná hnojiva</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- s fosforem rozpustným ve vodě – superfosfáty;</li><li>- s fosforem rozpustným v citranu amonném – dikalciumfosfát;</li><li>- s fosforem rozpustným ve 2%ní kyselině citrónové – Thomasova moučka;</li><li>- s fosforem rozpustným v silných kyselinách – mleté fosfáty, hyperfosfáty, kostní moučky.</li></ul>   |
| <b>Draselná hnojiva</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- síranový typ (sírany);</li><li>- chloridový typ (chloridy).</li></ul>  |
| <b>Vápenatá hnojiva</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- s uhličitanovou formou vápníku (<math>\text{CaCO}_3</math>);</li><li>- s žíravou formou vápníku (<math>\text{CaO}</math>, <math>\text{Ca(OH)}_2</math>);</li><li>- se síranovou formou vápníku (<math>\text{CaSO}_4</math>);</li><li>- s křemičitanovou formou vápníku (<math>\text{Ca}_2\text{SiO}_4</math>).</li></ul>   |

Zdroj: (Vaněk a kol., 2007)

## Vliv na životní prostředí

Povrchové a podzemní vody jsou kontaminovány nadměrnou aplikací hnojiv a pesticidů. K poškození vodních ekosystémů dochází nejčastěji v případě nepřiměřené nebo časově nevhodné aplikace průmyslových hnojiv či pesticidů (Šuta, 2007). Tyto faktory přispívají k eutrofizaci vod, čímž dochází ke zvyšování obsahu anorganických živin, zejména sloučenin dusíku a fosforu, ve stojatých i tekoucích vodách. K eutrofizaci významně přispívá intenzivní zemědělská produkce a odpady fekálního charakteru. Fosforečnany z hnojiv se do povrchových toků dostávají erozními splachy z polí, v důsledku zvýšené koncentrace sloučenin fosforu ve vodách probíhá nepřiměřený nárůst vodních řas a sinic, tzv. vodního květu. Přítomnost těchto organismů způsobuje nejen senzorickou nepříjemnost vody, ale i mnoho dalších negativních jevů. Mezi ty nejzávažnější patří narušení kyslíkového režimu s následným úhynem ryb, hygienická nepříjemnost jedovatých látek produkovaných sinicemi, tzv. cyanotoxinů a celkové narušení ekologické rovnováhy vodního ekosystému (Šarapatka, Urban, 2006).

Obr. 4 - Vývoj spotřeby minerálních hnojiv v letech 2000 - 2012



Zdroj: Vlastní zpracování, podle MŽP ČR v elektronické podobě

## Herbicidy

Hubení plevelů – neboli nežádoucích rostlin v porostech kulturních plodin provázelo lidstvo od prvního osetí pozemku. Likvidace plevelných rostlin prošla velmi dlouhým vývojem od ruční práce, k potahu zvířat, mechanizace až vývoj nakonec vyústil i k používání chemických látek – herbicidů (Mikulka, 2012). V současné době patří mezi nejvýznamnější prostředky k regulaci plevelů, používaných přibližně od 50. let minulého století. Chování účinných látek herbicidů v půdě je ovlivňováno několika faktory, které předurčují, jak bude účinná látka působit na plevelná společenstva, pěstovanou plodinu, případně i na následné plodiny v osevním postupu (Bioinstitut, 2013).

Mechanismus účinku herbicidů funguje na blokaci některého z životně důležitých biochemických pochodů v plevelné rostlině. Znalost mechanismu a účinku herbicidu je významná především z hlediska selekce jednotlivých druhů a odolnosti v plevelných společenstvech při dlouhodobém používání přípravků se stejným mechanismem účinku (Hrudová, 2011).

**Tab. 3 - Rozdělení herbicidů**

| <b>Dle účinku</b>                     |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Selektivní herbicidy</b>           | – sloučeniny, které při vhodném použití ničí vybrané druhy plevelů nebo jejich biologické skupiny (např. jednoděložné, dvouděložné rostliny), aniž je ohrožena kulturní rostlina, v jejímž porostu byl herbicid aplikován. Účinek herbicidu je umožněn některými kvalitativními rozdíly mezi danou kulturní rostlinou a plevellem; |
| <b>Neselektivní herbicidy</b>         | – slouží k ničení veškeré vegetace. Používají se k plošnému hubení plevelů v meziporostním období, udržování černého úhoru v ovocných výsadbách, desikaci porostů před sklizní, apod.  |
| <b>Dle způsobu účinku</b>             |  |
| <b>Dotykové herbicidy (kontaktní)</b> | – poškozují nebo zcela ničí pouze vybranou část rostliny, která jimi byla zasažena. Účinná látka hubí pouze vzešlé plevele, nemá schopnost pronikání a rozvádění do částí rostliny;  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Translokační, systémově působící herbicidy</b> | – mají schopnost průniku do rostliny a tam jsou rozváděny do jejích částí. Šíření může probíhat floémem (z listů do podzemních částí) nebo xylémem (z kořenů do nadzemních částí rostliny). Tyto herbicidy se používají převážně k ničení vytrvalého plevelu. Zasažené citlivé rostliny mají porušenou látkovou výměnu, zpomalují růst nadzemních i podzemních částí a postupně hynou; |
| <b>Herbicidy sterilizující půdu</b>               | – jsou takové herbicidy, které zbavují půdu plevelů, umrtvením rozmnožovacích orgánů plevelů v půdě.   |
| <b>Dle způsobu příjmu rostlinou</b>               |  |
| <b>Listová aplikace</b>                           | – ošetření rostlin probíhá během jejich vegetace za použití dotykových a systémických herbicidů;   |
| <b>Kořenová aplikace</b>                          | – přípravek se aplikuje na půdu a látka je přijímána kořeny (šíří se xylémem).   |

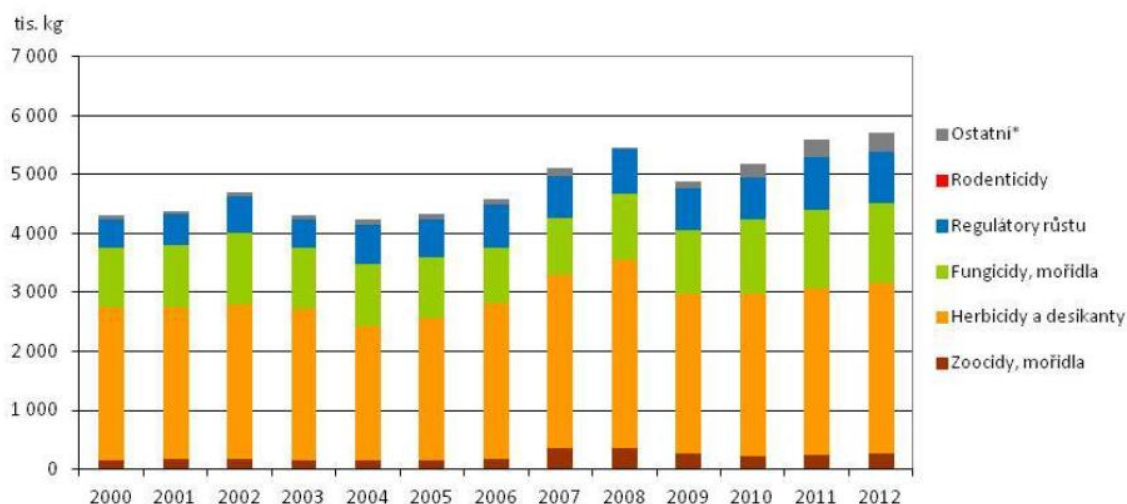
Zdroj: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_sklad/frvs/hrudova/index.htm](http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index.htm)

## Vliv na životní prostředí

Herbicidy mohou mít především při nesprávném používání významný negativní dopad na životní prostředí. Herbicidy jako cizorodé látky působí negativně na jednotlivé složky životního prostředí a tím narušují biologickou rovnováhu v přírodě. V minulosti docházelo velmi často ke znečištění životního prostředí především při nesprávné likvidaci zbytků herbicidů nebo nedodržení správné technologie aplikace (Vaněk a kol., 2007). Vzhledem k masivnímu nekontrolovanému používání herbicidů v posledních letech je v současnosti kladen vysoký důraz na minimalizaci ekotoxikologických rizik a zpřísnění kritérií pro nově povolované herbicidní látky. Opouští se od používání dlouhodobě (perzistentních) účinných látek, které zůstávají v rostlinách dlouhou dobu, a tím se zvyšuje riziko jejich přenosu do krmení zvířat nebo lidských potravin. Perzistentní herbicidy zůstávají také poměrně dlouhou dobu v půdě, kde mohou být vyplavovány do spodních vod a ohrožovat tím půdní organizmy (Šuta, 2007). Při nesprávném postupu používání herbicidů dochází i k poškození necílových rostlin v blízkosti zemědělské půdy. Mimo rostlin mohou herbicidy ovlivňovat i živočichy přímým kontaktem při nebo po aplikaci. Při používání může docházet i ke smyvu zbytků herbicidů do

povrchových vod a k jejich toxickému působení na vodní ptáky, ryby, obojživelníky, plazy i bezobratlé živočichy (Bioinstitut, 2013).

**Obr. 5 - Vývoj přípravků na ochranu rostlin a půdy v letech 2000 - 2012**



Zdroj: Vlastní zpracování, podle MŽP ČR v elektronické podobě

### 3.3.2 EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

Zákon o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb. definuje ekozemědělství takto, cituji: „*Ekologickým zemědělstvím se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Stanovuje omezení či zákazy používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat.*“

Petr a kol. (1992) definuje ekologické zemědělství jako systém řízení výroby, která podporuje, chrání a zvyšuje biodiverzitu, biologické cykly a biologickou aktivitu půdy. Spočívá v omezeném využití vnějších vstupů, maximálnímu využití vlastních zdrojů z hospodaření a postupech řízení, které mají za cíl celkovou obnovu ekologické harmonie. Hlavním cílem ekologické produkce v zemědělství a chovu je používat takové materiály a postupy, které



obnovují, zvyšují a především udržují stabilní ekologickou rovnováhu přírodních systémů (Lipson, 2001).

Liebhardt (2003) uvádí, že ekologické zemědělství představuje ekologický systém řízení produkce, který podporuje a zvyšuje biologickou aktivitu půdy, biologické cykly a biodiverzitu. Využívá pouze minimum zemědělských vstupů a postupů řízení, a tudíž obnovuje, zachovává a zvyšuje ekologickou harmonii.

Podle informací uvedených v publikaci Bioinstitutu (Anon, 2008) a platné legislativy (Z č. 242/2000 Sb.) je ekologické zemědělství označováno jako hospodaření s důrazem na vztah k přírodě, zvířatům, půdě, rostlinám bez používání průmyslových minerálních hnojiv, syntetických přípravků na ochranu rostlin, hormonů a dalších umělých látek. Nesnaží se o návrat do minulosti, jeho základní myšlenkou je návrat k přírodě s moderním systémem udržitelného hospodaření, jehož základem je vitální, nepoškozená, zdravá půda, která je základním stavebním kamenem pro výživu rostlin, půdních organismů a živočichů (Liebhardt, 2003).

Pro ekologické zemědělství je hlavním cílem dosažení zvýšení přirozené úrodnosti půdy, pomocí organického hnojení, pestrých osevních postupů a jejího šetrného zpracování. Ze systémového pojetí vyplývá snaha o celkovou rovnováhu ekologických, sociálních a ekonomických vazeb na celosvětové i lokální úrovni. Informace uvedené v publikaci Ministerstva zemědělství (2008) uvádí, že tvoří ucelený systémem hospodaření, které spojuje tradice, inovace a vědecký výzkum s cílem prospívat společnému prostředí a podporovat spravedlivé vztahy a rovnocennou kvalitu života veškeré populace.

Ekologické zemědělství je chápáno jako života schopný (staro) nový způsob hospodaření. Je vnímáno jako udržitelné zemědělství, které musí mít minimální negativní dopady na životní prostředí, chrání a obnovuje úrodnost půdy a její kvalitu, nezpůsobuje erozi. Využívá vodu tak, aby její zásoby mohly být obnovovány. Spoléhá se převážně na zdroje v samotném zemědělském ekosystému a jeho sousedství (Hrabalová a kol., 2013).

### Všeobecné cíle dle Petra a kol. (1992):

- produkovat potraviny a krmiva s potřebnou kvalitou a v dostatečném množství;
- pracovat v přirozených cyklech koloběhů látek a využívat místní zdroje, při minimalizaci nákladů a ztrát;
- udržet a zlepšovat úrodnost půdy, vyvarovat se veškerého znečištění ze zemědělského podniku, minimalizovat používání minerálních hnojiv a herbicidů a nahrazovat je využíváním biologických procesů, nižší intenzitou obdělávání půdy, podporou aktivity půdních organismů a rozvojem kořenového systému plodin;
- hospodářským zvířatům vytvořit odpovídající podmínky, vyhovující jejich fyziologickým, etologickým, humánním a etickým potřebám (platí pro chov, rozmnožování, přepravu a porážku);
- uchovat původní ekosystémy v krajině, chránit přírodu a její diverzitu;
- vytvářet pracovní místa a tím stabilizovat osídlení venkova a tradiční ráz zemědělské kulturní krajiny;
- umožnit zemědělcům a jejich rodinám ekonomický a sociální rozvoj a uspokojení z práce.

**Tab. 4 - Charakteristika konvenčního a ekologického chápání vztahu člověka k přírodě**

| <b>Konvenční</b>                        | <b>Ekologické</b>                            |
|---|--|
| antropocentrismus                       | - člověk je neoddělitelnou součástí přírody  |
| převaha nad přírodou                    | - soulad s přírodou                          |
| žádná morální zodpovědnost vůči přírodě | - morální a etická zodpovědnost vůči přírodě |
| příroda je jen zdroj surovin            | - příroda má vlastní přirozenou hodnotu      |
| exploatace                              | - ochrana                                    |

Zdroj: [http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif\\_zemedelstvi/frvs\\_pdf/2\\_TUZ.pdf](http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf)

## POUŽÍVANÉ PROSTŘEDKY A JEJICH VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

### Statková hnojiva

Hnojiva označována jako biologická, která jsou čistě přírodního původu. Mají vysokou hnojivou hodnotu a jsou jimi do půdy dodávány rostlinné živiny, organické látky, mikroorganismy, látky stimulační, růstové a hormonální (Vaněk a kol., 2007). Stájová hnojiva představují universální hnojiva, která působí pozvolna a dlouhodobě.

**Tab. 5 - Druhy statkových hnojiv**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Chlévský hnůj</b>  | - jinak také chlévská mrva je směs výkalů, steliva a zbytků krmiva. Uzářím na hnojišti, které spočívá v procesu zrání (kvašení, tlení, hnití), při kterém se komponenty rozkládají, přeměňují a transformují na látky jiného kvalitativního složení, vzniká chlévský hnůj.  |
| <b>Kejda</b>          | - je směs pevných a tekutých výkalů hospodářských zvířat při roštovém nebo volném ustájení. Ve správném poměru je srovnatelná s ostatními statkovými hnojivými, kvalitní a vhodně aplikovaná kejda obohacuje půdu o organické látky a snadno přijatelné živiny. V kombinaci s ostatními statkovými hnojivými při vytvoření organizačních a technologických opatření při skladování a aplikaci představuje velmi kvalitní hnojivo. |
| <b>Zelené hnojení</b> | - je způsob organického hnojení, při kterém se do půdy zaorává vyprodukovaná hmota rostlin vypěstovaná k tomuto účelu. Zelené hnojení přispívá ke zlepšení kvality půdy, omezuje výskyt chorob rostlin způsobených osevním postupem a pomáhá poutat živiny ze vzduchu nebo je mobilizovat z půdy. Patří mezi nejvýznamnější možnosti výživy půdy a tvorby humusu tam, kde není chov hospodářských zvířat.                         |
| <b>Kompost</b>        | - tvoří významný článek v koloběhu látek a živin v přírodě. Uváženým kompostováním je do půdy vráceno velké množství živin a organických látek a současně snižujeme množství odpadů, které by zatěžovaly životní prostředí. V podstatě je to rozložená organická hmota, která je částečně transformována na humusové látky.   |

Zdroj: Bioinstitut (2013)

## **Vliv na životní prostředí**

Intenzivní chov hospodářských zvířat, skladování a následná aplikace organických hnojiv (chlévkového hnoje a močůvky, eventuálně kejdy) je hlavním zdrojem emisí do ovzduší. Mezi nejvýznamnější znečišťovatele ovzduší patří amoniak ( $\text{NH}_3$ ) ve spojení se zápachovými látkami. Šíření čpavku a nepříjemných zápachů včetně emise dalších plynů má negativní dopad nejen na životní prostředí člověka, ale i na okyselení půdy a škody způsobené na lesních porostech. Negativní dopad má i na změnu klimatu, způsobeného postupným oteplováním ovzduší, ke kterému přispívají tzv. skleníkové plyny. Mezi nejdůležitější patří vodní pára, oxid uhličitý, metan a oxidy dusíku, které jsou z praktických důvodů vyjadřovány jako oxid dusný. To následně urychluje proces výparu z půdy a rostlin a zvýšení nároku na vodu. Tyto plyny se vyskytují v atmosféře přirozeně, ale ke zvyšování jejich koncentrace dochází i následkem intenzivní zemědělské produkce (Šarapatka, Urban, 2006).

### **3.3.3 INTEGROVANÉ ZEMĚDĚLSTVÍ**

Integrované zemědělství je často nazýváno jako přechodný systém mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím (Novotná, 2001). Chemické látky využívá v souladu s diagnostickými metodami výživného stavu rostlin a stávající zásoby živin obsažené v půdě. Pesticidy aplikuje pouze v případě překročení prahu škodlivosti jednotlivých činitelů. Dává přednost preventivním opatřením, jako je střídání plodin, výběr odrůd, biologickým metodám regulace a vyváženosti všech pěstitelských faktorů (Bioinstitut, 2013).

#### **Hlavní cíle integrovaného zemědělství**

Integrovaná zemědělská produkce si jako hlavní cíl klade přispět v racionálně únosné míře k ochraně životního prostředí (Konečný, 2004). Hospodaření podle zvolených metod integrovaného zemědělství by se mělo vyznačovat úsilím o zachování krajinných prvků odpovídajících danému stanovišti, o zohlednění jeho požadavků při ochraně biodiversity a to převážně opatřeními na ochranu biotopů. Základem je vytvoření stabilizátoru krajinných funkcí jako celku, kterého se dá dosáhnout vzájemným slučováním, zachováním a znovuobnovením mezí, křovin, větrolamů, malých vodních toků a ostatních struktur do spojeného systému biotopů. Rozsah a struktura rostlinné a živočišné produkce musí být v souladu a harmonii z produkčního i ekologického hlediska. Omezováním vnějších vstupů správným využíváním

vlastních statkových krmiv v živočišné produkci a optimálním využitím statkových hnojiv v rostlinné produkci. Kostelanský a kol. (2000) uvádí, že se jedná o směr, který má představovat střední cestu mezi hospodařením v souladu s přírodou a požadovaným ekonomickým přínosem, za využití přednosti obou krajních přístupů. Z hlediska ekologických a ekonomických aspektů je velice žádoucí i úspora vkladů energie. Snížení nákladů vnějších vstupů je zde možné při omezení potřeby mechanického nebo chemického ošetření rostlin, ale i cílenými opatřeními oproti rutinním zásahům v konvenčním způsobu hospodaření (Petr, Dlouhý, 1992). Konečný (2004) uvádí, že při dodržení těchto základních postupů lze při řízené produkci dosáhnout odpovídajících výnosů, kvalitnější produkce a zachování vitální, dlouhodobě úrodné půdy.

### **3.3.4 TRVALE UDRŽITELNÉ ZEMĚDĚLSTVÍ**

Po druhé světové válce došlo k dramatické destruktivní změně ve způsobu zemědělství. S naléhavou potřebou obnovy země v poválečném období a změnou vládních politik podporujících maximalizaci produkce se přistoupilo na hospodaření se scelováním pozemků a snahy o uplatnění velkovýroby i v rámci horských oblastí. Nastává éra otevřená novým technologiím a mechanizaci, nadměrnému množství aplikovaných chemických látek, produkce potravin a dalších inovací k podpoře zvýšení zemědělské produktivity, a to vše s nižším počtem zaměstnanců v zemědělství a nižšími nároky na práci. Toto hospodaření přineslo množství pozitivních efektů v především rozvoji vědy, na druhou stranu mělo nedozírné dopady na snížení úrodnosti půdy, kontaminaci vodních toků, nárůstu nákladů na produkci a v neposlední řadě zestátněním půdy měly negativní dopad na venkovské komunity. Zejména v druhé polovině dvacátého století došlo ke změně typické mozaikovitě krajiny na krajinu až průmyslovou (Moudrý, 2007).

Tyto negativní dopady jsou čím dál víc alarmující, proto se v posledních dvou desetiletích diskutuje o výrazné úpravě způsobu hospodaření, který by uměl splnit naše současné potřeby bez reálné hrozby neuspokojení potřeb generací následujících nebo se uskutečňoval na úkor jiných národů. Takové hospodaření by mělo chránit a udržovat podstatu přirozené funkce ekosystémů a jejich zdrojů, zvyšovat biologickou rozmanitost přírody a podporovat samočisticí kapacitu přírodního prostředí. Van Cauwenbergh a kol., (2007) uvádí, že těmito principy je definována filozofie trvale udržitelného rozvoje (TUR). Primární význam pro TUR spočívá

v nepřetěžování ekologického potenciálu planety (samočištění, recyklace, tvorba obnovitelných zdrojů) (Vereijken, 1997).

**Z definic trvale udržitelného zemědělství vyplývají následující základní funkce trvalé udržitelnosti:**

- Ekonomická, to znamená podporu vytvoření přímo nebo nepřímo zemědělského povolání (Feenstra a kol., 1997).
- Společenská, která je spojena s hospodařením s půdou a v neocenitelném kulturním dědictví (Horrihan, 2002).
- Ekologická, která je vyjádřena důležitostí životního prostředí a zemědělské krajiny (Francis, Youngberg, 1990).

**Jednotlivé interpretace definic, ideologií, strategií a cílů trvale udržitelného zemědělství, které vyplývají z myšlenky trvale udržitelného rozvoje:**

- způsob zemědělského hospodaření, jehož základy jsou v souboru hodnot, vypovídající o stavu převzetí odpovědnosti a uvědomění si ekologické a společenské reality a ve schopnosti na tyto problémy efektivně reagovat (Macrae a kol., 1990);
- filozofie, založená na stanovení lidských cílů a znalosti jejich dopadů, které povede k udržení zdrojů, snížení poškození životního prostředí, zachování zemědělské produktivity, podpoře ekonomické produktivity zemědělských systémů v krátkodobém i dlouhodobém výhledu a k udržení stabilních venkovních komunit (Francis, Youngberg, 1990);
- cílem je eliminace negativních dopadů na životní prostředí, ochrana a obnova vitality půdy, chránit před degradací, využívat vodu a její koloběh tak, aby její zásoby byly průběžně obnovovány, využívat dostupných zdrojů uvnitř agroekosystému, propojit s okolním společenstvím, eliminovat vnější vstupy a využívat ve svůj prospěch koloběh prvků a znalosti ekologie, a tím chránit biologickou diverzitu v přírodním prostředí i využívané venkovské krajině (Niggli a kol., 2008);
- zajistit produkci takového množství potravin, které zajistí poptávku obyvatel, takovým způsobem, aby zůstaly uchovány vlastnosti a kvalita ekosystémů, šetrnosti při jejich využívání a zachování harmonie vztahů (Hansen, 1996);
- provozování zemědělského systému takovým způsobem, aby byla zajištěna stabilní produktivita při zachování používaných zdrojů, a to jak z hlediska kvantitativního, tak i

kvalitativního. Principem je zemědělství jako biologický proces, který by měl v praxi napodobit diverzitu agrosystému, efektivně cyklovat živiny a prioritně využívat slunečního záření jako zdroje energie pro agroekosystému (Barták a kol., 1996);

- způsob hospodaření a využívání agroekosystému způsobem, který bude podporovat biologickou rozmanitost, schopnost obnovy, životaschopnosti a schopnosti fungovat tak, aby dokázal zachovat ekologické, ekonomické a sociální funkce na různých úrovních, od místní až po celosvětovou, pro další generace populace bez poškození ostatních ekosystémů (Lewandowski a kol., 1999);
- strategie volby mezi jednotlivými druhy odrůd, způsoby hospodaření, úrodností půdy, přístupem k ochraně proti škůdcům, způsoby kultivace, střídání plodin ohledně snížení nákladů na vstupy zvenčí, minimalizace dopadů systému na okolní ekosystém a zajištění trvalé úrovně produkce a zisku (Francis a kol., 1987);
- zachování základny zdrojů, na kterých je přímo závislý – nesnižuje jejich kvantitu ani kvalitu, spoléhá pouze na omezené množství umělých zdrojů pocházejících zvenčí, řídí škůdce a choroby vnitřními regulačními mechanismy a je schopen regenerace z disturbancí, které jsou způsobeny kultivací a sklizní (Gliessman, 2000).

**Z výše uvedeného vyplývá, že pokud chtějí zemědělské technologie splňovat podmínky trvalé udržitelnosti, musí:**

- mít minimální škodlivé vlivy na životní prostředí, bez uvolňování toxických látek do atmosféry, povrchových a podzemních vod;
- chránit a podporovat půdní úrodnost, zabránit poškozování půdy a podporovat její zdraví;
- používat vodu způsobem, který umožní nevyčerpatelnost vodních nádrží nejen pro potřeby zemědělství, ale i prostředí a lidských potřeb;
- spoléhat a používat především vnitřní zdroje nebo zdroje z blízkých oblastí, nahrazovat vnější zdroje živin jejich recyklací a šetrnějším využíváním;
- uvědomit si hodnotu biodiverzity;
- zajistit a zvýšit přístup k vhodným zemědělským postupům, znalostem a technologiím a umožnit lokální řízení zemědělských zdrojů (Gliessman, 2000).

V oblasti trvale udržitelného zemědělství se tedy jedná o neustále hodnocení a vylepšování postupů hospodaření směřující k, cituji: „*zemědělství, které je ekologicky zdravé, ekonomicky životaschopné a sociálně spravedlivé*“ (Francis, Youngberg, 1990).

Moderní biotechnologie jsou jedním z klíčových technologií 21. století, umožňujícím mnohostranné využití. Moderní biotechnologie jsou silným nástrojem s možností přispět k udržitelnému rozvoji medicíny a farmaceutického sektoru, udržitelné zemědělské produkci a výrobě potravin, jakož i na využití v průmyslu, energetice a při ochraně životního prostředí. Při vhodné integraci s jinými technologiemi mohou biotechnologie významně pomoci při řešení potřeb rostoucí urbanizované populace v následujícím tisíciletí (Murphy, 2011).



## 4. BIOTECHNOLOGIE

### 4.1 HISTORIE BIOTECHNOLOGIE

Mezi první zmínky tradiční biotechnologie patří bezesporu Mezopotámské nádoby na uložení sýrů a produkce piva fermentací (kvašením) 6000 p. n. l. 4000 p. n. l. následovalo použití kvasinek při výrobě piva a vína v Egyptě a Číně a 800 p. n. l. kynuté těsto na chleba. Murphy (2011) uvádí, že základy biotechnologie byly položeny ve chvíli, kdy několik kultur ve světě zjistilo, že zfermentováním některých rostlin v uzavřené nádobě vzniknou alkoholické nápoje.

**Chronologicky lze historii biotechnologií dle Nováka (1991) seřadit do šesti období:**

- do roku 1865 tradiční výroba alkoholických nápojů, fermentovaných potravin a sýrů;
- 1886 - 1940 sofistikovanější metody k výrobě alkoholů a ketonů, organických kyselin;
- 1940-1960 kultivace mikroorganismů pro výrobu antibiotik;
- 1960-1975 výroba aminokyselin, antivirových vakcín, technických enzymů;
- po roce 1975 genové inženýrství, monoklonální protilátky, výroba bioprocessorů a biočipů;
- po roce 1990 nanobiotechnologie, analýza lidského genomu, náhrada lidských orgánů, genové terapie.

V průběhu 19. století se rozšiřovaly a prohlubovaly vědomosti o podstatě organismů a biotechnologických procesů, nastalo cílené množení kmenů užívaných mikroorganismů a rozvoj genového inženýrství (Murphy, 2011).

### 4.2 VÝZNAM BIOTECHNOLOGIE

Biotechnologie používá živých organismů (bio) nebo jejich částí k vyrobení nebo zlepšení produktů (technologie) (Custers a kol., 2006).

Biotechnologií se rozumí využívání živých organismů při přípravě výrobků, při zkvalitnění rostlin nebo živočichů, případně při vývoji mikroorganismů na specifické

použití - je schopna zvýšit zemědělskou produkci a umožnit udržitelnou produkci potravin v 21. století. Její cíl, kterým je zkvalitnění současných potravin, je stejný jako cíl tradičních, známých postupů šlechtění plodin, chovu hospodářských zvířat a fermentace. Hlavním rozdílem je možnost dosažení rychlejšího výsledku a rozsáhlého uplatnění (Urban, 2007).

Biotechnologie je převaděčem výsledků biologických věd do činností, které několika způsoby pomáhají lidstvu obývat tuto planetu a přežívat jako druh (Drobník, 2008).

### **4.3 BIOTECHNOLOGICKÉ APLIKACE**

**Biotechnologické aplikace můžeme třídit podle účelu, například:**

- biotechnologie v zemědělství (biologická ochrana rostlin, zvyšování užitkovosti zvířat, geneticky modifikované rostliny);
- biotechnologie životního prostředí (bioremediace – odstranění znečištění, obnovitelné zdroje energie);
- potravinářská biotechnologie (mléčné produkty, probiotika, pivo, víno);
- biotechnologie ve farmacii (vývoj lidských a živočišných diagnostik, výroba léčiv a pomocných látek, biomedicínské inženýrství);
- biotechnologie v chemickém a textilním průmyslu (Polášková a kol., 2011).

Organismy vhodných vlastností, využívané při biotechnologické výrobě, se získávají buď tradičními metodami šlechtění a selekce nebo cíleně, rekombinantními technologiemi, případně spojením obou principů (Polášková a kol., 2011).

**Šlechtitelské biotechnologie u rostlin vycházejí z těchto základních principů (Novák, 1991):**

- velké populace buněk, z kterých každá je potenciálním zdrojem celého rostlinného organismu, je možné dlouhodobě kultivovat a za kontrolovatelných podmínek regenerovat rostliny. V případě indukce procesu somatické embriogeneze celá rostlina pochází z jedné somatické buňky;

- buněčná kultura je potenciálním zdrojem genetické variability, jelikož rostlinné buňky *in vitro* jsou geneticky a chromozomálně nestabilní. Genetickou variabilitu je možné zvýšit při použití mutagenů v kultuře *in vitro*. Buněčně mutované linie často neztrácejí totipotenci, což umožňuje získat výraznou genetickou proměnlivost rostlin regenerovaných *in vitro*;

- genetický různorodá buněčná populace může být vystavena značným selekčním tlakům (stresové podmínky prostředí, chemické látky, toxiny), které selektují buňky nesoucí specifickou genetickou změnu (mutaci). Projev znaků na buněčné úrovni často koreluje s projevem toho samého nebo jiného znaku na úrovni celého organismu. Genetická informace pro znaky a vlastnosti vyselektované *in vitro* se přenášejí po regeneraci rostlinného organismu generativní nebo vegetativní cestou na potomstvo;

- populace odvozena z haploidních buněk (např. pylových zrn) zvyšuje pravděpodobnost zachycení recesivních mutací, které nejsou maskované dominantními alelami;

- kultura organizovaných struktur rostlinného organismu (zárodku nebo meristemu) představuje systém vysoké genetické stability materiálu. Kultivace organizovaných struktur včetně meristemu umožňuje hromadně množit geneticky identické potomstvo nepohlavní cestou – klonovat *in vitro*.

**Tab. 6 - Priority specifické pro odvětví biotechnologie**

|  |  |
|--|--|
| Podpora výzkumu, rozvoj trhu s aplikacemi biotechnologií a rozvoj znalostí biohospodářství | - předpokladem pro další rozvoj je i nadále výzkum a jeho podpora. Akční plán by měl být upraven a přizpůsoben především k podpoře a rozvoji trhu s produkty nových biotechnologií, a v jejich aktivních implementacích. A to především proto, že ačkoliv je biotechnologický výzkum na velmi dobré úrovni, v komerčním využívání zatím příliš nevyniká.   |
| Inovace a převod technologií do průmyslu, podpora konkurenceschopnosti                     | - hlavním problémem ve výzkumu biotechnologií jsou omezené zdroje financování, které brání jejich růstu a ekonomické životaschopnosti. Chybí existence jasného právního rámce pro ochranu práv duševního vlastnictví, dostatečná nabídka rizikového kapitálu a spolupráce mezi vědou a podniky. Navržením konkrétního užšího zaměření akčního plánu by přispělo k vyřešení některých základních podmínek pro |

|  |   |
|--|---|
|  | konkurenceschopnost biotechnologického odvětví.   |
| Podpora a veřejné diskuse o přínosech a rizicích biologických věd a biotechnologie       | - základní podmínkou pro zavádění nové biotechnologie je především její kladné přijetí veřejností. Je třeba vybudovat veřejnou osvětu, v co největší míře zapojit do rozhodovacího procesu veřejnost a zúčastněné strany, společně zhodnotit rizika a přínosy formou harmonizovaných údajů a statistik a v neposlední řadě přihlídnout i k etickým hlediskům.   |
| Zajištění udržitelného, stabilního přínosu vstupem moderní biotechnologie do zemědělství | - v oblasti primární výroby a zemědělsko-potravinářského průmyslu existuje obrovský potenciál pro rozvoj biotechnologie, některé nové technologie je však nutno důkladně prostudovat. Je třeba zohlednit možné dlouhodobé dopady těchto organismů na zdraví a bezpečnost potravního řetězce, způsoby zemědělské výroby a životní prostředí. V některých případech, zejména pak při nahrazování chemických procesů a fosilních paliv, by měla být rozpracována opatření pro řízení rizik souvisejících s produkty určenými pouze pro využití v průmyslu. |
| Zlepšit právní předpisy a jejich dopad na hospodářskou soutěž                            | - EU má pravděpodobně nejrozvinutější a často nejpřísnější, právní rámec pro biologické vědy a biotechnologii. Přísná pravidla brání inovaci a konkurenceschopnosti a proto je třeba provádění strategie upravit dle uvedených priorit. Podrobné vysvětlení změn je v „Pozměněném akčním plánu pro biologické vědy a biotechnologii“.   |

Zdroj: Urbášková a kol., (2009)

### **Přínos biotechnologie k řešení celosvětových problémů spočívá:**

- zvýšení produktivity zemědělství při zachování stejné rozlohy obdělávané půdy;
- zvýšení konkurenceschopnosti podniků hospodařících i v marginálních oblastech;
- zajištění ekonomické, sociální a ekologické udržitelnosti zemědělství:
  - a) kontrolovanou spotřebou vody;
  - b) zlepšením kvality povrchových i spodních vod (změnou systému obdělávání a vhodnou volbou plodiny se zvýší využitelnost dusíku a současně snížení pronikání nitrátů do vody);
  - c) snížením emisí CO<sub>2</sub>;
  - d) omezením degradací půdy (změnou způsobu hospodaření);
  - e) snížením spotřeby minerálních hnojiv (lepší využitelnost živin volbou plodiny), snížením aplikací pesticidních přípravků;
  - f) zlepšením kvality produkce (snížení poškození a následně i produkce v důsledku napadení škůdci o více než 35 %, snížení hladiny mykotoxinů);
  - g) zvýšením nutriční hodnoty produkce (vhodnou volbou rostlin nebo živočichů);
  - h) zlepšením kvality hospodaření (zavedení šetrného systému zemědělství k životnímu prostředí) (Carpenter a kol., 2002).

## **VYUŽÍVANÉ PROSTŘEDKY A JEJICH VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

### **Digestáty**

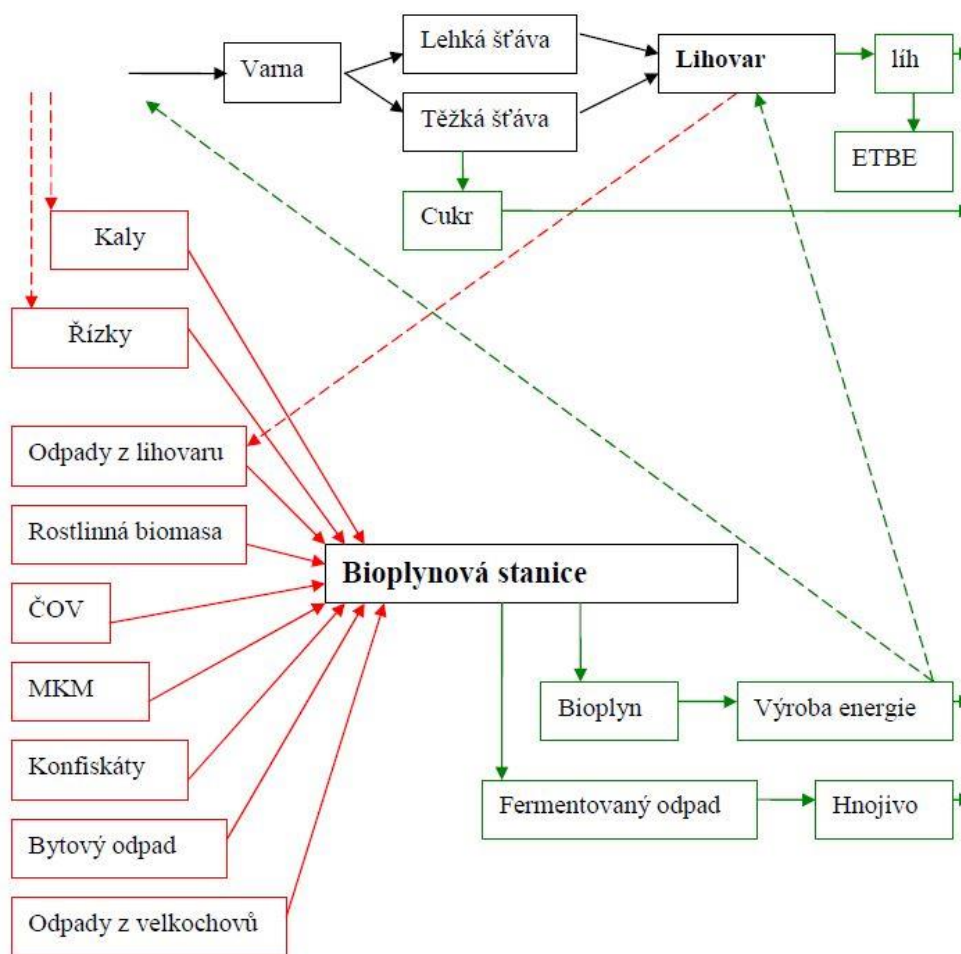
V posledních letech se ve světě věnuje velká pozornost rozvojovým programům, jejichž cílem je podpora technologií využívajících obnovitelné zdroje energie. Jako dílčí úspěchy lze hodnotit využívání větrné a sluneční energie, výrobu biopaliv, energetické využití biomasy apod. Z hlediska ochrany životního prostředí se velmi perspektivní jeví hlavně ty technologie, které mají cíl energeticky využít různé druhy organických substrátů, meziproductů nebo odpadů (Šuta, 2007). Jde především o složky, které mají vyšší podíl organických látek, jako např. nevyužité meziproducty z rostlinné a živočišné výroby v zemědělství, z potravinářství, z průmyslových výrob apod. (Váňa, 2007).

Bioplyn jakož i bioplynové systémy představují významné energetické zdroje s pozitivním přínosem pro tvorbu a ochranu životního prostředí. Současný rozvoj bioplynových stanic (BPS) s sebou přináší mnoho nových otázek. Jeden z aktuálních problémů se týká i vlastností a možností využití koncového produktu z BPS, tedy digestátu (biokalu) (Váňa, 2007).

Digestát z každé BPS je jedinečný a svými vlastnostmi neopakovatelný. Jeho složení je primárně ovlivněno řadou a chemickým složením vstupních surovin, což jsou v případě zemědělských BPS především kukuřičné (či jiné) siláže a statkových hnojiv, nejčastěji kejdy, či hnoje. Do BPS samozřejmě mohou vstupovat i jiné, různorodé složky (kaly z ČOV, vedlejší živočišné produkty, apod.), které se odrazí na chemických vlastnostech digestátu - obsahu sušiny, organických látek, stopových látek, mikroživin, rizikových látek, a pH (je alkalické) (Bioinstitut, 2013).

Digestát je definován jako organické hnojivo vzniklé anaerobní fermentací při výrobě bioplynu. V současné době je termín „bioplyn“ používán výhradně pro plynný produkt anaerobní metanu fermentace organických látek, uváděnou také jako vyhnívání, anaerobní digesce, biogasifikace nebo biometanizace. Anaerobní rozklad organického substrátu na metan je soubor biochemických procesů, na kterých se podílí množství mikrobiálních populací. Jednotlivé procesy anaerobního rozkladu jsou spojeny s individuálními substráty a specifickými produkty (Košíková, Bučko, 2002). Všechny kroky procesu mohou být popsány jako spojení přímých a nepřímých symbiotických společenství mezi různými skupinami mikroorganismů. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem druhé skupiny, a proto nedostatečná aktivita jedné skupiny může způsobit porušení rovnováhy v celém systému a snížit účinnost procesu. V rámci procesu rozeznáváme čtyři soubory biochemických reakcí - hydrolýzy acidogenezy, acetogenezy a metanogenezi. V prvním stadiu rozkladu - hydrolýze - se rozkládají makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpuštěné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, produkovaných hlavně fermentačními bakteriemi. Vznikající nízkomolekulární látky jsou na rozdíl od vysokomolekulárních látek schopné transportu do nitra buňky. Produkty hydrolýzy se během acidogenezy dále rozkládají na jednoduché organické látky, zejména kyseliny, alkoholy,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2$ . Při nízkém parciálním tlaku vodíku jsou produkovány hlavně kyselina octová,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2$ , při vyšší koncentraci vodíku se tvoří kyseliny, kyselina mléčná, etanol apod. V dalším stadiu - acetogeneze - probíhá oxidace těchto látek na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou (Fox, Pohland, 1994).

Obr. 6 – Využití bioplynové stanice



Zdroj: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/hnojivo.pdf>

Informací a znalostí o vlastnostech a možnostech použití digestátu je ve vědecké komunitě poměrně málo a navíc se v některých případech výrazně rozcházejí. Proto je třeba k problematice digestátů přistupovat pragmaticky, protože počet BPS narůstá a zemědělci by měli být obeznámeni s klady i zápory jejich aplikace, aby nedocházelo ke zhoršování půdní úrodnosti. Dobře zapracovaný fermentor zajišťuje 40 až 50 procentní rozklad organické hmoty (někdy ještě i více), přičemž se rozkládají lehce rozložitelné organické látky (cukry, škrob, tuky) a zůstává stabilní část (např. ligninem inkrustovaná celulóza), která se v půdě těžko rozkládá (Bioinstitut, 2013).

Délka fermentace a teplota ve fermentoru likviduje klíčivost semen plevelů. V posledních letech v důsledku výrazného poklesu stavu hospodářských zvířat adekvátně poklesla i produkce hospodářských hnojiv (chlévský hnůj, močůvka, kejda atd.). Mnozí

zemědělci považují digestát za jejich rovnocennou resp. adekvátní alternativu, přičemž vědecké pohledy na vlastnosti a jeho použití se však liší (Váňa, 2007).

Základním požadavkem pro zařazení organické hmoty mezi hnojiva je její snadná rozložitelnost – jen tak je schopna uvolnit pro půdní organismy potřebnou energii. Část této energie z exotermní procesu mineralizace může být převedena do endotermní procesu humifikace. Dalším kladem je obsah minerálních živin uvolněných při rozkladu organické hmoty, pokud se však organická hmota oxidačně nerozkládá, nenastává uvolňování živin (Váňa, 2007).

Z agrochemického hlediska se jeví jako zásadní problém při použití digestátu při hnojení nízký obsah snadno rozložitelných organických látek. Nejlabilnější frakce organické hmoty krmiv využili zvířata na svůj látkový metabolismus, mírně labilní frakce výkalů spotřebovala anaerobní digesce a do půdy při hnojení přináší digestát z velké části stabilní, těžko rozložitelnou organickou hmotu (Fox, Pohland, 1994). Čím dokonaleji BSP pracuje, tím vyšší je výtěžek bioplynu, dochází k hlubší degradaci organické hmoty a zvýšení její stability. Během digesce klesá obsah organických látek a sušiny v průměru o 50% (Košíková, Bučko, 2002).

Tyto primární organické látky slouží jako zdroj energie pro půdní mikrobiální společenství, které je transformují v různém rychlém procesu mineralizace na rostlinám přístupné živiny a oxid uhličitý a jen malá část primární organické hmoty je transformována do humusových látek. Přítomnost a kvalita organických látek tedy významně ovlivňuje půdní úrodnost (Bioinstitut, 2013).

Použití digestátu se přirovnává k možnostem aplikace kejdy, i když jeho účinky bývají často ještě rychlejší (např. vizuální ozelenění porostů kukuřice). Z hlediska omezení ztrát (čpavkového dusíku) je nejvhodnější aplikace digestátu do půdy (Bioinstitut, 2013).

### **Vliv na životní prostředí**

Digestát je sice organické hnojivo, svými vlastnostmi se ale blíží ke (kombinovaným) minerálním hnojivům. Je to hnojivo s rychlosnímatelným dusíkem. Každá BPS produkuje digestát odlišného chemického složení, které je třeba znát na základě výsledků rozborů v akreditovaných laboratořích (Košíková, Bučko, 2002). Nevýhodou digestátu je nízký obsah snadno rozložitelných primárních organických látek, které je třeba do půdy dodávat z jiných



zdrojů, především zaorávce posklizňových zbytků, hnoje, kompostů a jednoznačně slámy (Bioinstitut, 2013).

### **Podpůrný prostředek WormsAktiv**

Jedná se o zcela ekologický přípravek, netoxický vůči flóře i fauně s velmi rychlou vstřebatelností a nezanechávající jakákoliv nevhodná residua, působící jako podpůrný ochranný a preventivní biologicky aktivní přípravek získaný z přírodních zdrojů. Je to speciálně upravený extrakt z živočišných a rostlinných buněk, obsahující organicky vázaný fosfor, dusík a draslík. Mimo tyto prvky je v tomto extraktu obsaženo několik skupin aminokyselin, enzymů, hormonů a dalších přírodních biostimulačně aktivních látek. Přípravek aktivuje imunitní odezvu rostlin a napomáhá zesílenému účinku použitých látek při zvýšené ochraně rostlin (EnzyCorp, 2014).

Zlepšuje kondici rostlin a tím zvyšuje jejich odolnost proti nepříznivým faktorům, podporuje zakořeňování, růst, kvetení a množství zásobních látek. Kladně ovlivňuje klíčení semen a vzcházejivost rostlin. Vyvolává probuzení spících pupenů (EnzyCorp, 2014).

Oživuje a vitalizuje zasolené, toxicky zamořené a přehnojené půdy, kdy je při postřiku rostlin aplikován na ornici, a/nebo je na ni smyt deštěm. Dále způsobuje zmnožení půdních bakterií, enzymatické reakce a urychlení tlecích procesů, při zvýšené tvorbě humusové vrstvy. Rozkladem a navázáním na organické látky odbourává syntetická hnojiva, toxické organické sloučeniny a nerozpustné anorganické látky (které způsobují zasolování půdy), a tím přímo dopomáhá k lepší výživě rostlin, odsolování půdy a zvyšování kvality půdy (EnzyCorp, 2014).

Vyvolává sám o sobě imunitní reakci, kdy způsobuje rezistenci proti mykózním onemocněním rostlin. Bylo zjištěno, že účinnost přípravku proti mykóznímu onemocnění je možno tímto přípravkem zpomalit případně zastavit, a to v závislosti na stáří rostliny a rozsahu napadení rostliny. Jelikož toto řešení vyžaduje minimálně dvojitý rostlinný cyklus, bylo přistoupeno k upravení přípravku o látky napadající přímo buněčnou strukturu jmenované houby a neovlivňující zdravé buňky chráněné rostliny. Tyto látky organického původu se podařilo včlenit do komplexu účinných látek přípravku. Tím je zaručeno jejich urychlené vstřebání do kompletního mízního systému rostliny a všech pletiv. Tato reakce vyvolává odolnost celé rostliny proti mykózním onemocněním a podstatně urychluje léčbu již napadených rostlin v důsledku metabolické intenzifikace (EnzyCorp, 2014).

## **Vliv na životní prostředí**

Existuje široké spektrum přípravků podobného účinku, které mají stejný pozitivní vliv na složku agroekosystému. Jsou vyrobeny pouze z čistých přírodních materiálů, nedochází tudíž ke kumulaci zdraví škodlivých látek a rostliny či plody jsou požitelné i po jejich ošetření. Ke vstřebávání dochází pletivem rostlin, proto nastupuje účinek velmi rychle a tudíž jsou potřeba minimální dávky koncentráту. Přebytky přípravků, které se vsáknou ke kořenovému balu, zvyšují množství půdních bakterií, zabraňují tvorbě plísní a zlepšují asimilační vlastnosti kořenového systému. Tím zaručují lepší vstřebávání živin a vyšší odolnost rostlin. K oživení a vitalizaci zasolené a přehnojené půdy, dochází aplikací prostředků, které jsou při postřiku rostlin aplikovány na ornici, nebo jsou smyty deštěm, čímž způsobují zmnožení půdních bakterií a urychlení tlecích procesů, při zvýšené tvorbě humusové vrstvy. Odbourávají rozkladem a navázáním na organické látky syntetická hnojiva a nerozpustné anorganické látky, které způsobují zasolování půdy, a tím přímo dopomáhají k lepší výživě rostlin a zvyšování kvality půdy. Většina přípravků zvyšuje výnosy, odolnost při napadení škůdci, proti chorobám, kvalitu plodů, vzcházivost i klíčivost rostlin a celkově zlepšuje zdravotní stav rostlin (Enzycorp, 2014).

## 5. PRAKTICKÁ ČÁST

V rámci vlastního řešení bylo k ověření nastudovaných materiálů z teoretické části práce provedeno doplnění a podložení získaných informací z poskytnutých porovnávacích studií od jednatele společnosti Enzycorp s.r.o., pana Josefa Stýbla. K ucelení celkového pohledu na řešenou problematiku zemědělství se uskutečnil rozhovor se soukromě hospodařícím rolníkem panem Vladimírem Horákem, který se zde podělil o své dlouholeté zkušenosti z praxe.

### 5.1 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH PŘÍPRAVKŮ

Cílem testu bylo srovnání účinnosti kapalných stimulátorů N-FENOL MIX (výrobce Agra Group, a.s.) s pomocným rostlinným přípravkem WormsAktiv Stimul (výrobce Enzycorp, s.r.o.) a hnojivem NPK na výnos a kvalitu produkce. Účinnou látkou ve WormsAktiv Stimul jsou biologické stimulatory, v N-FENOL MIXU je to 4 - nitrofenolát sodný, které ovlivňují pohyb plasmy v buňkách, což se projevuje lepším zakořeňováním, lepším příjmem živin a intenzivnějším růstem. Aplikace před květem významně ovlivňuje klíčení pylových zrn, má pozitivní vliv na násadu plodů, semen a jejich lepší vyžrávání. Pozitivní je i antistresový účinek (studie Enzycorp).

Test proběhl jako jednoletý postregistrační ve vegetační hale, rostliny byly pěstovány v nádobách s hlinitopísčitou zemínou z Přerova nad Labem.

#### **Sledované plodiny a odrůdy:**

- rajče determinantního typu – Orbit
- cibule kuchyňská – Všetana
- kukuřice na siláž – Cesil 285
- brambory ranné - Rosana

#### **Variety hnojení:**

1. Nehnojená kontrola
2. WormsAktiv Stimul
3. N-FENOL MIX
4. NPK
5. NPK + WormsAktiv Stimul
6. NPK + N-FENOL MIX

**Tab. 7 – Způsob a dávky hnojení ověřovaných přípravků**

| Variety hn.                  | rajče                                     | cibule                                   | kukuřice                                 | brambory                          |
|------------------------------|---|--|--|-----------------------------------|
| <b>1. Kontrola</b>           | -   | -  | -  | -                                 |
| <b>2. Worms Aktiv Stimul</b> | 1. po výsadbě 0,1%                        | 1. ve fázi 2 pravých listů (15 cm) 0,1%  | 1. ve fázi 2 pravých listů (15 cm) 0,1%  | 1. ve fázi zakrývání řádků 0,1%   |
|                              | 2. ve fázi butonizace 0,1%                | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,1%         | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,1%         | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,1%  |
|                              | 3. na začátku kvetení prvního vijanu 0,1% | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,1%         | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,1%         | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,1%  |
| <b>3. N-FENOL MIX</b>        | 1. po výsadbě 0,04%                       | 1. ve fázi 2 pravých listů (15 cm) 0,04% | 1. ve fázi 2 pravých listů (15 cm) 0,04% | 1. ve fázi zakrývání řádků 0,04%  |
|                              | 2. ve fázi butonizace 0,04%               | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,04%        | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,04%        | 2. za 14 dní po 1. aplikaci 0,04% |
|                              | 3. na začátku kvetení 0,04%               | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,04%        | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,04%        | 3. za 14 dní po 2. aplikaci 0,04% |

Zdroj: Studie Enzycorp

**Výsledky výnosů jednotlivých variant testu jsou v následujících tabulkách:**

**Tab. 8 – Výnosy rajčat**

| Variety hnojení         | Průměrná hmotnost g/nádoba | Realitní zvýšení výnosu v % | Srovnání výnosu k NPK v % |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Nehnojená kontrola      | 168,5                      | 100                         | 34,81                     |
| WormsAktiv Stimul       | 185,0                      | 186,05                      | 98,25                     |
| N-FENOL MIX             | 149,2                      | 88,55                       | 30,83                     |
| NPK                     | 484,0                      | 187,24                      | 100                       |
| NPK + WormsAktiv Stimul | 509,5                      | 302,37                      | 105,26                    |
| NPK + N-FENOL MIX       | 477,8                      | 283,56                      | 98,72                     |

Zdroj: Studie Enzycorp

**Tab. 9 – Výnosy cibule**

| <b>Variety hnojení</b>  | <b>Průměrná hmotnost g/nádoba</b> | <b>Realitní zvýšení výnosu v %</b> | <b>Srovnání výnosu k NPK v %</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Nehnojená kontrola      | 47,3                              | 100                                | 84,16                            |
| WormsAktiv Stimul       | 46,8                              | 128,94                             | 93,27                            |
| N-FENOL MIX             | 49,2                              | 104,02                             | 87,54                            |
| NPK                     | 56,2                              | 118,82                             | 100                              |
| NPK + WormsAktiv Stimul | 43,0                              | 130,91                             | 106,51                           |
| NPK + N-FENOL MIX       | 41,4                              | 87,57                              | 73,67                            |

*Zdroj: Studie Enzycorp*

**Tab. 10 – Výnosy kukuřice na siláž**

| <b>Variety hnojení</b>  | <b>Průměrná hmotnost g/nádoba</b> | <b>Realitní zvýšení výnosu v %</b> | <b>Srovnání výnosu k NPK v %</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Nehnojená kontrola      | 123,3                             | 100                                | 24,56                            |
| WormsAktiv Stimul       | 130,0                             | 115,43                             | 28,58                            |
| N-FENOL MIX             | 106,7                             | 86,54                              | 20,99                            |
| NPK                     | 508,3                             | 412,25                             | 100                              |
| NPK + WormsAktiv Stimul | 550,0                             | 446,07                             | 108,20                           |
| NPK + N-FENOL MIX       | 508,3                             | 412,25                             | 100,00                           |

*Zdroj: Studie Enzycorp*

**Tab. 11 – Výnosy brambor**

| <b>Varianty hnojení</b> | <b>Průměrná hmotnost g/nádoba</b> | <b>Realitní zvýšení výnosu v %</b> | <b>Srovnání výnosu k NPK v %</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Nehnojená kontrola      | 138,7                             | 100                                | 55,97                            |
| WormsAktiv Stimul       | 141,4                             | 101,95                             | 57,06                            |
| N-FENOL MIX             | 134,8                             | 97,19                              | 53,40                            |
| NPK                     | 247,8                             | 178,66                             | 100                              |
| NPK + WormsAktiv Stimul | 260,8                             | 188,03                             | 105,25                           |
| NPK + N-FENOL MIX       | 246,8                             | 177,94                             | 99,60                            |

*Zdroj: Studie Enzyccorp*

### **5.1.1 ZHODNOCENÍ VÝNOSŮ**

Ověřovaný pomocný rostlinný přípravek v kombinaci se základním předset'ovým hnojením vykázaly vyšší výnosy zkoušených plodin. Jako nejlepší varianta pro výnos plodů rajčat, hlíz brambor a kukuřice na siláž byla zjištěna varianta NPK v kombinaci s WormsAktiv Stimulem. Naproti tomu nejvyšší výnos cibule byl zaznamenán při aplikaci samotného NPK. Nejvyšších výnosů o 446,07 % oproti nehnojené kontrole bylo dosaženo u kukuřice, u rajčat bylo zvýšení výnosu o 302,37 %, u brambor o 188,03 % oproti nehnojené kontrole. U výnosů cibule jsou procentuální výsledky odlišné, autor zde má pravděpodobně chybu ve výpočtech. Nejhoršího výsledku bylo u všech plodin dosaženo při aplikaci rostlinného stimulantu N-FENOL MIXU a to u kukuřice o 13,46 %, u rajčete o 11,45 % a brambor o 2,81 % oproti nehnojené kontrole. U cibule s kombinací s NPK o 12,43 % oproti nehnojené kontrole. Samostatně aplikované stimulanty navíc příznivě ovlivnily i obsah vitamínu C v plodech rajčat.

## 5.2 ROZHOVOR

Pan Horák podniká jako soukromě hospodařící rolník od 1. 1. 1993. Hospodařit začal na cca 30 ha, v současné době obhospodařuje přibližně 550 ha půdy. Na začátku podnikání se zabýval rostlinnou i živočišnou výrobou, spočívající především v chovu dojných krav, od roku 2004 se zaměřuje pouze na rostlinnou výrobu. Hospodaří na své farmě v obci Strašnov a v přilehlých obcích Nepřevázka, Písková Lhota, Chrást, Bezděčín, Smilovice a Rejšice.

Za svou dlouholetou praxi vyzkoušel různé druhy hospodaření, nespočetné množství různých podpůrných přípravků, hnojiv a herbicidů. Jeho současný způsob hospodaření se dá jednoznačně na základě informací z teoretické části práce zařadit do konvenčního zemědělství. Jelikož již před začátkem svého podnikání pracoval v tehdejší režimu v JZD, přechod na obdobný, zažitý způsob práce mu přišel celkem logický. I přes svůj názor, že ekologické zemědělství nelze v dnešní době provozovat velkoplošně, má velice kladný vztah k půdě a plně si uvědomuje důležitost zachování její úrodnosti. Uvádí, že sice používá svůj osvědčený způsob ošetření plodin před a v průběhu pěstění převážně chemického původu, ale uvědomuje si i důležitost biologického materiálu. Pravidelně hnojí pole kejdou, zaorává zbytky slámy a v malé míře využívá i zelené hnojení. Na otázku, zda si myslí, že by nemohl požadované výnosy produkovat čistě na chemických produktech, odpověděl, cituji: „*Ono by to šlo, spousta podniků to takhle provozuje, ale plně funkční, to znamená rentabilní, to je jen do určité doby. Z dlouhodobého hlediska to prostě nelze*“. Uvádí, že půda potřebuje ke své úrodnosti a podpoře humusové vrstvy organickou hmotu, která podporuje její přirozenou obnovu. V závěru rozhovoru uvádí, že by se nebránil jinému způsobu hospodaření, při záruce stejného výnosu, nicméně tvrdí, že toho rozhodně nelze dosáhnout ekologickým způsobem a to z jednoho jediného důvodu, cituji: „*Já chápu, že si lidi chtějí doma pěstovat brambory, bylinky a další, ale musí předpokládat, že budou neustále chodit s krabičkou a sbírat škůdce, o plevelu ani nemluvě. Ale vypěstovat pšenici bez použití chemie prostě nelze a to proto, že bude zdraví škodlivá. Neošetřené plodiny jsou napadené přemírou různých škůdců a mykózních onemocnění a tomu jinak než chemií v dnešní době jednoduše nezabráníš.*“

## 6. DISKUZE

Zemědělství neplní v současné době funkci pouze jako producent plodin pro zabezpečení potravinové soběstačnosti, stále více je řešena i otázka jeho vlivu na utváření krajiny, její funkčnosti a estetické hodnoty. Největším problémem zemědělských půd současné doby jsou jejich zábory spojené s nekontrolovatelným rozšiřováním sídel. Ztráty zemědělské půdy, které slouží zejména pro nejrůznější stavební účely, jsou hrozivé a nevratné. Tím dochází k poškození většiny jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí a to má za následek i ovlivnění okolní krajiny a v důsledku celého životního prostředí (Braníš, 2004).

Proces ubývání půdní organické hmoty bychom prozatím mohli označit jako plíživý proces na veškeré půdě v České republice bez jasných dopadů. Je však zřejmé, že neuváženými zásahy do ekosystémů, především nekontrolovaným používáním průmyslových hnojiv, herbicidů a dalších přípravků na zvýšení výnosu plodin, dochází k velkému rozsahu poškození ve všech složkách životního prostředí (Vondrášková, 2006). Půda patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje a je nezastupitelnou složkou životního prostředí zrovna tak, jako zemědělství již od svých prvopočátků patřilo ve všech obdobích k nejdůležitějším odvětvím a v hospodářství zaujímalo velmi silnou pozici. Je třeba si uvědomit, že bez půdy by neexistovalo zemědělství takové, jaké ho po tisíciletí využíváme, a život na zemi by vyhasnul (Beranová, Kubčák, 2010).

V praktické části této práce se ukázalo, že biotechnologie v kombinaci s klasickými metodami hospodaření a vhodně zvolených aplikací konkrétních látek může skutečně přispět k revitalizaci půdy, pozitivně ovlivnit půdní prostředí, kořenový systém a v důsledku růst rostlin, jejich zdravotní stav a konečný hospodářský výnos, bez možných dopadů na životní prostředí. V porovnání samostatného působení kapalného stimulantu N-FENOL MIXU a podpůrného prostředku WormsAktiv Stimul byl patrný u výnosu rajčat a kukuřice výrazný rozdíl. Ze všech testů plodin mimo cibule, vyšel podstatně lépe podpůrný prostředek WormsAktiv. Při porovnání aplikací podpůrných prostředků a hnojiva NPK vyšel test ve všech porovnávaných plodinách nejpříznivěji pro NPK. Nicméně jako nejlépe vhodnou variantou se jeví kombinace WormsAktiv Stimulu s NPK pro rajčata, kukuřici a brambory. Pro nejvyšší výnos cibule se prokázala jako nejvhodnější aplikace NPK. Nejméně očekávaným výsledkem bylo zjištění, že působení kapalného stimulantu N-FENOL MIXU mělo u všech testovaných plodin mimo cibule podstatně nižší účinek, než samotná nehnojená kontrola. Z rozhovoru vyplynulo, že i když převážná většina zemědělských podniků hospodaří konvenčním způsobem zemědělství, znají a jsou si vědomy důležitosti dodávání organických materiálů zpět do půdy



pro zachování její úrodnosti. Na základě toho by jejich pozvolný přechod k metodám trvale udržitelného zemědělství mohl být přijat velmi pozitivně.

Nové podpůrné prostředky, využívání nových poznatků z oblasti biotechnologií rozšiřuje základní cíle a obzory v oblasti zemědělství a kromě efektivity, produktivity a zisku zahrnuje především udržitelnost, šetrné využívání přírodních zdrojů, kvalitu životního prostředí a následné zvýšení kvality života celé společnosti. Výsledkem pak budou fungující, zdravé agroekosystémy, které budou pracovat na základech přírodních zákonitostí a koloběhů, principech soběstačnosti a ochraně vnitřních zdrojů, které tak zůstanou produktivní jak v krátkodobém, tak i v dlouhodobém horizontu (Gips, 1988).

## 7. ZÁVĚR

Z porovnávací studie společnosti Enzycorp je patrné, že vhodnou kombinací různých prostředků lze dosáhnout u některých plodin daleko vyšších výnosů, což se potvrdilo u tří ze čtyř testovaných plodin, a to bez jakékoliv ztráty na jejich kvalitě a negativních zásahů do půdy a okolní krajiny. Podpůrný prostředek WormsAktiv příznivě působí na zdravotní stav pěstovaných plodin, pozitivně ovlivňuje půdní prostředí a tvorbu kořenů, v kombinaci s NPK dosahuje výrazně vyššího výnosu plodin. Z analýzy všech zpracovaných zdrojů je patrné, že není možné stanovit jednotný systém produkce zemědělských produktů, zrovna tak, jako nelze stanovit pouze jeden správný způsob hospodaření.

Závěrem lze říci, že aplikace vhodných kombinací nových prostředků se jeví jako vhodné řešení pro koncept trvale udržitelného rozvoje, který ve své podstatě komplexně zahrnuje oblasti životního prostředí, ekonomie a společenských aspektů, čímž se potvrzuje naše vyslovená hypotéza.

# SEZNAM ZDROJŮ

## Seznam použitých českých zdrojů

- ANON, (2008): Ekologické zemědělství a GMO – Otázky koexistence. Bioinstitut o.p.s. Praha. 37 s., ISBN: 978-80-904174-6-5
- BARTÁK M., KOCOUREK F. & VRABEC V., (1996): Obecná agroekologie. Vysoká škola báňská - Technická Univerzita v Ostravě
- BERANOVÁ, M., KUBČÁK, A., (2010): Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. Libri, Praha, 432 s., ISBN 978-80-7277-113-4
- BIOINSTITUT, o. p. s., (2013): Základy půdní úrodnosti. Utváření vztahu k půdě. Bioinstitut, o. p. s., Olomouc, 31 s., ISBN: 978-80-87371-22-0
- BRANIŠ, M., (2004): Základy ekologie a ochrany životního prostředí. Informatorium, spol. s.r.o., Praha, 203 s., ISBN 80-7333-024-5
- DROBNÍK, J., (2008): Biotechnologie a společnost. Karolinum, 213 s., ISBN 978-80-248-1484-7
- ENZYCORP 2014, WORMSAKTIV Stimul: Mechanismus účinku 2014 (cs-CZ)  
© ENZYCORP Global 2014
- ENZYCORP 2014, WORMSAKTIV Stimul: Obecné informace  
© ENZYCORP Global 2014
- ENZYCORP 2014, WORMSAKTIV Stimul: Rozšířené informace 2014 (cs-CZ)  
© ENZYCORP Global 2014
- HRABALOVÁ, A., LEIBL, M., VALEŠKA, J., KETTNEROVÁ, M., (2012): Ročenka ekologického zemědělství v České republice. Ministerstvo zemědělství, Praha
- HRABALOVÁ A., DARMOVZALOVÁ I., WOLLMUTHOVÁ P., (2013): Statistická šetření ekologického zemědělství – Základní statistické údaje (2012). Ústav zemědělské ekonomiky a informací: Brno
- KONEČNÝ, M. et al., (2004): Ekologické dopady Společné zemědělské politiky a vstupu do EU v českém zemědělství. Brno: hnutí Duha, s. 87. ISBN 80-86834-07-7.
- KOSTELANSKÝ, F. et al., (2000): Obecná produkce rostlinná. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 212 s., ISBN 80-7157-245-4.
- KOŠÍKOVÁ, B., BUČKO, J. (2002): Biotechnologické a chemické způsoby využití rostlinnej biomasy. 1. vyd. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 80-228-1140-8.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M., (2005): Vývoj udržateľných poľnohospodárskych systémov na ornej pôde, produkčné a environmentálne parametre. Vývoj udržateľných poľnohospodárskych systémov na ornej pôde, produkčné a environmentálne parametre. In Zborník prednášok zo VII. zjazdu Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV: Bratislava 8. septembra 2005. Bratislava: Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV, 2005, s. 26-30. ISBN 80-227-2308-8.
- LEKEŠ, J., (1997): Šlechtění obilovin na území Československa. Brázda, Praha, 1997. 280 s. ISBN 80-209-0271-6.

- MIKULKA, J., (2012): Faktory ovlivňující účinnost herbicidů. Agromanuál 9-10:14-15
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, (2008): Organic farming in the Czech Republic. Praha: Ministry of Agriculture of the Czech Republic. 42 s., ISBN: 978-80-7084-754-1.
- MOUDRÝ, J. a kol. (2007): Základní principy ekologického zemědělství: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-041-6.
- NÁTR, L., (2002): Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. ISV, Praha, 423 s., ISBN 80-85866-92-7.
- NOVÁK, B., (1991): Biotechnologie v zemědělství. Min. zemědělství ČR, 105 s., ISBN 80-7084-036-6
- NOVOTNÁ, D. (2001): Úvod do pojmosloví. MŽP Praha, 400 s.
- PETR J., DLOUHÝ J., a kol., (1992): Ekologické zemědělství. Brazda, 305 s., ISBN 80-209-0233-3
- POLÁŠKOVÁ a kol., (2011): Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí. Karolinum, Praha, 283 s., ISBN 978-80-246-1927-9
- RANDÁK, J., ANTONÍN, R., HRBEK, J., NEČASOVÁ, D., PETRBOK, V., SALAČ, V., VYKOUPILOVÁ, V., (2011): Dějiny českých zemí. Euromedia Group, k. s. – Knižní klub, Praha, 2011. 432 s. ISBN 978-80-242-3205-8
- ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T., (2010): Voda v krajině, Lednice. ISBN 978-80-86690-79-7
- SEMAN, I., a kol. (1990): Biotechnologické metody v šlachtení poľných plodín. Příroda. 271 s. ISBN 80-07-00237-5
- ŠARAPATKA, B., DLABA, P., BEDRNA, Z. (2002): Kvalita a degradace půdy. Universita Palackého v Olomouci, 2002, 246 s., ISBN 80-244-0584-9
- ŠARAPATKA B., URBAN J. a kol., (2006): Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk, 2006. 502 s., ISBN 80-87080-00-9
- ŠARAPATKA, B., URBAN, J. (eds.). (2009): Organic agriculture. Prague, IAEI. 338 s. ISBN: 978-80-86671-69-7.
- ŠUTA, M., (2007): Biotechnologie, životní prostředí a udržitelný rozvoj. Praha, Společnost pro trvale udržitelný život. 27 s. ISBN 978-80-902635-1-2
- URBAN, J., (2007): PRO-BIO a ekologické zemědělství v roce 2007: FiBL - výzkum a inovace. Šumperk: Vydal PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ve spolupráci s časopisem Farmář a ÚZPI Praha.
- URBÁŠKOVÁ, H., POHANKOVÁ, L., NOVÁK, P., (2009): Architektura ekofaremu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury.
- VANĚK, V., BALÍK, J., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ, P., (2007): Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha, 176 s. ISBN 976-80-86726-25-0.
- VONDRÁŠKOVÁ, Š., (2006): Vývojové trendy ekologického zemědělství. Praha: ÚZPI.

## Seznam použitých zahraničních zdrojů

- CARPENTER, J., FELSOT, A., GOODE, T., HAMMING, M., ONSTAD, D. (2002): Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops. Council for Agricultural Science and Technology, Indianapolis.
- CUSTERS, R., VIEGER, E., D., STOOPS, S., GYSEL, A., V., VERLEYEN, B., (2006): Průvodce biotechnologiemi. Academia, Praha, 104 s., ISBN 80-200-1350-4.
- FEENSTRA, G., IINGESL, CH., CAMBELL, D., (1997): UC Sustainable Agriculture Research and Education Program. UC California Davis.
- FOX, P., POHLAND, F. G., (1994): Anaerobic treatment applications and fundamental: substrate specificity during phase separation. Water Environ. Res.
- FRANCIS C. A., SANDER D., MARTIN A., (1987): Search for a sustainable agriculture: reduced inputs and increased profits. Crops and Soils Magazine 39, 12-14.
- FRANCIS C., A., YOUNGBERG. G., (1990): Sustainable agriculture-an overview. In Sustainable Agriculture in Temperate Zones, ed. CA Francis, CB Flora, LD King, pp. 1-23. New York: Wiley.
- GIPS, T., (1988): What is a sustainable agriculture? In Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems. Proceedings of the sixth International conference of the International Federation of Organic Agriculture Movements, eds P. Allen & D. van Dusen. Agroecology Program, University of California, Santa Cruz, California, pp. 63 – 74.
- GLIESSMAN S. R., (2000): Agroecology. ecological processes in sustainable agriculture. Lewis publishers.
- HANSEN, J., W., (1996): Is agricultural sustainability a useful concept? Agricultural Systems 50, 117–143. doi:10.1016/0308-521X(95)00011-S.
- HATFIELD JL., (1993): Sustainable Agriculture Systems, 1993, CRC Press, 316 s.
- HORRIGAN, L. (2002): How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. Environ Health Perspect.
- LEWANDOWSKI, I., HARDTLEIN, M., KALTSCHMITT, M., (1999): Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. Crop Science, 39.
- LIEBHARDT, B., (2003): What is organic agriculture? What I learned from my transition. In Organic agriculture - sustainability, markets, and policies. Paris: Cabi Publishing. 408 s. ISBN: 92-64-10150-0.
- LIPSOM, E., (2001): The Organic Foods Sourcebook. McGraw-Hill Professional. 224 s. ISBN 978-087-983-978-9.
- MACRAE, R. J., HILL, S. B., HENNING, J., MEHUYS, G. R., (1990): Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture, Adv. Agron.
- MURPHY, D., (2011): Plants, biotechnology and agriculture. CABI. Cambridge University Press. Cambridge. 310 s. ISBN: 978 1 84593 688 4
- NIGGLI, U, FLIESSBACH, A, HEPPELY, P, SCIALABBA, N., (2008): Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems,

FAO (similar: Niggli U, Fliessbach A, Schmid H, Kasterine A Organic Farming and Climate Change, International Trade Center UNCTAD/WTO, Geneva).

VAN CAUWENBERGH, N. et al., (2007): SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems." Agriculture, Ecosystems & Environment 120(2–4).

VEREIJKEN, P., (1997): A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. In Developments in Crop Science, eds. M. K. van Ittersum and S. C. van de Geijn: Elsevier.

### **Seznam použitých internetových zdrojů**

ANONYM, Pedosféra. Dostupné z: <http://trojanova.wbs.cz/pedosfera.doc> - online [16. 03. 2016]

ANONYM, Trvale udržitelné zemědělství. Dostupné z: [http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif\\_zemedelstvi/frvs\\_pdf/2\\_TUZ.pdf](http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf) - online [16. 03. 2016]

BABIČKA, L., Využití digestátu jako organického hnojiva aneb výhody bioplynu resortu zemědělství. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/hnojivo.pdf> - online [10. 03. 2016]

HRUDOVÁ, E., (2011): Abinozoologie pro rostlináře. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_sklad/frvs/hrudova/index.htm](http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index.htm) - online [10. 03. 2016]

KOTOUČKOVÁ J., (2010): Co je ekologické zemědělství a jak se liší od konvenčního? Dostupné z: <http://docplayer.cz/1099717-Ekologicke-vs-konveneni-zemedelstvi-obsahy-rizikovych-latek.html> - online [14. 03. 2016]

VÁŇA, J., (2007): Využití digestátů jako organického hnojiva. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-digestatu-jako-organickeho-hnojiva> - online [12. 03. 2016]

ZÁKON č. 242/2000 Sb., Zákon o ekologickém zemědělství. Dostupné z: <http://www.zakony.cz/zakony/2001/1/zakon-053-2001-Sb-vyhlaska-ministerstva-zemedelstvi-kerou-se-provadi-zakon-c-242-2000-sb-o-ekologickem-zemedelstvi-SB2001053/> - online [12. 03. 2016]

# SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

## Seznam obrázků

|   |    |
|---|----|
| Obr. 1 - Základní složení půdy  | 11 |
| Obr. 2 - Degradace půdy   | 13 |
| Obr. 3 - Role půdy v koloběhu uhlíku                                    | 16 |
| Obr. 4 - Vývoj spotřeby minerálních hnojiv v letech 2000 - 2012         | 21 |
| Obr. 5 - Vývoj přípravků na ochranu rostlin a půdy v letech 2000 - 2012 | 24 |
| Obr. 6 – Využití bioplynové stanice                                     | 39 |

## Seznam tabulek

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1 - Přehled významných důsledků intenzivního pěstování rostlin                  | 19 |
| Tab. 2 - Druhy průmyslových hnojiv   | 20 |
| Tab. 3 - Rozdělení herbicidů   | 22 |
| Tab. 4 - Charakteristika konvenčního a ekologického chápání vztahu člověka k přírodě | 26 |
| Tab. 5 - Druhy statkových hnojiv   | 27 |
| Tab. 6 - Priority specifické pro odvětví biotechnologie                              | 35 |
| Tab. 7 – Způsob a dávky hnojení ověřovaných přípravků                                | 44 |
| Tab. 8 – Výnosy rajčat   | 44 |
| Tab. 9 – Výnosy cibule   | 45 |
| Tab. 10 – Výnosy kukuřice na siláž   | 45 |
| Tab. 11 – Výnosy brambor   | 46 |

## **BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE**

**Jméno autora: Soňa Hroníková**

**Obor: Aplikovaná ekologie**

**Forma studia: Kombinované**

**Název práce: Biotechnologie pro udržitelnost zemědělských systémů**

**Rok: 2016**

**Počet stran textu bez příloh: 42**

**Celkový počet stran příloh: 0**

**Počet titulů českých použitých zdrojů: 35**

**Počet titulů zahraničních použitých zdrojů: 19**

**Počet internetových zdrojů: 7**

**Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová Ph.D.**