Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie

Kompostování biologicky rozložitelných odpadů ve městě Přerov

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Bc. Ing. Dana Adamcová, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Martin Čoček

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Kompostování biologicky rozložitelných odpadů ve městě Přerov, vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne ……

Podpis……

PODĚKOVÁNÍ

Velmi děkuji vedoucí mé diplomové práce paní Bc. Ing. Daně Adamcové, Ph.D. za její ochotu, odborné vedení, nápomoc, rady a věnovaný čas. Dále chci poděkovat vedoucímu Technických služeb města Přerov, s. r. o. panu Ing. Bohumilu Střelcovi a vedoucímu kompostárny Přerov – Žeravice panu Bc. Zdeňku Rybkovi za poskytnuté informace a rady. Následně bych chtěl poděkovat Ing. Blance Horákové a Mgr. Janě Basákové za poskytnutou podporu a pomoc. V neposlední řadě mým rodičům za podporu při mém studiu.

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma Kompostování biologicky rozložitelného odpadů ve městě Přerov se věnuje v literární části biologicky rozložitelným odpadům, legislativním předpisům, statistickým údajům, způsobům nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a procesu kompostování.

Praktická část se věnuje způsobům nakládání s biologicky rozložitelnými odpady ve městě Přerov. Zde je popsán a zhodnocen proces v kompostárně Přerov – Žeravice. Následuje dotazníkový průzkum o potencionálním využití vyrobeného kompostu z kompostárny Přerov – Žeravice. Dotazníkový průzkum byl zaměřen na zemědělské podniky nacházející se v blízkosti města Přerov.

Poslední část se věnuje výsledkům testů fytotoxicity odebraných vzorků kompostu. Při testu fytotoxicity byla použitá rostlina hořčice bílí *(Sinapis alba* L.*)*.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kompost, kompostování, biologicky rozložitelný odpad, kompostová zakládka, fytotoxicita, organické látky, rozklad, inhibiční účinek a stimulační účinek.

ABSTRACT

The topic of this thesis is Composting of biodegradable waste in Prerov town. The literary part describes biodegradable waste, legislative regulations, statistic data, biodegradable waste management methods and composting process.

The practical part describes biodegradable waste management methods in Prerov town. There is described and evaluated a process in composting plant in Prerov – Zeravice. After that there is a questioner research how to be potentially use the compost from the composting plant Prerov – Zeravice. The questioner research was focused on agriculture organizations which are closed to Prerov town.

The closing part of this thesis describes fytotoxicity test results of compost collected samples. In the fytotoxicity test a plant *Sinapis alba* L. was used.

KEYWORDS

Compost, composting, biodegradable waste, composting base, fytotoxicity, organic substances, decomposition, inhibitory effect, stimulatory effect.

Obsah

1 ÚVOD 9

2 CÍL PRÁCE 10

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED 11

3.1 Pojmy 11

3.2 Legislativní předpisy odpadového hospodářství 13

3.2.1 Legislativní předpisy České republiky související s biologicky rozložitelnými odpady 14

3.2.2 Legislativní předpisy Evropské unie související s biologicky rozložitelnými odpady 16

3.3 Statistické údaje týkající se produkce a nakládání s odpady 17

3.3.1 Nakládání s komunálním odpadem v letech 2011 – 2015 v České republice 17

3.3.2 Srovnání produkce komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu za období 2011 – 2015 v České republice 18

3.3.3 Produkce kompostu v Evropě 19

3.4 Způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady 20

3.4.1 Aerobní termofilní zpracování 21

3.4.2 Biologické sušení 21

3.4.3 Mechanicko-biologická úprava 22

3.4.4 Anaerobní zpracování (fermentace) 22

3.4.5 Kompostování 23

3.5 Proces kompostování 23

3.5.1 Průběh aerobního kompostování 24

3.5.2 Suroviny pro kompostování 26

3.5.3 Faktory ovlivňující kompostování 26

3.5.4 Technologie kompostování 29

4 PRAKTICKÁ ČÁST 33

4.1 Způsoby nakládání s biologicky rozložitelným odpadem na území města Přerov……...33

4.2 Nádoby na biologicky rozložitelný odpad 34

4.2.1 Třídění biologicky rozložitelného odpadu 36

5 MATERIÁL A METODIKA 37

5.1 Charakter a účel kompostárny Přerov - Žeravice 37

5.1.1 Seznam přijímaných odpadů 38

5.1.2 Technologické vybavení zařízení 39

5.1.3 Zpracování gastroodpadů 40

5.1.4 Náklady na výstavbu kompostárny 40

5.1.5 Technické vybavení zařízení 41

5.1.6 Parametry technického vybavení 43

5.1.7 Limitní koncentrace vybraných rizikových prvků a látek v kompostu……46

5.1.8 Monitorování kompostárny 47

5.1.9 Administrativní postup příjmu odpadu 48

5.1.10 Praktický postup příjmů odpadu 48

5.1.11 Nepřevzetí odpadu 49

5.1.12 Povinnosti obsluhy při příjmu odpadu do zařízení 49

5.1.13 Vedení provozní evidence odpadů 49

5.2 Potencionální zájem o kompost v zemědělství 50

5.2.1 Výhody a nevýhody použití kompostu na zemědělské půdě 50

5.2.2 Dotazníkový průzkum vybraných zemědělských subjektů z okresu Přerov……51

5.3 Popis a realizace pokusu stanovení fytotoxicity u vzorků kompostu 51

5.3.1 Test fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu 51

5.3.2 Testovaná rostlina – hořčice bílá *(Sinapis alba* L.*)* 52
5.3.3 Stanovení vodní kapacity (WHC) testovaného kompostu 52
5.3.4 Pokus s OECD půdou – slepý vzorek 53
5.3.5 Pokusy se vzorky kompostů 55
5.3.6 Měření vzrostlých kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* 57
6 VÝSLEDKY A DISKUZE 59
6.1 Zhodnocení kompostárny Přerov – Žeravice 59
6.2 Výstupy dotazníkového šetření 60
6.3 Vyhodnocení testu fytotoxicity 66
6.4 Porovnání koncentrací kompostu 79
7 ZÁVĚR 82
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 84
9 SEZNAM TABULEK 88
10 SEZNAM OBRÁZKŮ 90
11 SEZNAM ZKRATEK 93
12 PŘÍLOHY 94
13 SEZNAM PŘÍLOH 95

1 ÚVOD

Moderní lidská společnost, produkuje nadměrné množství odpadů a díky tomu se stávají odpady globálním problémem Země, se kterým se musí a bude muset lidské společenství vypořádat pomocí nových technologií a legislativních změn.

Proces kompostování byl prozatím chápán hlavně jako převedení biologicky rozložitelného odpadu na hnojivo. Současný světový trend začal posuzovat vyrobený kompost nejen z hlediska hnojivářského, ale i z pohledu přijatelné suroviny pro životní prostředí. Vyrobený kompost má velmi dobré účinky na zemědělskou půdu, zlepšuje její fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím i její retenční schopnost.

Česká republika produkuje v současné době velké množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu. Díky Směrnici Rady č. 1991/31/ES, o skládkách odpadu, ve znění pozdějších předpisů by mělo být do roku 2020 na 75 % hmotnosti biologicky rozložitelného komunálního odpadu vyprodukovaného v letech 1995 využito.

V posledních letech se začaly umísťovat sběrné nádoby na biologicky rozložitelný odpad v obcích a městech. V některých částech České republiky se začaly stavět kompostárny. Výstavba kompostáren je v současné době podporována dotačními tituly z Operačního programu životního prostředí.

Pro zemědělské podniky, které v nadměrném množství používají anorganická hnojiva na zemědělské půdě, je výsledný produkt z kompostáren kompost nadějí, jak přispět k udržitelnému rozvoji v zemědělství. Může to vést k minimalizaci negativních vlivů na životní prostředí, zejména na půdní fond a zdroje vody. Mimo jiné zabránit degradaci půdy, která vede ke ztrátě živin a organické hmoty.

Jestli se začne v České republice efektivně využívat kompost na zemědělské půdě, je otázkou času a nové generace zemědělců.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce na téma Kompostování biologicky rozložitelných odpadů ve městě Přerov je v literárním přehledu popsat obecnou charakteristikou procesu kompostování biologicky rozložitelných odpadů a pojmy, které s tím souvisejí, dále legislativní předpisy, statistické údaje, způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a kompostovací proces.

V praktické části je popsán současný stav nakládání s biologicky rozložitelnými odpady ve městě Přerov, kde je charakterizována a zhodnocena kompostárna Přerov – Žeravice. Dále praktická část obsahuje dotazníkový průzkum zaměřený na zemědělské podniky v blízkosti města Přerov a výsledky testů fytotoxicity provedených na odebraných vzorcích kompostu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Pojmy

S odpadovým hospodářstvím a biologicky rozložitelnými odpady souvisí celá řada odborných pojmů, které jsou níže definovány.

- **Aerobní kompostování –** probíhá za přítomnosti kyslíku (dále O_2) a dochází při něm k rozkladu organických látek v kompostovaných surovinách. Výsledkem je především převedení nestabilních organických surovin na stabilní produkt (Plíva a kol., 2009).
- **Bioplyn –** hlavním výstupním produktem anaerobního rozkladu biologicky rozložitelných odpadu (dále „BRO“) je bioplyn. Vzniká při biochemických procesech při anaerobní fermentaci BRO rostlinného, živočišného nebo průmyslového původu. Jedná se o bezbarvý, hořlavý plyn, který je tvořen především metanem (dále „CH_4“) a oxidem uhličitým (dále „CO_2“) (Junga a kol., 2015).
- **Bioplynová stanice –** považuje se za biotechnologii, ve které probíhá výroba bioplynu závislá na interakci mezi různými druhy mikroorganismů. K tomu, aby bylo dosaženo stabilního a funkčního procesu s co možnou nejvyšší produkcí CH_4, je důležité vytvořit a udržet příznivé prostředí pro činnost mikroorganismů (Junga a kol., 2015).
- **Biologicky rozložitelný komunální odpad –** patří do skupiny BRO, ale je i kvantitativně významnou skupinou tzv. směsných odpadů. Biologicky rozložitelný komunální odpad (dála „BRKO“) má různorodé vlastnosti, a proto je jeho sběr, zpracování a odstraňování problematické. Nejčastěji vzniká v domácnostech jako kuchyňský odpad, při činnosti obcí vykonávající údržbu veřejné zeleně a parků a také při údržbě soukromých i veřejných zahrad (www.bion.cz).
- **Biologicky rozložitelný odpad –** jakýkoliv odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu (www.zakonyprolidi.cz).

- **Domácí kompostování –** jedná se o systém sběru a shromažďování rostlinných zbytků z domácností a zahrad, jejich úprava a zpracování na kompost probíhající v místě bydliště občana (Voštová, 2009).
- **Homogenita –** stejnorodost fyzikálních vlastností a chemického složení zakládky kompostu. Svědčí o správném zpracování organických surovin procesem kompostování (Plíva. 2004).
- **Humus –** soubor odumřelých organických látek rostlinného i živočišného původu v různém stupni rozkladu. (Plíva, 2004).
- **Kompost –** hnojivo organického původu, vzniklé kompostovacím procesem, drobkovité až hrudkovité struktury, barvy hnědé, šedohnědé až černé, bez nerozpojitelných částic, který má deklarovatelné kvalitativní znaky (Plíva, 2004).
- **Kompostování –** je biologická metoda využívající BRO, které se za kontrolovaných podmínek aerobních procesů a činností mikroorganismů přeměňují na zralý kompost (Borkovcová a Žáková, 2015).
- **Komunální odpad –** veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad (dále „KO“) v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (www.zakonyprolidi.cz).
- **Komunitní kompostování –** je provozováno skupinou osob pocházející z rodinných domů, zahrádkářských osad, škol či obcí, kde výsledný produkt (kompost) je využíván na vlastních pozemcích (Moňok, 2008).
- **Odpad –** odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo má povinnost se jí zbavit (www.zakonyprolidi.cz).
- **Odpad z veřejné zeleně –** jedná se o odpad z veřejné zeleně pocházející z prostranství např. náměstí, nábřeží, alejí, z ulice, záhonů, mobilní zeleně, parků, parčíků, ze zeleně obytných souborů, parkového lesa, lesního parku a veřejné zeleně soukromého subjektu s vyhrazeným režimem (Rajnoch, 2016).
- **Odpadové hospodářství –** činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností (www.zakonyprolidi.cz).

- **Organické látky –** jedná se o sloučeniny uhlíku, vzniklé na základě schopnosti tohoto prvku vytvářet řetězce. Kromě uhlíku bývají přítomny prvky dusíku, vodíku, O_2, síry, fosforu, vápníku, draslíku, hořčíku a dalších (Plíva, 2004).
- **Průmyslový kompost –** vyrábí se průmyslovým způsobem ve speciálních kompostárnách s využitím různých druhů odpadních hnojivých hmot nepocházející ze zemědělské výroby (web2.mendelu.cz).
- **Rekultivační kompost –** rekultivačním kompostem se rozumí stabilizovaný výstup z aerobního zpracování bioodpadu, určený pro udržení nebo zlepšení vlastností půdy, použitelný mimo zemědělskou a lesní půdu (www.kompostuj.cz).
- **Zakládka –** směsice surovin organického původu, založených ve stejném čase na daném místě (Plíva, 2004).
- **Zemědělský odpad –** odpady ze zemědělské výroby lze rozdělit do dvou skupin. Jednou z nich jsou BRO z rostlinné a živočišné výroby, např. sláma, posklizňové zbytky, chlévská mrva, kejda, moč hospodářských zvířat, které slouží k podpoře zemědělské výroby. Další jsou agrochemické odpady např. zemědělská hnojiva (www.vitejtenazemi.cz).

3.2 Legislativní předpisy odpadového hospodářství

Legislativa odpadového hospodářství se v Československé republice začala tvořit až po roce 1989. Prvním právním předpisem upravujícím hospodaření s odpady byl zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů a na něj navázaly další zákony, nařízení vlády a vyhlášky Ministerstva životního prostředí (dále „MŽP“). O šest let později byl nahrazen zákonem č. 125/1997 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů. V roce 2001 vznikl zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů, který nahradil předchozí právní předpis kvůli požadavkům Evropské Unie (dále „EU“) a plně neodpovídal praxi. Ve stejném roce byl přijat také zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, ve znění pozdějších právních předpisů.

V roce 2008 byla vydána prováděcí vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobném nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, ve znění pozdějších právních předpisů. (Junga a kol., 2015)

3.2.1 Legislativní předpisy České republiky související s biologicky rozložitelnými odpady

Legislativa České republiky (dále „ČR“) má řadu zákonů, vyhlášek a vládních nařízení, které se vztahují k BRO. Mezi nejvýznamnější zákon patří zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů a také zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších právních předpisů.

3.2.1.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů

Tvoří základní právní normu, která v ČR upravuje problematiku odpadového hospodářství. Zákon jednoznačně upřednostňuje využití odpadů před jejich odstraněním. *„Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost v mezích daných tímto zákonem zajistit přednostní využití odpadu, před jejím odstraněním. Materiálové využití má přednost před jiným využitím odpadu (zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech)“.* Podle tohoto zákona můžeme jakoukoliv technologii pro nakládání BRO považovat za technologii využívající odpad. Žádný právní předpis ale neuvádí, která zařízení jsou vhodná pro nakládání s tímto druhem odpadu.

Novela zákona č. 229/2014 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů, přinesla také povinnost obcím zavést sběr BRO (Malaťák a Vaculík, 2008).

K zákonu o odpadech patří řada vyhlášek a nařízení vlády, které se vztahují k problematice BRO a kompostování. Mezi nejdůležitější patří:

- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpadem, ve znění pozdějších právních předpisů,
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 341/2008 Sb., o podrobném nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládku a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobném nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady), ve znění pozdějších právních předpisů,
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů, ve znění pozdějších právních předpisů,
- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně

vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších právních předpisů (dále „vyhláška č. 294/2005 Sb.),

V třetí části § 18 vyhlášky č. 294/2005 Sb. je uvedeno postupné snižování množství BRKO ukládaného na skládky. Množství BRKO ukládaného na skládky se má do roku 2010 snížit na 75 %, do roku 2016 na 50 % a do roku 2020 na 35 % v porovnání s celkovým množstvím vzniklého BRKO v roce 1995.

- vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, ve znění pozdějších právních předpisů,
- nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024 (www.portal.gov.cz).

3.2.1.2 Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších právních předpisů

Podle zákona o hnojivech nesmějí být při používání hnojiv vnášeny do půdy rizikové prvky nebo rizikové látky v množství, které pro hnojiva a pomocné látky stanoví ministerstvo prováděcím právním předpisem (www.portal.gov.cz). Podle odst. 9 tohoto zákona nesmí být kompost používán na zemědělské nebo lesní půdě, jestli jeho způsob použití nepokryje rovnoměrně půdu. Při aplikaci kompostu na zemědělskou nebo lesní půdu se musí vést řádná evidence kompostu (Plíva a kol., 2009).

K zákonu o hnojivech se vztahuje několik vyhlášek, které se věnují kompostování a kompostu. Mezi nejdůležitější patří:

- vyhláška Ministerstva zemědělství č. 475/2000 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 273/1998 Sb., o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv, ve znění pozdějších právních předpisů,
- vyhláška Ministerstva zemědělství č. 209/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění vyhlášky č. 401/2004 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů (www.portal.gov.cz).

3.2.2 Legislativní předpisy Evropské unie související s biologicky rozložitelnými odpady

Cílem EU v oblasti odpadového hospodářství je sladění práva členských státu EU tak, aby mohlo být dosaženo společného cíle. Jednotlivé směrnice musí být státy EU transponovány a aplikovány během daného časového období od přijetí právního předpisu nebo jeho novelizace. Každý členský stát musí do své legislativy přijmout požadavky vyplývající se směrnice EU. Mezi nejdůležitější patří:

- Směrnice Rady 1999/31/ES, o skládkách odpadů,

Tento legislativní předpis stanovil jako první požadavky na snížení množství ukládaného BRO na skládky. Prioritou je materiálové využívání BRO.

- Pracovní dokument Biologického zpracování bioodpadu (II. návrh směrnice), hlavními důvody pro sepsání tohoto dokumentu byly:

1) naplnění požadavků Směrnice Rady 1999/31/ES, o skládkování odpadů,
2) podpora programů zabývající se recyklací BRO a také dosažení evropského rozvoje kompostování,
3) nastavení celoevropských podmínek a limitů pro trh s komposty,
4) zajištění používání kompostu v ekologickém zemědělství v budoucnu,
5) vytváření legislativy pro méně obvyklé způsoby zpracování odpadů např. mechanicko-biologická úprava odpadů:

Cílem dokumentu je podpora biologického zpracování BRO za účelem snížení jejich negativních vlivů na jednotlivé složky životného prostředí a ochrana půdy při používání zpracovaných BRO (Malaťák a Vaculík, 2008).

- Nařízení Komise (EU) č. 1357/2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic (www.envigroup.cz),
- Nařízení Komise (EU) č. 9/2015, kterým se mění nařízení (EU) č. 142/2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a provádí směrnice Rady 97/78/ES, pokud jde o určité vzorky a předměty osvobozené od veterinárních kontrol na hranici podle uvedené směrnice,

- Nařízení Komise č. 181/2006, kterým se provádí nařízení č. 1774/2002, pokud jde o organická hnojiva a půdní přípravky s výjimkou hnoje, a o změně uvedeného nařízení,
- Nařízení Komise č. 208/2006, kterým se mění přílohy 6 a 8 nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1774/2002, pokud jde o normy zpracované pro zařízení na výrobu bioplynu a kompostování a požadavků na hnůj,
- Nařízení Komise č. 208/2006, kterým se mění nařízení č. 809/2003 a nařízení č. 810/2003, pokud jde o prodloužení platnosti předchozích opatření týkajících se zařízení na kompostování a výrobu bioplynu podle Evropského parlamentu a Rady č. 1774/2002 (eur-lex.europa.eu).

3.3 Statistické údaje týkající se produkce a nakládání s odpady

Českým statistickým úřadem bylo zjištěno, že produkce odpadů v ČR činila v roce 2015 26,9 milionů · 10^3 kg. Jedná se o výrazný 13 % nárůst oproti roku 2014, kdy produkce odpadů činila 23,8 milionů · 10^3 kg. V období 2015 bylo z KO celkem 47,2 % odpadu využito. Množství zkompostovaného odpadu z celkového množství využitelného odpadu činilo pouhých 8,9 % (www.czso.cz).

3.3.1 Nakládání s komunálním odpadem v letech 2011 – 2015 v České republice

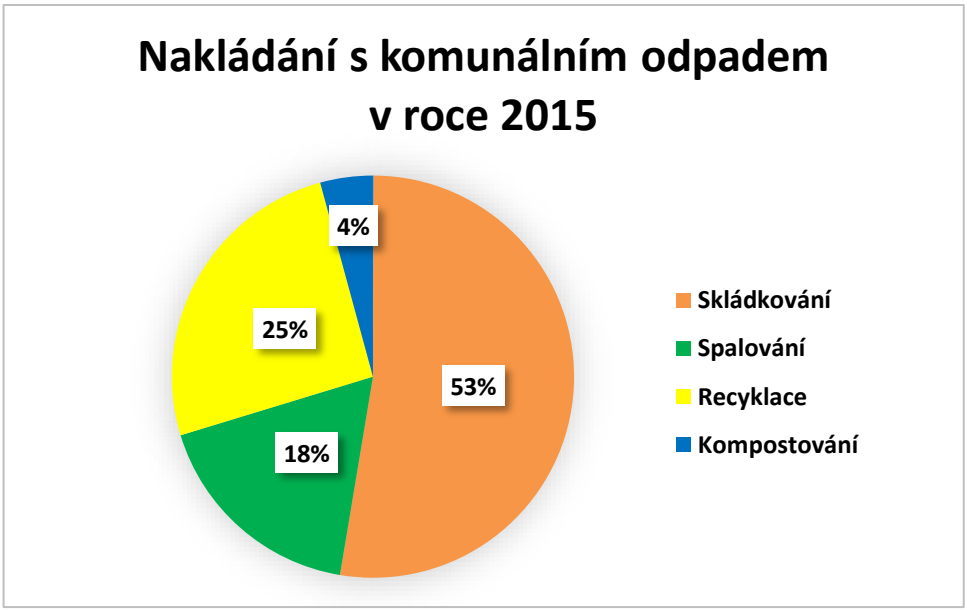
V roce 2011 bylo nakládáno s 3,3 milionů · 10^3 kg KO na území ČR (zaokrouhleno). Tohle číslo se může lišit od produkce KO z důvodu vývozu a dovozu odpadů do ČR. Z 3,3 milionů · 10^3 kg KO bylo 2 167 041 · 10^3 kg skládkováno, 607 222 · 10^3 kg spáleno s využitím tepla, 2618 · 10^3 kg spáleno bez využití tepla, 495 695 · 10^3 kg recyklováno a 73 762 · 10^3 kg kompostováno. Za sledované období se množství KO ukládaného na skládky snížilo o 411 603 · 10^3 kg a množství odpadů spalovaných s využitím tepla se snížilo o 21 438 · 10^3 kg oproti rok 2015. Zintenzivnilo se kompostování o 67 432 · 10^3 kg, spalovaní bez využití tepla o 1394 · 10^3 kg a recyklace o 355 212 · 10^3 kg. I přesto že se množství skládkovaných odpadů snižuje, patří skládkování mezi nejrozšířenější způsob nakládání s KO v ČR (www.czso.cz).

Způsoby nakládání s KO na území ČR za období 2011 – 2015 jsou zobrazena v (Tab. č. 1).

Tab. č. 1 – *Nejběžnější způsoby nakládání s komunálním odpadem v České republice (10^3 kg) v letech 2011 – 2015 (www.czso.cz, upraveno Čoček, 2016)*

Nakládání s KO v ČR	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Skládkování	2 167 041	1 827 868	1 815 103	1 826 974	1 755 438
Spalování s v. tepla	607 222	651 563	628 413	600 147	585 784
Spalování bez v. tepla	2618	2834	2696	4008	4012
Recyklace	495 695	665 279	685 920	736 022	850 907
Kompostování	73 762	85 099	96 101	93 429	141 194

Graf (viz Obr. č. 1) znázorňuje nakládání s KO v roce 2015 v ČR. Jak je z grafu patrné, více než polovina KO v ČR se v roce 2015 skládkovala, oproti tomu způsob kompostování představovalo pouhé 4 % způsobu nakládání s KO.



Obr. č. 1 – *Nakládání s komunálním odpadem v České republice v roce 2015 (www.czso.cz, upraveno Čoček, 2016)*

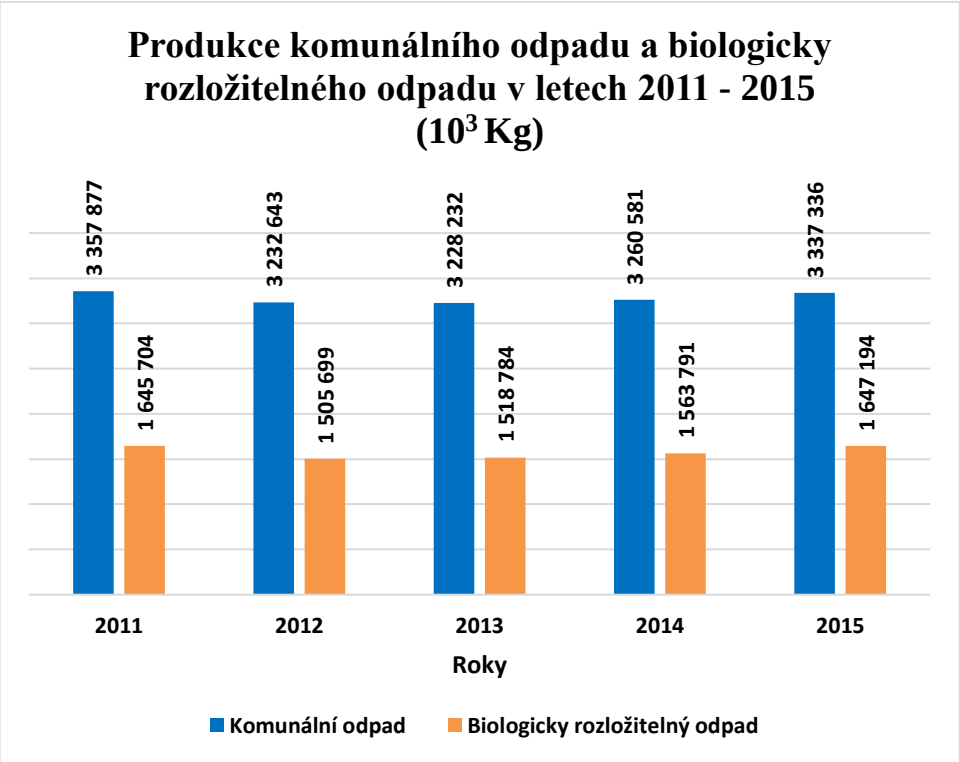
3.3.2 Srovnání produkce komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu za období 2011 – 2015 v České republice

V roce 2011 bylo v ČR vyprodukováno 3 357 877 · 10^3 kg KO a 1 645 704 · 10^3 kg BRO. V následujícím roce 2012 se produkce KO snížila na 3 232 643 · 10^3 kg a v roce

2013 bylo vyprodukováno 3 228 232 · 10^3 kg. Zatímco v letech 2014 se produkce KO zvýšila na 3 260 581 · 10^3 kg, v roce 2015 se množství vyprodukovaného KO zvýšilo o další 2,3 % na 3 337 336 · 103 kg oproti roku 2014. U BRO nastal v roce 2012 mírný pokles na 1 505 699 · 10^3 kg. Od roku 2013 se množství BRO zvýšilo na 1 518 784 · 10^3 kg a v roce 2014 činilo 1 563 791 · 10^3 kg. V roce 2015 byla produkce BRO ze všech sledovaných let nejvyšší a dosahovala 1 647 194 · 10^3 kg.

Celkově lze říci, že produkce KO za období 2011 – 2015 se snížila o 20 541 · 10^3 kg a u BRO došlo k nárůstu o 1 490 · 10^3 kg (www.czso.cz).

Graf (viz Obr. č. 2) znázorňuje produkci KO a BRO v letech od 2011 do 2015 v ČR. Nejméně KO se vyprodukovalo v roce 2013 a BRO v roce 2012.



***Obr. č. 2** – Produkce komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu v letech 2011 - 2015 v České republice (10^3 kg) (www.czso.cz, upraveno Čoček, 2016)*

3.3.3 Produkce kompostu v Evropě

Česká republika v produkci kompostu na obyvatele vyprodukovala v roce 2002 pouze 1 kg kompostu na osobu. Od této doby se množství kompostu zvýšilo na 9 kg kompostu na osobu v roce 2014. I přesto spadá ČR k zemím v Evropě, kde je nejnižší produkce kompostu. V žebříčku za ČR je pouze Chorvatsko a Turecko. V nejlepší šestce

se nachází Rakousko, Holandsko, Lucembursko, Švýcarsko, Dánsko a Německo. Tyto země vyprodukovaly v roce 2014 více jak 100 kg kompostu na osobu. Celková produkce kompostu na osobu v Evropě činila cca 76 kg v roce 2014 (www.czso.cz).

Data o vývoji v produkci kompostu vzniklého kompostováním biologické složky KO z patnácti států nacházející se v Evropě jsou uvedena v Tab. č. 2. Z údajů je patrné, že státy Západní Evropy kompostují BRO lépe než ostatní státy Evropy.

Tab. č.2 – *Vývoj v produkci kompostu v Evropě v letech 2002 – 2014 (www.czso.cz, upraveno Čoček, 2016)*

Kg/obyvatele	**2002**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Česká republika	1	3	5	5	7	7	8	9	9
Chorvatsko	-	4	3	3	3	3	6	7	8
Dánsko	99	135	110	130	130	111	114	122	132
Francie	68	80	87	89	91	88	87	88	87
Holandsko	147	147	142	145	139	141	140	137	143
Lucembursko	101	134	138	135	133	120	128	111	114
Německo	92	94	98	102	101	106	110	106	106
Norsko	55	73	72	74	73	73	66	78	68
Polsko	6	10	10	18	21	25	30	32	30
Rakousko	242	200	202	186	182	188	196	192	175
Rumunsko	0	0	0	0	32	22	29	23	20
Slovenská republika	6	14	12	12	11	13	15	13	17
Švýcarsko	99	123	121	120	118	107	106	122	153
Turecko	6	5	4	4	3	4	2	2	2
Velká Británie	24	65	71	73	76	78	75	77	79

3.4 Způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

V současné době se při nakládání s BRO využívá v podstatě pěti základních biologických principů. Tyto principy jsou založeny na metabolických aktivitách mikroorganismů a některé na vzájemném působení mezi bezobratlými živočichy a mikroorganismy. Výsledkem procesů je látková přeměna organických látek nebo

jejich energetické využití. Biologické principy mají zároveň za následek snížení hmotnosti a objemu odpadů, hygienizaci odpadů a omezení úniku skleníkových plynů do zemské atmosféry.

Nejvíce využívaným způsobem při nakládání s BRO je v současnosti kompostování. K rychlé hygienizaci zemědělských odpadů a kalů z čistíren odpadních vod (dále „ČOV“) se využívá aerobní termofilní zpracování. Na kaly a BRO se používá taky biologické sušení. Velmi zastaralou ale značně využívanou metodou v dřívější době v Německu byla mechanicko-biologická úprava KO, která je založena na kombinaci fyzikálních a biologických (aerobních a anaerobních) postupech. Velký rozvoj zaznamenala v poslední době výstavba bioplynových stanic. Jedná se o anaerobní technologii zaměřenou na energetické využití BRO (Junga a kol., 2015).

3.4.1 Aerobní termofilní zpracování

Nekontaminované kaly z ČOV a organické odpady ze zemědělské výroby mohou být materiálově použity k výrobě organického hnojiva. Odpad je v betonových fermentorech nebo v mobilních kontejnerech provzdušňován, zahříván na teplotu 50 °C a to po dobu čtyřech až sedmi dní. Tato technologie slouží především k potlačení aktivity choroboplodných mikroorganismů, surovina však není biologicky ustálená, protože v ní zůstává ještě větší část rozložitelných organických látek (Tesařová a kol., 2010).

3.4.2 Biologické sušení

Jde o aerobní biotechnické zpravování organických odpadů. Převážně BRO a kaly se uskladňují do kontejnerů, kde je neovlhčená surovina neustále promíchána a provzdušňována. Během jednoho týdne je lehce rozložitelná část BRO mikroorganizmy rychle rozložena. Teplota dosahuje až 70 °C a BRO je postupně vysoušen proudem vzduchu. Podíl organických látek je snížen velmi málo a výsledný produkt si zachovává dobrou výhřevnost. Z produktu je odebráno sklo, kovy, anorganické součásti a využívá se jako sypké palivo nebo se upravuje na brikety (Tesařová a kol., 2010).

3.4.3 Mechanicko-biologická úprava

Měla by probíhat před uskladněním odpadu na skládku, je založena na kombinaci fyzikálních a biologických postupech. Při mechanicko-biologické úpravě (dále „MBÚ“) se zpracovává směsný komunální odpad, zbytkový komunální odpad nebo jakýkoliv BRO nevhodný pro anaerobní zpracování a kompostování. Cílem je, aby skládkovaný materiál měl minimální vliv na složky životního prostředí (dále „ŽP“) a případně může technologie sloužit pro výrobu bioplynu. Technologické postupy MBÚ zahrnují drcení, prosévání, třídění odpadu do tří kategorií:

- složky recyklovatelné, případně s vysokou výhřevností,
- složky inertní, případně narušující biologickou úpravu odpadů,
- složky biologicky rozložitelné.

Při biologické úpravě se nejčastěji používají aerobní postupy. Shromážděný BRO je provzdušňován. Doba úpravy trvá 5 až 15 měsíců v závislosti na složení organického odpadu. Rozklad organických látek probíhá nejintenzivněji v prvních deseti týdnech a další biologický rozklad probíhá pomaleji. Po ukončení procesu zůstane v odpadu asi 30 % z původního obsahu organických látek. Rozkladný proces je ovlivněn především stupněm aerace odpadů.

V průběhu aerobních fází jsou rozkládány obtížně rozložitelné organické látky, např. lignin. V poslední etapě dochází k změně organických sloučenin na bioplyn (Kizlink, 2014).

3.4.4 Anaerobní zpracování (fermentace)

Bioplynové stanice můžeme považovat za biotechnologie, ve kterých je výroba bioplynu závislá na vztazích mezi mikroorganizmy. K tomu, aby bylo dosaženo v procesu co nejvyšší produkci CH_4, je důležité vytvořit a udržet vhodné prostředí pro činnost místních mikroorganizmů. Použitá technologie a konstrukce fermentoru závisí prvotně na vstupní surovině, která má být zpracována. V procesu anaerobní fermentace dochází k hydrolýze, acidifikaci, acetogenezi a metanogenezi.

- **Hydrolýza:** je prvním krokem v průběhu anaerobní fermentace. Dochází k štěpení složitých organických látek na jednodušší organické látky. V průběhu hydrolýzy jsou lipidy, proteiny, nukleové kyseliny a sacharidy štěpeny enzymy produkovanými hydrolytickými mikroorganizmy na glukózu, pyridin, glycerol a purin. Produkty hydrolýzy jsou dalšími mikroorganizmy rozkládány.

- **Acidogeneze:** během acidogeneze jsou produkty rozkládány mikroorganizmy na produkty využitelné při metanogenezi. Aminokyseliny, monosacharidy a mastné kyseleny jsou rozkládány na vodík, aceton, CO_2, alkoholy a těkavé mastné kyseliny.
- **Acetogeneze:** produkty acidogeneze, které nemohou být přímo přeměněny při metanogenezi na CH_4, jsou štěpeny v průběhu acetogeneze. Alkoholy a těkavé mastné kyseliny jsou oxidovány na vodík, acetát a CO_2, které jsou využity při metanogenezi. Vysoká produkce vodíku inhibuje metabolismus acetogenních mikroorganizmů a metanogenní mikroorganizmy přemění vodík na CH_4. Acetogeneze a metanogeneze musí probíhat jako symbióza dvou organizmů.
- **Metanogeneze:** produkce CH_4 a CO_2 z meziproduktů předchozích fází anaerobní fermentace probíhá díky činnosti metanogenních mikroorganizmů. Sedmdesát procent CH_4 je vyprodukováno přeměnou kyseliny octové a třicet procent přeměnou CO_2 a vodíku. Jedná se o nejpomalejší fázi, která je silně ovlivněna provozními podmínkami. Na proces metanogeneze má vliv především vstupní surovina, dávkování vstupní suroviny, pH a teplota.

Výsledným produktem bioplynových stanic je bioplyn a fermentační zbytek (Junga a kol., 2015).

3.4.5 Kompostování

Je aerobní biologicky rozložitelný proces, jehož cílem je co nejhospodárněji a nejrychleji rozložit organické látky v kompostovatelných surovinách a odpadech a převést na stálé humusové látky které jsou základem pro úrodnost půdy. Pro kompostování jsou příznivé suroviny, které obsahují rostlinné živiny a rozložitelné organické látky (Filip a kol., 2002). Více o kompostování v kapitole 3.5.

3.5 Proces kompostování

Jde o aerobní proces, jehož produktem je zpravidla stabilizovaný kompost. Výsledkem kompostování je biologický rozklad organických hmot účinkem aerobních mikroorganizmů v kombinaci s hydrolýzou a oxidací. Zastoupení mikroorganismů není stálé a závisí na stupni humifikace kompostovaného materiálu a složení kompostu. Humifikačních procesů se zúčastňují hlavně heterotrofní mikroorganizmy. Okolní

prostředí využívají pro svůj růst jako zdroj O_2 a uhlíku. Mikroorganizmy odbourávají část organických látek a část z nich oxidují na konečné produkty s malým obsahem energie. Zdroj energie pro svůj metabolizmus zajistí mikroorganizmy štěpením vazeb a zároveň biogenních prvků pro svůj vývoj a růst. Biodegradaci podléhají nejprve sacharidy, bílkoviny a organické kyseliny. Rozklad polysacharidů je pomalejší a začíná nejprve rozklad chemicky složitých látek na jednoduché složky. Poměrně stabilní složkou je lignin, který tvoří 30 % rostlinného materiálu.

Účelem kompostování není úplný biologický rozklad všech složek, ale stabilizace biologického materiálu. Materiál již nepodléhá prudkému biologickému rozkladu a nezačnou v něm patogenní procesy jako hniloba a podobně. Biologicky stabilizovaný materiál již neohrožuje žádným způsobem vodu, půdu a ovzduší. Nevykazuje znaky fytotoxicity a je možné ho aplikovat do zemědělské půdy.

Při kompostování je důležité zajistit dobré provzdušnění kompostovaného materiálu. Vzduch je základní podmínkou aerobního procesu. Výstavbou speciálních zařízení, která slouží především k efektivnímu a nepřetržitému kompostování, se proces kompostování zefektivňuje (Váňa a kol., 2009).

3.5.1 Průběh aerobního kompostování

Průběh kompostování je, až na malé výjimky, u všech způsobů aerobního kompostování stejný. Materiál pro založení kompostu se musí rozdrtit na částice do několika milimetrů, promíchat a zhomogenizovat. Z takto připravené směsi se vytváří kompostová zakládka.

Mikroorganismy se běžně nachází v zakládané směsi a při vytvoření vhodných podmínek se začnou množit. Jen ve výjimečných případech se mikroorganismy do kompostu očkují.

V procesu kompostování nelze ale přesně určit jednotlivé časové úseky pro rozklad. Kompostování lze však rozdělit do třech základních fází, které jsou od sebe snadno rozpoznatelné. (Junga a kol., 2015)

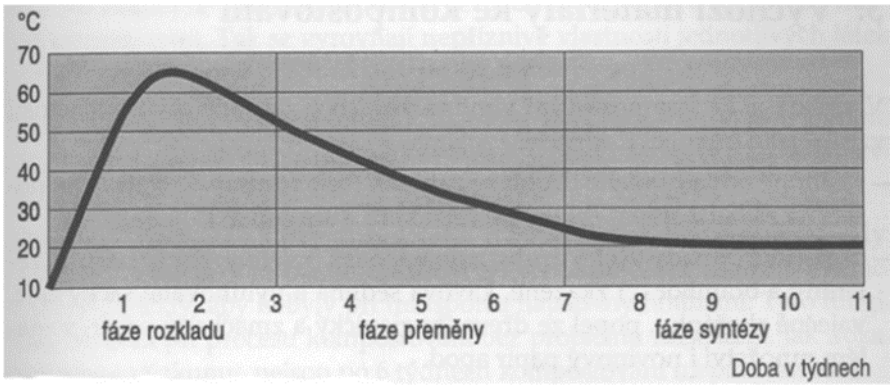
3.5.1.1 První fáze – rozkladná mineralizace

Fáze mineralizace trvá přibližně tři až čtyři týdny, rozkládají se lehce rozložitelné sloučeniny jako například bílkoviny, cukry a škrob. Nastává vysoký růst teploty činností mikroorganismů, kteří rozkládají celulózu a další součásti dřevní hmoty. Teplota v této

fázi stoupá podle výchozího materiálu na 50 až 70 ºC. Vlivem vysokých teplot jsou ničeny patogenní organismy a dochází k hygienizaci kompostu. Materiál je rozložen na CO_2, dusičnany, čpavek, polysacharidy a aminokyseliny. Živiny poutané v organické hmotě se uvolňují a z určité části přecházejí až do původní minerální formy. (Kalina, 2016)

3.5.1.2 Druhá fáze – přeměnná

Druhá fáze nastává od třetího až čtvrtého týdne, kdy teplota postupně klesá ze 40 °C na 25 °C a trvá do sedmého až osmého týdne (Obr. č. 3). Termofilní bakterie jsou nahrazeny jinou skupinou mikroorganizmů, plísněmi a může se objevit nenáročný hmyz. Teplota začíná postupně klesat a minerální živiny jsou zabudovány do humusového komplexu. Původní pach, vzhled a struktura hmoty se ztrácí. Jednotlivé částice se dále rozpadávají, kompost dostává hnědou barvu a má lehkou vůni po lesní zemině. Pokračuje další pokles objemu a hmoty. Z hmoty ubude dalších 10 %. Na konci druhé fáze lze kompost použít jako hnojivo (Váňa a kol., 2009).



Obr. č. 3 – *Fáze a teploty fermentace (www.web2.mendelu.cz, 2016)*

3.5.1.3 Třetí fáze – dozrávání kompostu

Teplota založeného kompostu klesá na teplotu okolí. V kompost se vyskytují žížaly, stonožky, svinky, roztoči, hmyz a malí živočichové. Dochází k vytvoření vazeb mezi organickými a anorganickými látkami v kompostu a ke tvorbě stabilizovaného a kvalitního humusu. Ve třetí fázi dochází jen k nepatrnému poklesu hmotnosti. Celkový pokles hmotnosti od počátku kompostování činí 50 %.

Délky jednotlivých fází kompostování se mohou lišit jednak podle kompostovaného materiálu, dále vlastními podmínkami kompostování, ročním obdobím a dalšími faktory (Junga a kol., 2015).

3.5.2 Suroviny pro kompostování

Kompostováním můžeme zpracovat prakticky všechny materiály podléhající biodegradaci. Mezi odpady zpracovávané v kompostárně lze uvést:

- odpady u údržby veřejné i soukromé zeleně (tráva, listí, větve stromů a keřů),
- odpady ze sklizně obilí, chmele, ovoce, zeleniny,
- třísky, piliny, dřevěný popel,
- trus, kejda, chlévská mrva,
- sláma, seno,
- kávová sedlina a skořápky,
- odpady z potravinářství,
- kaly z ČOV,
- kožedělné odpady, srst, vlna,
- podestýlka zvířat.

Velkou část tvoří také BRO, které jsou součástí KO nebo jsou odděleně sbírány. V ČR se uvádí produkce BRO na 100 až 150 kg na osobu za rok (Mach, 2008).

3.5.3 Faktory ovlivňující kompostování

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující kompostování patří: vlhkost, vzdušnost (O_2), poměr C:N, chemické složení, teplota, pH, mikrobiální aktivita, pórovitost, zrnitost a velikost částic (Kuraš, 2014).

3.5.3.1 Vlhkost

Vlhkost kompostu se pohybuje kolem 40 %. Póry materiálu jsou ze 70 % zaplněny vodou. Nedostatečná vlhkost kompostu neumožňuje život mikroflóry, v důležité hydrologické reakci, ale mohou probíhat některé nežádoucí chemické reakce. Uvolněným reakčním teplem může v materiálu probíhat pyrolýza a suchá destilace. To může mít za následek až samovznícení materiálu. Toto nebezpečí se ještě zvyšuje u technologií, u kterých se do nepohyblivé vrstvy přidává vzduch.

Z kvalitativního hlediska jsou tyto procesy nežádoucí z důvodu nadměrné mineralizace kompostu na úkor jeho humifikace.

Nadměrná vlhkost kompostu není rovněž žádoucí z důvodu nadměrného výparu, což odvádí značnou část energie a kompost se ochlazuje. Činnost termofilních mikroorganizmů se nerozvine a biologické procesy se mohou přeměnit v kvašení. Voda může extrahovat látky ze zpracovaného materiálu a může způsobit nepříjemný zápach kompostu.

Nicméně je lepší vyšší vlhkost kompostu, než nižší. Vyšší vlhkost se časem volným odparem bezprostředně upraví a kompostovací proces začne při dosažení optimální vlhkosti. Při nadměrné vlhkosti kompostu můžeme použít kůru, piliny, slámu.

Vhodná vlhkost se zjistí zmáčknutím kompostu v dlani. Suchý kompost se po zmáčknutí rozsýpá a z mokrého teče voda. Kompost s optimální vlhkostí má houbovitou strukturu, kape z něj jenom pár kapek vody a po otevření dlaně drží strukturu (Junga a kol., 2015).

3.5.3.2 Vzdušnost

Kompostování je aerobní proces s mikroorganismy, které vyžadují dostatek O_2. Proto je velmi důležité správné provzdušnění kompostové zakládky (Junga a kol, 2015). Největší potřeba O_2 je v počáteční fázi, kdy mikroorganismy spotřebovávají velké množství látek. Materiál musí být kyprý, aby do něj mohl vzduch proudit. Při sedání se zmenšují póry pro vzduch a zakládku je potřeba provzdušnit (Kalina, 2016).

3.5.3.3 Hodnota pH

Za ideální lze považovat pH 6,5 až 8. Při poklesu hodnoty pH pod 6 dochází k úhynu většiny mikroorganismů, čímž se zpomaluje proces rozkladu organických látek. Jestli hodnota pH vystoupí nad 8,5, dochází k přeměně dusíkatých sloučenin na amoniak. V počáteční fázi kompostovacího procesu je hodnota pH okolo 5 v důsledku tvorby organických kyselin. V této fázi se v kompostové zakládce nachází hlavně plísně a houby tolerantní vůči kyselému prostředí. Krátce nato jsou kyseliny rozkládány mikroorganismy a pH stoupá k neutrálním hodnotám. Hlavní roly při rozkladu organických látek v neutrálním či mírně zásaditém prostředí mají bakterie (Plíva, 2006).

3.5.3.4 Poměr C:N

Dalším významným faktorem, který ovlivňuje rychlost mikrobiálního rozkladu je správná kombinace živin (obsah uhlíku a dusíku). Uhlík tvoří zdroj energie pro mikroorganizmy. Dusík je kritickou složkou bílkovin a biomasa obsahuje více jak 50 % bílkovin. Když je této složky nedostatek nenastává další růst mikroorganizmů a proces kompostování se zastavuje nedostatkem mikroorganizmů. Při nadměrném množství dusíku se rozklad zrychluje a zvyšuje se spotřeba O_2. Nedostatek O_2 v důsledku rychlého rozkladu způsobuje tvorbu zápachu kompostu.

Optimální poměr C:N je okolo 30:1. Poměr C:N zásadně ovlivňuje činnost mikroorganizmů a při optimálních hodnotě je proces degradace kratší. Poměr C:N není stálý, v průběhu procesu kompostování se mění (Kebíšek, 2008).

3.5.3.5 Chemické složení

V procesu kompostování musí být v prvé řadě vhodný poměr organických a anorganických látek. Huminifikace organického podílu probíhá pomaleji v případě velkého přebytku anorganických látek. Důležité je, aby organické látky obsahovaly dostatečný podíl bílkovin a cukru. V tom případě se může proces kompostování účinně a rychle rozběhnout. Při rychlém nastartování procesu kompostování se nabourají i obtížně rozložitelné organické látky a jejich rozpad se v dalších fázích procesu kompostování urychlí. Pokud substrát obsahuje těžko rozložitelné suroviny s převahou biologicky stabilních látek, tak huminifikace probíhá velmi pomalu (Junga a kol., 2015).

3.5.3.6 Pórovitost, zrnitost a velikost částic

Struktura a pórovitost souvisejí s fyzikálními vlastnostmi surovin, jakými jsou např. konzistence, velikost částic a tvar. Mohou ovlivnit kompostovací proces tím, že určují množství přítomného vzduchu v hromadě. Struktura a pórovitost je dána surovinou, mírou nadrcení nebo promícháním surovin. Výskyt větších a stejnorodých částic v hromadě kompostu zvyšuje její pórovitost. Struktura vypovídá o pevnosti částic, tedy o jejich odolnosti proti procesu zhutnění. Dobrá struktura brání snižování pórovitosti ve vlhkém prostředí zakládky. Menší částice mají větší povrchovou plochu než objem a mohou být vystaveny výraznějšímu působení mikroorganismů, což urychluje proces kompostování. Menší částice zlepšují izolační schopnost hromady

a jsou výsledkem lepší homogenity vstupních surovin. Nejlepších výsledků v procesu kompostování bylo docíleno u částic o velikosti 20 až 50 mm (Plíva, 2006).

3.5.3.7 Teplota

V procesu kompostování není teplota uvnitř kompostované hmoty všude stejná. V otevřeném systému v zakládkách může teplotní gradient dosahovat až 50 °C, naopak v reaktorovém systému, kde se recykluje horký vnikající vzduch, není teplotní gradient vyšší než 5 °C. Důsledkem těchto gradientů jsou rozdílné rychlosti rozkladu, ale i rozdílné množství mikroorganismů. Při teplotě 2 až 45 °C je vysoká biodiverzita, od 45 do 55 °C je nejvyšší rychlost biologického rozkladu a nad 55 °C je nejvyšší rychlost potlačení aktivity patogenů (Kuraš, 2014).

3.5.3.8 Mikrobiální aktivita

Bakterie a nižší houby tvoří hlavní podíl mikroorganismů a jsou hlavními činiteli rozkladu organické hmoty. Jejich aktivita a činnost je závislá na výše jmenovaných fyzikálních a chemických faktorech. Aby bylo dosaženo vysokého biologického rozkladu, je třeba optimalizovat tyto podmínky tak, aby vyhovovaly co nejlépe rozkladné činnosti přítomných mikroorganizmů (Plíva, 2006).

3.5.4 Technologie kompostování

Průběh kompostovacího procesu je až na malé odchylky u všech technologií kompostování stejný. Z technologického hlediska můžeme technologie pro kompostování BRO rozdělit na:

- kompostování na volné ploše (v pásových hromadách a plošných hromadách),
- kompostování s nuceným provzdušňováním (v biofermentorech, provzdušňovaných žlabech nebo boxech, na plochách),
- kompostování ve vacích,
- vermikompostování (Plíva a kol., 2016).

3.5.4.1 Kompostování na volné ploše

Patří mezi nejrozšířenější způsoby kompostování v ČR. Díky dotacím z EU vznikají další a další kompostárny, které kompostují na volné ploše.

Kompostování v plošných hromadách: Patří mezi nejstarší kompostovací technologii. V předešlých letech se uplatňovalo především z důvodu, že nebyla vhodná mechanizace pro zakládání pásových hromad. Plošné hromady se budovaly s výhodou na konci pole. Kompost byl zakládán do výšky půl metru, byl zavlažován především močůvkou a zakládal se z vrstev slámy, chlévské mrvy a dalších odpadů. Kompost se převrstvoval pluhem, horní vrstva se zpracovávala dolů. Plocha, která takto vznikla, byla po dobu 2 až 3 let využívána k pěstování krmných plodin a teplomilné zeleniny. Překopávání kompostu částečně nahrazovalo obdělávání těchto plodin. Po 2 až 3 letech se kompost rozvezl na zbývající část pozemku.

V současnosti je kompostování v plošných hromadách využíváno na velkých kompostárnách u městských aglomerací, kde je zpracováváno velké množství BRO. Zakládají se do výšky 5 m, jsou překopávány překopávači, s pracovním ústrojím a kompost je přehazován a vrstven na nové stanoviště (Altmann, Vaculík a Mimra, 2010).

Kompostování v pásových hromadách: Kompostované suroviny se zakládají do pásových hromad, lichoběžníkového nebo trojúhelníkového průřezu na zabezpečených plochách. Podle množství zpravovaného materiálu lze kompostování provozovat na kompostovišti nebo na průmyslové kompostárně. U kompostoviště je roční produkce kompostu 50 až 500 $\cdot 10^3$ kg, zatímco průmyslová kompostárna má roční produkci minimálně $500 \cdot 10^3$ kg.

Technologie kompostování na volné ploše v pásových hromadách je ideální technologie pro provoz řízeného kompostování. Při neřízeném kompostování v pásových hromadách je doba zrání kompostu 3 až 6 měsíců a někdy dokonce 12 měsíců.

Urychlení procesu kompostování v pásových hromadách lze docílit optimální surovinovou skladbou, sledováním (vlhkosti, tepla, obsahu O_2 atd.), použitím mechanizace na rozhodující postupy v technologickém procesu a zakrývat kompostovací hromady přijatelnou fólií.

Při splnění těchto požadavků lze hovořit o řízeném kompostování, kdy kompletní rozklad surovin proběhne do 2 měsíců (www.hgf10.vsb.cz) a (Altmann, Vaculík a Mimra, 2010).

3.5.4.2 Kompostování s nuceným provzdušňováním

Cílem je rychlá přeměna organických látek na humusové látky v počáteční hydrolytické fázi a intenzifikace procesu. Hlavním faktorem je síla aerace.

Kompostování v biofermentorech: je uzavřený systém, který je řešen pomocí uzavřených zděných boxů nebo kontejnery. Kompostovací materiál je provzdušňován přívodem vzduchu pomocí ventilace. Po ukončení fáze rozkladu je materiál vyskladněn a dochází k dozrávání kompostu volně na ploše v plošných nebo v pásových zakládkách.

Kompostování v provzdušňovaných žlabech nebo boxech: nebo na volných plochách s otevřeným systémem kompostování, při které je aerace zajištěna rozvodem vzduchu pod bázi zakládky. Řízená výměna vzduchu v uzavřeném prostoru je v tomto případě řešena převážně jako pozitivní (Chudárek a kol., 2013).

3.5.4.3 Kompostování ve vacích

Je uzavřený systém kompostování, při kterém jsou suroviny plněny do polyetylenových vaků pomocí lisu. U zpracovaného materiálu musí být dosažena optimální vlhkost, homogenita, míra zhutnění a poměr C:N. Do vaku se při plnění dává provzdušňovací trubice po celé délce, která zajistí aerobní prostředí. Monitorovací jednotkou je řízena aerace. Vak je po naplnění uzavřen těsnícím páskem. Výhodou technologie je úspora investičních nákladu, kdy se nemusí vybudovat vodohospodářsky zabezpečená plocha (Chudárek a kol., 2013).

3.5.4.4 Vermikompostování

Je kompostování, při kterém se použijí žížaly kalifornského červeného hybrida *Eisenia foetida*. Žížaly se aplikují do kompostu až po ukončení první kompostovací fáze, žížaly nepřežijí vysoké teploty. Výsledkem produktem vermikompostování je přírodní substrát bohatý na živiny, enzymy a minerální látky. Exkrementy žížal podporují růst rostlin až o 20 % díky vyššímu obsahu giberelinu, cytokininů, auxinových látek a volným aminokyselinám. Mezi výhody vermikompostu patří zlepšení vývoje a struktury kořenového systému rostlin, zlepšení retence půdy a obohacení půdy o mikroorganismy. Ve srovnání s běžným kompostem se doba zpracování sníží čtyřnásobně a objem kompostovacího materiálu se zmenší pětkrát až šestkrát. Prospěšné látky jsou v nativní

formě vstřebávány rostlinami o 80 až 90 % lépe, než u běžného kompostu či umělých hnojiv (Borkovcová a Žáková, 2015).

4 PRAKTICKÁ ČÁST

Tato část je věnována způsobům nakládání s BRO na území města Přerova, se zaměřením na společnost Technické služby města Přerov, kde proběhla povinná měsíční studijní praxe autora práce. Město Přerov leží v Olomouckém kraji v okresu Přerov (Obr. č. 4). Skládá se ze 13 příměstských částí. Celková rozloha města činní 5844 ha a počet obyvatel je 43 895 (www.prerov.eu).

Obr. č. 4 – Poloha města Přerov (www.prerov.eu)

4.1 Způsoby nakládání s biologicky rozložitelným odpadem na území města Přerov

V roce 2014 byla vystavěna na území města Přerova kompostárna Přerov – Žeravice za dotace z Operačního fondu ŽP (letecký snímek je uveden v Příloze č. 1). Částka na výstavbu kompostárny činila 17 381 650 Kč. Před postavením kompostárny se BRO ukládal na skládku S-OO3 Přerov – Žeravice.

Vlastní sběr BRO z domácností v místních částech a z okolí rodinných domů v Přerově byl zahájen v polovině března roku 2015. K výše uvedenému se přidal sběr BRO z velkoobjemových kontejnerů z dubna a poté následovala tráva z první seče na území města Přerov. Provoz kompostárny byl spuštěn až v květnu roku 2015, kdy

bylo získáno dostatečné množství travní hmoty, která byla smíchána s cca 30 % dřevní štěpky.

První expedice kompostu proběhla od 17. 8. 2015. Občané města Přerova (dále „občané města“) si mohou bezplatně odebrat kompost, který si naloží vlastními silami a to v pracovní dny od 7:00 do 14:00 hodin v prostorách kompostárny Přerov - Žeravice. Manipulační poplatek v případě naložení kompostu činní 150 Kč (včetně DPH) za jedno naložení. Z důvodu omezeného množství kompostu je stanoven limit na 300 kg kompostu za rok na občana města a jeho místních částí (www.tsmp.cz).

4.2 Nádoby na biologicky rozložitelný odpad

Město Přerov využívá při sběru BRO kompostejnery, kontejnery o objemu 1,1 až 3,2 m^3 a velkoobjemové kontejnery.

Kompostejnery: jsou speciální nádoby určené na sběr BRO. Jsou vybaveny větracími otvory, mřížkou a žebrováním. Mřížka umožňuje shromáždění výluhu ve spodní části kompostejneru. Materiál uložený do těchto nádob může snižovat nadbytečnou vlhkost materiálu jejím odtokem přes rošť do spodní části nádoby a díky odvětrávání ztrácí na objemu a vysychá. Tím se snižuje hmotnost odpadu a uvolňuje se místo na další odpad. Objem nádob je 120 až 240 l a bývají vyrobeny z odolného plastu. Nádoby jsou v pravidelných intervalech vyváženy a zůstávají na místě.

Kontejnery o objemu 1,1 až 3,2 m^3: jsou nejčastěji umísťovány na městských sídlištích. Kontejnery bývají vybaveny většinou větracími otvory, nášlapným pedálem pro otevírání víka, ventily na vypouštění nadbytečné kapaliny apod. (Plíva a kol., 2016).

Velkoobjemové kontejnery: jsou využívány pro sběr BRO na volném prostranství nebo pomocí sběrných dvorů. Vyrábějí se ze silného plechu o objemu 8 až 18 m^3. Vyrábějí se uzavřené nebo otevřené. Výhodou zavřeného velkoobjemového kontejneru je, že nedochází k rozfoukání lehčího materiálu a ke zvyšování vlhkosti. Velkoobjemové kontejnery se využívají jak na stálých stanovištích, tak i pro nepravidelný sběr BRO. Často se používá výměnný systém, který snižuje náklady na dopravu (Altman, 2013).

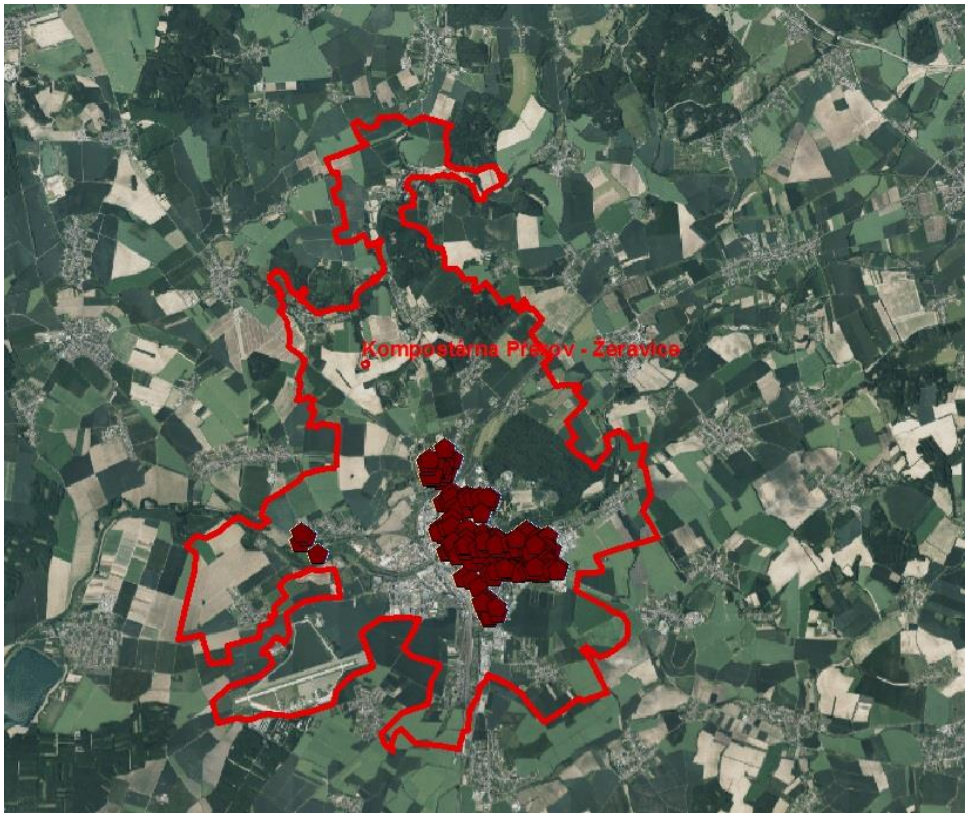
V lednu a únoru roku 2015 bylo zdarma občanům města a jeho příměstských částí v rodinných domech rozdáno 3 500 kompostejnerů na BRO (Obr. č. 5). Při této akci bylo také rozdáno celkem 600 kompostérů o objemu 700 l a 1200 kompostovacích sil o objemu 900 l. Kompostéry se vydaly jenom těm občanům města, kteří

v dotazníkovém šetření o ně projevili zájem. Pořízení nádob a kompostérů bylo financováno z Operačního programu ŽP. Svoz BRO od měsíce března do listopadu každého roku probíhá 1 krát za 14 dní, každý sudý týden. Od měsíce prosince do února každý rok svoz BRO probíhá jenom 1 krát za měsíc (www.prerovskydenik.cz).

Obr. č. 5 – *Kompostejnery ve městě Přerov (Čoček, 2016)*

Na území města Přerova je rozmístěno celkem 475 kontejneru na BRO o objemu 1,1 až 3,2 m^3. Názorné rozmístění kontejneru je na Obr. č. 6. BRO větších rozměrů je možné odkládat do označených hnědých velkoobjemových kontejnerů (Fotografie viz Příloha č. 2) přistavených v podzimním a jarním období podle stanoveného harmonogramu.

Občané města mohou také celoročně odevzdávat BRO do sběrného dvora v bývalých vojenských kasárnách nebo sídle společnosti Technické služby města Přerova a na kompostárnu v areálu skládky Žeravice (www.prerov.eu).



***Obr. č. 6** – Rozmístění kontejnerů na biologicky rozložitelný odpad ve městě Přerov (Čoček, 2016)*

4.2.1 Třídění biologicky rozložitelného odpadu

Před procesem kompostování je velmi důležité dobré vytřídění BRO. Každý občan ČR by měl vědět, co do nádob patří a co ne.

Do hnědých nádob patří: zbytky ovoce a zeleniny, tráva, slupky z ovoce a zeleniny, uschlý plevel, nařezané větve, listí, skořápky z vajec a ořechů, seno, sláma, odpad z domácí rostlinné produkce, sypané čaje, kávová sedlina, piliny, hobliny, hlína z květináčů a popel ze dřeva.

Do hnědých nádob nepatří: zbytky jídel, uhynulá zvířata, popel z uhlí, oleje a tuky, mléko a mléčné výrobky, jednorázové pleny, zvířecí exkrementy, kamení a smetky z chodníků, stavební odpad, zbytky masa a výrobky z něj, ryby a výrobky z nich, plasty, sklo, papír, kovy, textil, dřevotříska a nebezpečné látky. Každý z těchto odpadu znehodnocuje BRO v nádobě (www.tsmp.cz).

5 MATERIÁL A METODIKA

Metodika diplomové práce je rozčleněna do třech částí. První část je věnována popisu a charakteristice kompostárny Přerov – Žeravice. Uvedené údaje byly získány během povinné měsíční školní praxe autora práce a dále zpracovány. Druhá část je zaměřena na dotazníkový průzkum místních zemědělců. Cílem dotazníku bylo zjistit potencionální zájem u místních zemědělců o vyprodukovaný kompost v kompostárně Přerov – Žeravice. Poslední část je zaměřena na popis testu fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu v laboratoři ústavu Aplikované a krajinné ekologie v budově Q Mendelovy univerzity v Brně.

5.1 Charakter a účel kompostárny Přerov - Žeravice

Kompostárna je koncové zařízení, které slouží pro zpracování a využití separovaně sbíraného BRO. Produktem zpracování BRO je kompost. Kompostárna je schopná zpracovat cca 3 500 · Kg^3 BRO za rok.

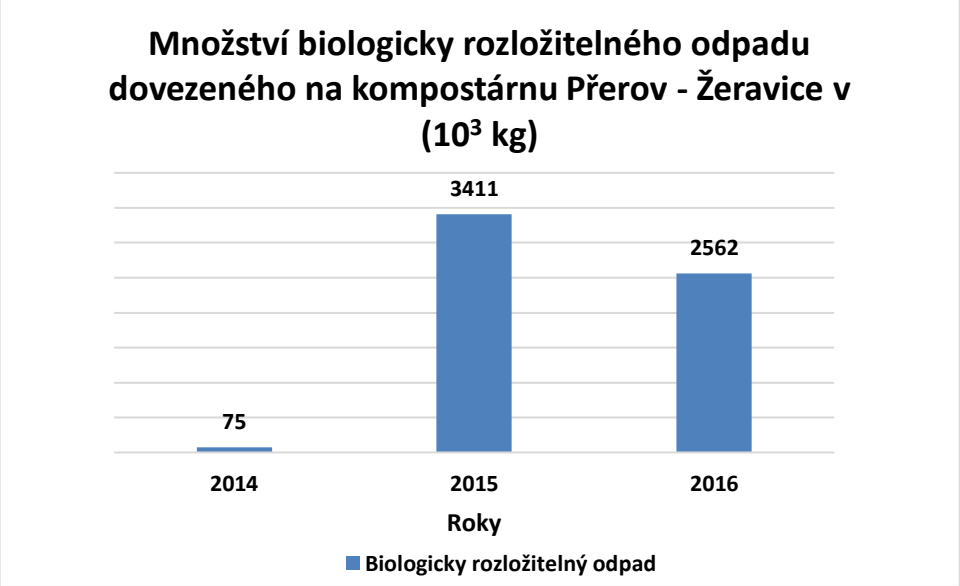
Kompostárna Přerov – Žeravice leží (letecký snímek viz Příloha č. 1) na pozemcích p. č. 1538/3, p. č. 1538/7, p. č. 1538/9 a p. č. 1572 v katastrálním území Žeravice, Přerov. Kompostovací plocha tvoří 3408 m^2. Kompostárna se nachází cca 2700 m od města Přerov v areálu skládky a třídírny druhotných surovin. Dopravně napojená je účelovou komunikací I/55 Přerov – Olomouc. Provozovatelem zařízení je společnost Technické služby města Přerov, s. r. o. a vlastníkem je město Přerov.

Zařízení je určené ke kompostování separovaně sbíraných BRO vzniklých na území města Přerova. Kompostování probíhá na volné ploše aerobními procesy. Přijímané odpady jsou podle potřeby drceny a homogenizovány. Při příjmu se z odpadu vytřídí nekompostovatelné složky a ty jsou předány oprávněné osobě k využití nebo odstranění. Na kompostárně se zpracovává i gastroodpad ve fermentoru.

Kompostovací plochu tvoří celistvé plochy vyspádované do bezodtoké jímky. Na srážkové kontaminované vody (dále „H_2O“) je vybudována retenční bezodtoková vodotěsná jímka s předřazenou sedimentační jímkou. V případě intenzivních dešťových srážek sedimentační jímka slouží k zachycení splaveného kompostovaného materiálu.

Na kompostárnu Přerov – Žeravice bylo dovezeno v prvním roce provozu kompostárny, tj. v roce 2014, 75 · 10^3 kg BRO, v roce 2015 množství činilo

3411 · 10^3 kg BRO a za období leden až srpen 2016 se dovezlo 2562 · 10^3 kg BRO (viz Obr. č. 7) (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).



Obr. č. 7 – *Množství biologicky rozložitelného odpadu uloženého na kompostárnu Přerov – Žeravice od zahájení provozu (Čoček, 2016)*

5.1.1 Seznam přijímaných odpadů

V daném zařízení jsou přijímány odpady kategorie O a není nakládáno s odpady nebezpečných kategorií N. Druhy odpadu, které jsou přijímány na kompostárnu, jsou uvedeny v Tab. č. 3 (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

Tab. č. 3 – *Přijímané odpady na kompostárnu Přerov – Žeravice (upraveno Čoček, 2016)*

Katalogové číslo	Název odpadu	Kategorie
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv	O
02 01 07	Odpad z lesnictví	O
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti	O
20 01 01	Papír a lepenka	O
20 01 08	BRO z kuchyní a stravoven	O
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	O
20 02 01	BRO	O
20 03 02	Odpad z tržišť	O

5.1.2 Technologické vybavení zařízení

Kompostování BRO a BRKO probíhá aerobními procesy na volné ploše. Součástí kompostárny je i technologie na zpracování gastroodpadů fermentací ve fermentoru. Přijímané odpady jsou podle potřeby drceny a homogenizovány. Z odpadu se při příjmu vytřiďují nekompostovatelné složky.

Dešťové a výluhové H_2O jsou svedeny do bezodtokové jímky a následně použity ke zvlhčování kompostu. Přebytečná odpadní H_2O bývá používána k postřiku sousední skládky S – OO3 Přerov – Žeravice. Provozovatel kompostárny a skládky je stejný. Kompostovací plocha tvoří celistvou plochu vyspádovanou do bezodtoké jímky.

Technologie kompostování spočívá v překopávání, zrání a zavlažování. Doba zrání po první překopávce trvá minimálně 60 dní, během nichž je ještě materiál minimálně dvakrát překopán. Doba mezi první a druhou překopávkou nebývá kratší 21 dní. Překopávka je udržována v požadovaném tvaru po celou dobu zrání kompostu. Kompost se v případě potřeby zavlažuje závlahovou vodou. V procesu zrání musí být dosaženo minimální teploty kompostu 45 °C po dobu nejméně 10 dní.

Nejdříve po 14 dnech od poslední překopávky je možná expedice kompostu a to při splnění nižší teploty než 40 °C v hloubce 50 cm pod zakládkovým povrchem. Kompost tak odpovídá požadavkům jakosti podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., o podrobném nakládání s BRO, ve znění pozdějších právních předpisů. Výslední produkt kompost je podle způsobu využití a složení rozdělen do třídy II a III.

Třída II je určena pro městskou zeleň, lesopark, zelený park, vytváření rekultivačních vrstev nebo pro přimíchání do půdy při tvorbě rekultivačních vrstev atd. Třída III je určena na vytváření rekultivační vrstvy při uzavírání a rekultivaci skládek.

K trvalému skladování materiálu a kompostu nedochází, jelikož suroviny jsou průběžně zpracovávány do zakládek a vyrobený kompost je pokaždé na jaře a podzim použit ke stanovenému účelu. Pro krátkodobé umístění materiálu před homogenizací slouží 3 boxy o objemu cca 80 m^3. Tyto boxy eventuálně slouží i pro vyrobený kompost, když není na kompostovací ploše dostatek místa. Suroviny i kompost jsou chráněny přístřeškem nebo textiliemi před povětrnostními vlivy (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.3 Zpracování gastroodpadů

Anaerobním procesem v uzavřeném fermentoru probíhá zpracovávání kuchyňského odpadu. Přijaté a zaevidované kuchyňské odpady jsou ihned po přijetí krátkodobě uskladněny do skladovacího kontejneru. Z odpadu jsou při příjmu vytříděny nekompostovatelné složky a ty jsou dále předány k využití nebo odstranění oprávněné osobě. Gastroodpad neobsahuje odpad ze stravovacích zařízení pocházející z mezinárodní přepravy dopravních společností.

Uskladňovací kontejner bývá umístěn vedle fermentoru o objemu 500 l společně se skladovacím kontejnerem s pilinami o objemu 3 – 5 m^3. Dle potřeby je vstupní surovina z uskladňovacího kontejneru přesunuta do zásobního drtiče, který rozdrtí gastroodpad na požadovanou frakci. Surovina je dále naskladněna do fermentoru.

Při fermentaci dochází k působení enzymu, tepla, homogenizaci a zrání materiálu. Teplota ve fermentoru dosáhne minimálně na 75 °C do 1 hodiny a tím dojde k hygienizaci. Plnění fermentoru probíhá jedenkrát za 24 hodin o maximálním objemu 195 l vkládané hmoty. Do fermentoru jsou dle potřeby přidávány piliny, aby došlo k zvýšení tuhosti materiálu. Výstupní sypká surovina se dále předává do provozu kompostování, kde materiál dozrává.

Roční kapacita by měla činit maximálně $60 \cdot 10^3$ kg. Pro fermentaci jsou používány jen gastroodpady – zbytky jídel z jídelen kašovité až tuhé konzistence.

Materiál musí být podrcen na maximální velikost 12 mm. Může se vkládat do jednotky průběžně nebo najednou. Vyskladnění fermentoru probíhá nejdříve až po 24 hodinách, kdy byl naskladněn poslední materiál. Vyskladňuje se přibližně 75 % a 25 % se nechává uvnitř fermentoru pro zachování kultury enzymů (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.4 Náklady na výstavbu kompostárny

Kompostárna Přerov – Žeravice byla vystavěna za částku 17 381 650 Kč z Operačního fondu ŽP. V následující tabulce (Tab. č. 4) jsou uvedeny ceny za jednotlivé zařízení a zemní práce. Největší část dotace byla požita za zemní práce a nákup traktoru, drtiče-mísiče a fermentor (Rybka, 2016).

Tab. č. 4 – *Cena za technologie a zemní práce při výstavbě kompostárny (upraveno Čoček, 2016)*

KOMPOSTÁRNA CENA ZA TECHNOLOGII (vč. DPH) v Kč	
Zemní práce	8 312 700
Traktor	2 178 000
Drtič-mísič	2 553 100
Překopávač	659 450
Síto	520 300
Čerpadlo	84 700
Fermentor	2 178 000
Drtič kuchyňského odpadu	726 000
Kontejner pro příjem gastroodpadu	84 700
Kontejner na sypký materiál	84 700
CELKEM	**17 381 650**

5.1.5 Technické vybavení zařízení

Kompostárna Přerov – Žeravice je vybavena kolovým traktorem, čelním nakladačem, drtičem – mísičem, překopávačem, sítem, teploměrem, krycí textilií, kalovým čerpadlem, drtiče kuchyňského odpadu, fermentorem na kuchyňský odpad a kontejnery.

Kalový traktor: při používání je potřeba, aby k němu bylo možné připojit čelní lopatu potřebnou pro zpracování a manipulaci s materiálem. Pracovní pojezdová rychlost musí být v rozmezí 0,1 až 2 km za hodinu. Kolový traktor je tedy vybaven redukční převodovkou, umožňující volbu velmi nízké rychlosti.

Čelní nakladač: se využívá pro manipulaci s materiálem, tvarování hromad atd. Při pořízení čelního nakladače se muselo uvažovat, zda je možné k němu připojit další mechanické pracovní zařízení a jestli disponuje dostatečným výkonem 75 KW.

Drtič – mísič: rozřezává a drtí různorodý materiál, který je následně vhodný pro kompostování. Zpracovaný materiál je zároveň v potřebných poměrech a množství stejnoměrně promíchán s C:N v poměru 1:3. Patří mezi velmi ekonomicky účelné zařízení. Pomaloběžný způsob drcení je bezprašný, energeticky nenáročný a nehlučný. Největší výhodou těchto strojů je odolnost proti poškození celého drtícího mechanizmu. Materiál se může libovolně míchat a překládat s dalšími přísadami i před vyprázdněním.

Zesílené nože drtiče – mísiče s nastavitelným ostřím zaručují dlouho životnost řezacího ústrojí. U mobilního provedení je možné stroj použít k sběru BRO a BRKO.

Překopávač: tažený překopávač v průběhu aerobního procesu kompostování slouží k překopávání zakládky (Obr. č. 8). Materiál je překopávačem prohozen přes vodorovně uložený rotor a tím provzdušněn. Překopávající cyklus je odlišný od stádia zrání a průběhu samotného procesu. Z praktického i ekonomického hlediska je nejvhodnější varianta s pracovním záběrem minimálně 3 m a výškou minimálně 1,7 m. Založené zakládky na kompostárně mají délku 20 až 60 m, šířku 3 m a výšku 1,5 m.

Obr. č. 8 – *Zakládky na kompostárně Přerov – Žeravice (Čoček, 2016)*

Síto výstupního materiálu: slouží k separaci zkompostovaného materiálu na dvě frakce. Nadsítná frakce se vrací na začátek kompostovacího procesu a podsítná frakce se používá na městskou zeleň, rekultivaci skládky atd.

Teploměr: slouží ke sledování teploty v zakládce a data z měření jsou uvedena v Příloze č. 3.

Krycí textilie: udržuje ideální klima v zakládce, brání vysušování a nadměrnému vlhnutí hmoty v zakládce. Ve větrném počasí výrazně snižuje prašnost.

Kalové čerpadlo: slouží k vyprázdnění záchytné jímky. Obsah jímky je používám pomocí čerpadla k zavlažení krechtů a omezuje celkovou prašnost.

Drtič gastoodpadu: je určen k drcení kuchyňského odpadu na vstupní frakci maximálně 4 mm a odpady jsou následně vloženy do fermentoru.

Fermentor gastoodpadu: uzavřená nádoba fermentoru je plně automatické zařízení a k provozu potřebuje elektrickou energii. Vyžaduje minimální údržbu. Úplný rozklad organických odpadů může být ukončen již v průběhu 24 až 48 hodin a to díky aerobním vysokoteplotním enzymům. Pro samotnou hygienizaci je nutné přidat objemové činidlo, jako např. kůru, karton, dřevěnou štěpku atd. Výstupním produktem je kvalitní kompost bez plevele a choroboplodných zárodků, který prošel průběhem hygienizace (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.6 Parametry technického vybavení

Traktor a překopávač představují běžnou součást kompostáren. V některých případech bývá běžnou součástí také fermentor. Rozhodujícími parametry při zakoupení těchto strojů je výkonnost a spotřeba paliva (energie).

Kompostárna Přerov – Žeravice používá následující techniku:

Traktor typu KUBUTA M135GX:

- kapacita palivové nádrže 190 l,
- traktor má na kompostárně průměrnou spotřebu 9,77 l nafty za měsíc,
- výkon motoru minimálně 135 HP,
- převodovka s třemi jízdními skupiny po osmi rychlostních stupních řazených pod zatížením, celkem tedy 24 rychlostí pro jízdu vpřed a vzad,
- maximální rychlosti vyšší než 35 km/hod.,
- vnitřní průměr otáčení 4,1 m bez brzd,
- celkovou šířka 2 220 – 2 325 mm (Obr. č. 9),
- převodovka s plazivou rychlostí od minimálně 0,4 km/hod.

Obr. č. 9 *– Traktor CUBOTA M135GX (Čoček, 2016)*

Drtič – mísič typu ZAGO ECOGREEN 15 SD:

- pohon výkonu hřídele od traktoru 540 otáček/min.,
- objem dávky ve stroji je minimálně 15 m^3,
- zpracovává dřevní materiál o průměru minimálně 20 cm,
- nejméně dva drtící a domíchávací šneky,
- dno a stěny s ocelovým vyztužením a z otěruvzdorné oceli,
- umožňuje přímé vyskladňování bočním dopravníkem bez manuální práce s délkou dopravníku minimálně 2,6 m,
- výkon zpracované hmoty v objemu minimálně 60 m^3/hod.,
- hydraulické nakládací rameno s dosahem minimálně 5 m,
- nosnost nakládacího ramene v maximální délce 450 kg,
- otočné nakládací rameno v rozsahu minimálně 380°.

Překopávač kompostu typu EAK 3000:

- tažený na kolovém podvozku,
- průměr pracovního rotoru minimálně 720 mm,
- kloubový hřídel pro pohon od traktoru minimálně 540 otáček,

- pracovní šířka minimálně 3 m,
- pracovní výška minimálně 1,6 m,
- hydraulické sklápění (Obr. č. 10).

Obr. č. 10 – *Překopávač kompostu EAK 1500 (Čoček, 2015)*

Prosévací síto typu FLIPSCREEN S45

- pracovní tlak minimálně 20 barů,
- oka prosévacího síta minimálně 20 × 20 mm,
- kompatibilní s nabíjením čelního nakladače,
- pohon hydromotorem.

Čerpadlo typu HERON EMPH 80 W

- výkon benzínového motoru minimálně 6 HP,
- sací hloubka minimálně 5 m,
- sací koš s hadicí minimálně 5 m,
- výtlačná výška minimálně 25 m,
- výstupní hadice minimálně 50 m.

Aerobní fermentor pro zpracování kuchyňského odpadu typu BM 1500

- elektrický příkon maximálně 7,5 kW,
- týdenní kapacita fermentoru minimálně 1 200 kg,
- nerezové provedení,
- možnost nastavení hygienizace pro vstupní materiál,
- rozsah vnitřní teploty minimálně 40 až 90 °C,
- odsávač nežádoucího odpadového vzduchu a par.

Drtič gastroodpadů typu D3:

- elektrický příkon maximálně 4,5 kW,
- výkon 200 až 400 kg za hodinu,
- výstupní frakce maximální velikosti 12 mm.

Kontejner pro příjem gastroodpadů typu KS 500

- objem 500 l,
- materiál odolný proti korozi,
- nepropustný.

Kontejner na sypký materiál značky KOVOK:

- objem 3 až 5 m^3,
- dělená vrata (Galásek, 2014).

5.1.7 Limitní koncentrace vybraných rizikových prvků a látek v kompostu

Kompostárna Přerov – Žeravice musí u produkce kompostu splňovat koncentrace rizikových prvků a látek. Koncentrace rizikových látek a prvků se liší podle třídy, ve které je zařazen kompost (Tab. č. 5) (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

***Tab. č. 5** – Limitní koncentrace rizikových prvků a látek (upraveno Čoček, 2016)*

Sledovaný ukazatel	Jednotky	Výstupní (skupina 2)			Stabilizovaný BRO (skupina 3)
		Třída I	Třída II	Třída III	
Arzen	mg/kg sušiny	10	20	30	40
Kadmium	mg/kg sušiny	2	3	4	5
Chrom	mg/kg sušiny	100	250	300	600
Měď	mg/kg sušiny	170	400	500	600
Rtuť	mg/kg sušiny	1	1,5	2	5
Nikl	mg/kg sušiny	65	100	120	150
Olovo	mg/kg sušiny	200	300	400	500
Zinek	mg/kg sušiny	500	1200	1500	1800
Polychlorované bifenyly	mg/kg sušiny	0,02	0,2	-	dle způsobu využití
Polycyklické aromat. uhlovodíky	mg/kg sušiny	3	6	-	dle způsobu využití
Neroz. příměsi > 2 mm	% hmotnosti	max. 2 % hmotnosti	max. 2 % hmotnosti	-	-
Test respir. aktivity	mg O_2/g sušiny	-	-	-	< 10

5.1.8 Monitorování kompostárny

Na kompostárně Přerov – Žeravice se v zařízení monitoruje spotřeba H_2O, spotřeba energie, měření hluku, vypouštění odpadních H_2O, kompostovaný materiál a meteorologické údaje.

Spotřeba vody: spotřeba H_2O pro provoz kompostárny je minimální díky opětovnému využití H_2O ze záchytné jímky. Z jímky se H_2O čerpá pomocí kalového čerpadla a je distribuována podle potřeby do zakládky.

Spotřeba energie: elektrická energie je využívána z největší části na funkci fermentoru a dále v menším množství na kalové čerpadlo, pohybová čidla, osvětlení.

Měření hluku: použité technické zařízení a stroje splňují hygienické normy a limity hluku. Hlavním zdrojem hlučnosti je kalový traktor, který však nepřesahuje hlučnost 84 dB při pracovním procesu. Ostatní používané stroje jsou bez motoru a jejich hlučnost nepřesahuje hlučnost pohonné jednotky traktoru.

Vypouštění odpadních vod: nedochází k vypouštění odpadních H_2O. Obsluha kompostárny denně kontroluje a sleduje hladinu H_2O v jímkách.

Kompostovaný materiál: pověřený pracovník kompostárny sleduje vlhkost a teplotu kompostovacího procesu.

Meteorologické údaje: při provozu zařízení se monitorují meteorologické údaje a jejich vliv na kompostovaný materiál (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.9 Administrativní postup příjmu odpadu

Administrativní postup příjmu odpadu se řídí přílohou č. 2 vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobném nakládání s odpady, ve znění pozdějších právních předpisů. Při příjmu jednotlivých druhů odpadů se zaznamenává hmotnost odpadu, dochází k vypsání základního popisu odpadu, shromáždění odpadu do shromažďovacích přijímacích boxů na vyčleněné ploše. Následně je odpad zaevidován. Příjem odpadu je realizován v prostoru příjmu (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.10 Praktický postup příjmů odpadu

Příjem odpadu do kompostárny a dokládání jakosti přejímaných odpadů probíhá následujícím způsobem:

- vizuální kontrola každého dovezeného odpadu,
- kontrola odpadu k ověření shody se základním popisem odpadu, kterou doloží vlastník odpadu,
- záznam o každém přijatém odpadu do kompostárny v souladu s požadavky na vedení průběžné evidence,
- vydání písemného potvrzení o každém přijatém odpadu do zařízení,
- převzetí základního popisu odpadu od dodavatele odpadu.

Doklady dokládající kvalitu odpadů se uchovávají po dobu 5 let. Poté je odpad převezen na určené místo dle jednotlivého druhu odpadu, místo určuje pověřený pracovník kompostárny. Veškeré operace spojené s přejímkou odpadu jsou evidovány v centrální evidenci.

Odpady jsou v provozovně přijímány od původců odpadu, zákazníků, oprávněných osob na základě řádné objednávky nebo uzavření smlouvy mezi dodavatelem

a odběratelem odpadu. Dopravce po příjezdu řádně vyplní základní popis odpadu a poté se eviduje (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.11 Nepřevzetí odpadu

V případě, že pracovník kompostárny zjistí, že dovezený odpad neodpovídá deklarovaným parametrům, zejména zjistí, že se jedná o odpady jiného kódu, druhu, katalogového čísla nebo je smíšen či znečištěn složkou, která činí odpad nebezpečným, takový odpad nepřevezme. Po zjištění těchto skutečností musí to majitel kompostárny ohlásit Krajskému úřadu Olomouckého kraje do 24 hodin (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.12 Povinnosti obsluhy při příjmu odpadu do zařízení

U převzetí odpadů musí být přítomný odpovědný pracovník kompostárny – příjemce. Při převzetí odpadu musí být také určená skutečná hmotnost odpadu. Při příjmu odpadů je příjemce povinen se zástupcem předávajícího provést následující:

- kontrolu dokumentace (základní popis odpadu),
- vizuální kontrolu stavu odpadů společně se zástupcem příjemce,
- zařadit odpad dle katalogu odpadů a provést kontrolu,
- ověřit množství odpadu,
- pomáhat a dozorovat, nebo zajistit vykládku odpadu,
- během vykládky se řidič nesmí oddálit od vozidla a po převzetí dokladů musí provést jejich kontrolu,
- vyžádat si doklad o předání odpadu do kompostárny.

Doklady jsou potvrzovány podpisem jak přebírající, tak předávající stranou (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.1.13 Vedení provozní evidence odpadů

Evidence je vedena v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů a vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších právních předpisů.

Evidence obsahuje číslo zápisu, množství a druh vykoupeného nebo odebraného odpadu podle katalogu odpadů, jméno, příjmení, místo trvalého pobytu, číslo občanského průkazu nebo jiného průkazu totožnosti každé z osob, od které byly odpady

vykoupeny nebo odebrány. Evidenci osob provádí odpovědný pracovník kompostárny, za evidenci přijímaných odpadů zodpovídá vedoucí kompostárny, nebo jím pověřený pracovník kompostárny. Evidence se vede za každý přijatý odpad, a to v elektronické i papírové podobě.

Provozní deník kompostárny Přerov – Žeravice je veden v rámci evidence a vede se v papírové formě (Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice, 2014).

5.2 Potencionální zájem o kompost v zemědělství

Zájem zemědělských podniků o kompost a o kompostování procházel v minulosti řadou změn. Svého maxima dosáhl v 80. letech, kdy se v ČR využívalo ročně více než 3 miliony $\cdot$ 10^3 kg vyprodukovaného kompostu na zemědělské půdě. Výroba byla dotována státem a kompost byl poskytován zemědělcům za výhodnou cenu. Současní zemědělci využívají ve velkém množství anorganická hnojiva na úkor organickým hnojivům (www.stary.biom.cz). Jestli mají zemědělské podniky v okolí města Přerov zájem o vyprodukovaný kompost, bylo zjišťováno formou dotazníkového šetření.

5.2.1 Výhody a nevýhody použití kompostu na zemědělské půdě

Kompostování BRO má mnoho výhod oproti používání anorganických hnojiv, jejichž nekontrolované používání v průběhu posledních desetiletí silně ovlivňuje půdu a její fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti.

Používání kompostu zvyšuje výnos rostlin a zlepšuje půdní nutriční profil, mikrobiální aktivitu půdy, strukturu a kapacitu vyrovnávací paměti. Kompost je bohatý na obsah organické hmoty, dusíku a huminových látek (především kyseliny huminové a fulvokyseliny). Půdní organické látky hrají významnou roli v udržování kvality půdy, neboť se tím zlepšuje půdní fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti. Huminové kyseliny v kompostu zintenzivňují kationtoměničitou kapacitu a pufrační schopnost půdy.

Nicméně přítomnost některých těžkých kovů (mědi, zinku, kadmia, olova a dalších) v kompostu může vždy být předmětem zájmu, protože se mohou těžké kovy akumulovat v půdě. Následně se z půdy dostanou do rostlin a do celého potravinového řetězce. Kromě toho mohou v některých případech těžké kovy prosáknout přes půdu a znečistit podzemní H_2O. Kompost také může mít vysokou koncentraci soli, která negativně působí na texturu půdy a pěstování rostlin. Dalším rizikem je přítomnost

patogenních mikroorganismů, ačkoliv při procesu kompostování dosahuje kompost vysokých teplot a ničí přítomnost patogenních mikroorganismů. Některé studie uvádějí, že patogeny, jako je *Listeria spp, a Salmonella spp,* přežily i v průběhu kompostování.

Z tohoto důvodu byly vypracovány právní předpisy pro bezpečné používání hnojiv, kompostu, organického odpadu a biomasy, aby se zabránilo škodlivým účinkům na vegetaci, půdu a lidskému zdraví (www.link.springer.com).

5.2.2 Dotazníkový průzkum vybraných zemědělských subjektů z okresu Přerov

V rámci diplomové práce bylo provedeno dotazníkové šetření. Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit potenciální zájem u místních zemědělců o kompost vyprodukovaný v kompostárně Přerov – Žeravice. Do dotazníkového šetření bylo zapojeno celkem 8 zemědělských podniků. Na otázky z dotazníku bylo odpovídáno v online podobě, telefonicky nebo osobním kontaktem.

Výhodou dotazníkového šetření je rychlost a časová nenáročnost. Nevýhodou je nemožnost ověření pravosti výsledků a častá neochota se zapojit do dotazníkového průzkumu. Výsledky dotazníkového šetření jsou zpracovány a vyhodnoceny v kapitole 6. Výsledky a diskuze.

5.3 Popis a realizace pokusu stanovení fytotoxicity u vzorků kompostu

V laboratorních podmínkách Mendelovy univerzity v Brně na Ústavu aplikované a krajinné ekologie byl proveden pokus stanovení fytotoxicity u vzorků kompostu z vybrané kompostárny. Pro pokusy byly požity čtyři vzorky kompostu, které byly odebrány na kompostárně Přerov – Žeravice v letech 2015 – 2016. Fytotoxicita se stanovovala pro koncentraci 25 % kompostu, 50 % kompostu a 100 % kompostu. Pro všechny koncentrace se provedla vždy tři opakování.

5.3.1 Test fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu

Patří k nejvyužívanějším metodám. Jde o metodu vyhodnocení zralosti výsledného kompostu a intenzity rozkladu organických látek. Jedná se o hodnocení fytotoxicity vzorků kompostu indexem klíčivosti citlivé rostliny. K testu fytotoxicity zkoumaných vzorků byla využita testovací sada Phytotoxkit a použita metodika dodána s tímto testem. K založení pokusu pomocí Phytotoxkitu bylo zapotřebí kádinky, odměrného

válce, OECD půdy, zvolených vzorků kompostu, destilované H_2o, váhy Preciosa stolní, sušárny Ecocell, sady Pytotoxkit obsahující vzorkovnice, držák na vzorkovnice a filtrační papír. Pro test fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu byla využita rostlina hořčice bílá *(Sinapis alba* L.*)*. Vzorek kompostu odebraný dne 31. 8. 2015 byl označen jako Vzorek č. 1, vzorek kompostu odebraný dne 10. 12. 2015 byl označen jako Vzorek č. 2, předposlední vzorek kompostu odebraný dne 17. 3. 2016 byl označen jako Vzorek č. 3, a poslední vzorek kompostu odebraný na kompostárně Přerov – Žeravice dne 9. 9. 2016 byl označen jako Vzorek č. 4.

5.3.2 Testovaná rostlina – hořčice bílá *(Sinapis alba* L.*)*

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.*)* je jednoletá, cizosprašná a hmyzosnubná rostlina z čeledi *Brassicaceae*. Má tenký kůlový kořen se značným množstvím bočních kořínků. Stonek hořčice bílé je vzpřímený, dutý a bohatě rozvětvený, dosahující rozměrů 40 až 100 cm. Květy jsou žluté a uspořádány v hroznech. Plodem je krátká šešule, která obsahuje 5 až 7 žlutých semen (www.garten.cz).

5.3.3 Stanovení vodní kapacity (WHC) testovaného kompostu

Vzorky č. 1 - 4 byly nejdříve přesívány pomocí kovového síta o velikosti ok 2 mm (fotografie ze založení pokusu viz Příloha č. 4). Ze vzorků kompostu byly přesíváním odděleny větší částice (např. větývky, kamení atd.). Poté byl přesívaný kompost umístěn do kádinky o objemu 100 ml a bylo zváženo 90 ml kompostu. Daný objem kompostu odpovídal u Vzorku č. 1 38,46 g (Obr. č. 11), u Vzorku č. 2 44,16 g, u Vzorku č. 3 33,15 g a u Vzorku č. 4 43 g kompostu. Navážený kompost byl v kádince zalit 50 ml destilované H_2O. Lžící se pomíchal a několik minut nechal odstát. Přebytečný obsah H_2O byl z kádinky slit do odměrného válce o objemu 50 ml. Slití bylo po pár minutách podruhé zopakováno.

Následně byl proveden výpočet objemu H_2O (Vsat), pro úplné nasycení zkoumaného kompostu. Do Vsat nám vstupuje 50 ml přilité destilované H_2O, mínus S (supernatantní H_2O), kterou se kompost nedokázal nasytit (viz rovnice 1).

(1)

$$\boldsymbol{Vsat = 50 - S}$$

Úplné nasycení zkoumaných vzorků kompostu se příliš nelišilo. Nejnižší stupeň nasycení vykazoval Vzorek č. 4 33 ml H_2O a nejvyšší Vzorek č. 3 36 ml H_2O. U Vzorku č. 1 bylo nasycení H_2O v 34 ml a Vzorku č. 2 v 35 ml H_2O.

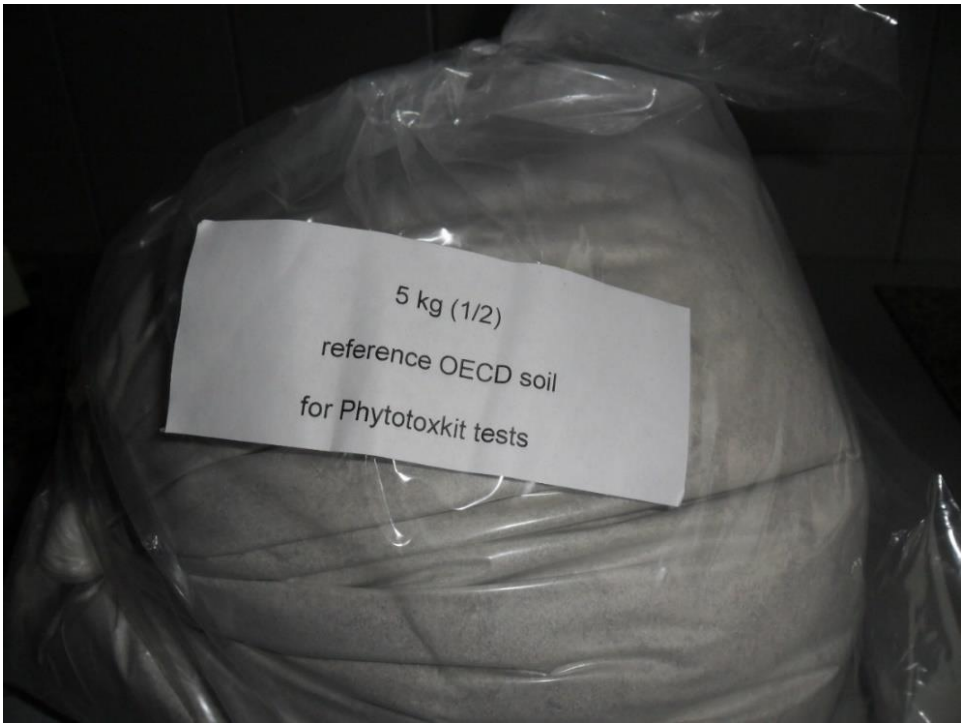
Obr. č. 11 – *Vážení 90 ml kompostu u Vzorku č. 1 (Čoček, 2016)*

5.3.4 Pokus s OECD půdou – slepý vzorek

Do kádinky o objemu 250 ml bylo odměřeno 90 ml OECD půdy, což odpovídá 106 g OECD. Navážená OECD půda (fotografie viz Obr. č. 12) byla následně z kádinky rovnoměrně rozprostřena do spodní části vzorkovnice a byla zvlhčena 35 ml destilované H_2O. Tím bylo dosaženo 100 % nasycení referenčního substrátu.

Nasycený referenční substrát byl urovnán ve spodní části vzorkovnice, aby měl po celé ploše stejnou výšku. Na navlhčený substrát byl umístěn filtrační papír, který se nechal po celé ploše nasát H_2O. Do každé vzorkovnice bylo umístěno 10 semen hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* vždy jeden centimetr od horního okraje poloviny

vzorkovnice a mezi jednolitými semeny navzájem. Takto připravené vzorkovnice byly uzavřeny průhledným víkem. Byla provedena tři opakování (značena písmeny A, B a C) (Obr. č. 13) a každá vzorkovnice byla označena štítkem s popiskem OECD – 100 % A, OECD – 100 % B a OECD – 100 % C.



Obr. č. 12 – *OECD půda (Čoček, 2016)*

Vzorkovnice byly umístěny do papírových držáků a byly vloženy do sušárny Ecocell, v které byla nastavena teplota 25 °C. Inkubační doba setrvaní vzorků v sušárně byla 72 hodin.

Obr. č. 13 – *Vzorkovnice s OECD půdou a hořčicí bílou (Sinapis alba* L.*) (Čoček, 2016)*

5.3.5 Pokusy se vzorky kompostů

Pokus byl proveden na 4 vzorcích kompostu. U každého vzorku kompostu byla testována 100 % koncentrace kompostu (označení vzorků Vzorek č. 1 100 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 2 100 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 3 100 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 4 100 %, opakování A, B, C), 50 % koncentrace kompostu (označení vzorků Vzorek č. 1 50 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 2 50 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 3 50 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 4 50 %, opakování A, B, C), a 25 % koncentrace kompostu (označení vzorků Vzorek č. 1 25 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 2 25 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 3 25 %, opakování A, B, C; Vzorek č. 4 25 %, opakování A, B, C). Byly provedeny vždy tři opakování.

Odebrané vzorky kompostu byly přesívány přes kovové síto o velikosti ok 2 mm. Získaná jemná frakce byla navážena na stolní váze Preciosa (Obr. č 14.) dle parametrů uvedených v Tab. č. 6. U kompostu Vzorek č. 1 – 4 50 % bylo přidáno k nadsítné frakci vždy 53 g OECD půdy, u kompostů označených jako Vzorek č. 1 – 4 25 % bylo vždy přidáno 79,5 g OECD půdy. Navážená nadsítná frakce kompostů byla důkladně promíchána s OECD půdou.

Tab. č. 6 – *Množství kompostu a OECD půdy pro jednotlivé vzorky (Čoček, 2016)*

Koncentrace kompostu	**Vzorek č. 1**	**Vzorek č. 2**	**Vzorek č. 3**	**Vzorek č. 4**
100 %	38,46 g	44,16 g	33,15 g	43 g
50 %	19,23 g (K) + 53 g OECD půdy	22, 08 g (K) + 53 g OECD půdy	16,57 g (K) + 53 g OECD půdy	21,50 g (K) + 53 g OECD půdy
25 %	9,61 g (K) + 79,5 g OECD půdy	11,04 g (K) + 79,5 g OECD půdy	8,28 g (K) + 79,5 g OECD půdy	10,75 g (K) + 79,5 g OECD půdy

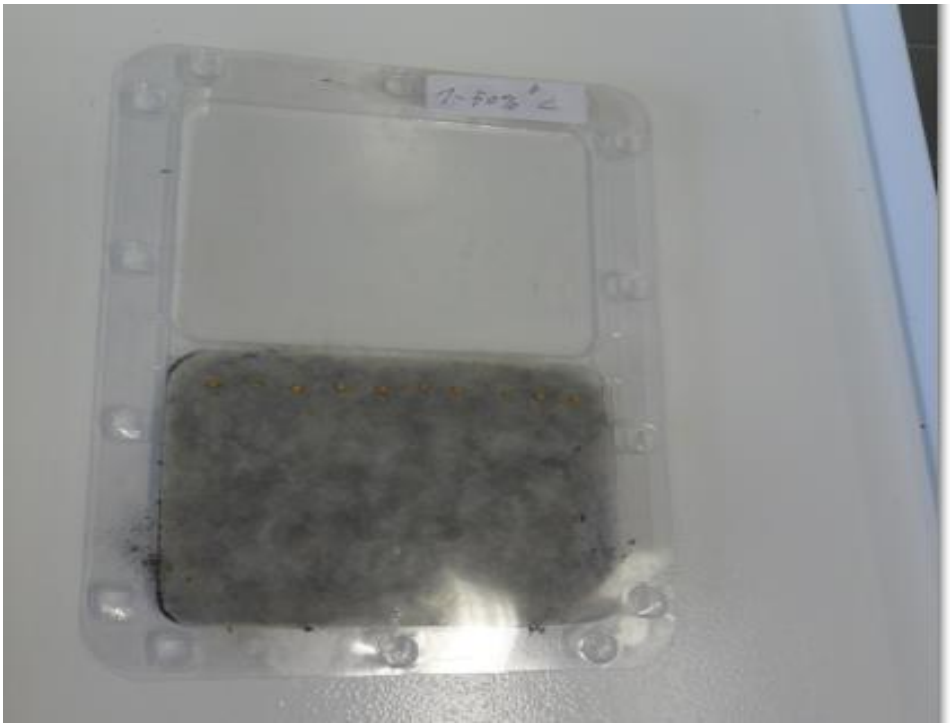
(K) - kompost

Obr. č. 14 – *Vážení vzorků kompostů (Čoček, 2016)*

Takto připravené vzorky byly rovnoměrně nasypány do připravených vzorkovnic. Byly zality destilovanou H_2O o daném objemu, která byla odměřena odměrném válci o objemu 50 ml. Množství destilované H_2O pro každý vzorek odpovídá hodnotě Vsat, viz rovnice č. 1. Povrch připravených vzorků byl urovnán, aby dosáhl po celé ploše

stejné výšky. Na navlhčený povrch byl přiložen filtrační papír, který se po přiložení po celé jeho ploše nasál H_2O. Do každé vzorkovnice bylo umístěno 10 semen hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*, vždy jeden centimetr od horního okraje poloviny vzorkovnice a mezi jednolitými semeny navzájem. Takto připravené vzorkovnice byly uzavřeny průhledným víkem. Každá vzorkovnice byla popsána štítkem, kde je uvedeno číslo vzorku kompostu od 1 do 4, koncentrace kompostu (100 %, 50 % a 25 %) a opakování A – C (Obr. č. 15).

Všech 48 vzorkovnic bylo umístěno do kartonových držáků a byly vloženy do sušárny Ecocell, v které byla nastavena teplota 25 °C. Inkubační doba činila 72 hodin (fotografie ze založení pokusu viz Příloha č. 4).



***Obr. č. 15** – Vzorek č. 1 50 % C (Čoček, 2016)*

5.3.6 Měření vzrostlých kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*

Po uplynutí 72 hod. byly vyjmuty kartonové držáky se vzorkovnicemi ze sušárny. Vzorkovnice byly zdokumentovány pomocí fotoaparátu. U vyklíčených semen na jednotlivých vzorkovnicích byly změřeny délky jednotlivých kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*. Naměřené údaje byly zaznamenány. Fotografie vyjmutých vzorkovnic ze sušárny po době 72 hod. jsou uvedeny v Příloze č. 5.

Naměřené hodnoty byly následně vyhodnoceny pomocí excelovského programu, který byl dodán od výrobce testu Phytotoxkit. Pomocí excelovského programu byl vypočítán účinek inhibice/stimulace růstu kořínku pro určitou koncentraci testované látky ve srovnání s referenční půdou po třech dnech (72 hodinách). Výsledné hodnoty z tabulek byly zaneseny do grafů (viz kapitola 6. Výsledky a diskuze).

Jestli je inhibice růstů kořenu hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* < 0, jedná se o stimulační účinek, který má pozitivní vliv na růst kořenů. Pokud je inhibice růstů kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* > 0, jedná se o inhibiční účinek, který má negativní vliv na růst kořenů a vzorek je fytotoxický.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této kapitole bude zhodnocen provoz kompostárny Přerov – Žeravice, dále budou vyhodnoceny výsledky dotazníkového šetření a výsledky testů fytotoxicity na vzorcích kompostu z kompostárny Přerov – Žeravice.

6.1 Zhodnocení kompostárny Přerov – Žeravice

Kompostárna Přerov – Žeravice je navržena, až na menší nedostatky, které by šlo, zlepšit velmi dobře.

Kompostovací plocha kompostárny je v současnosti 3408 m^2. Kapacita kompostárny pro danou plochu činní cca $3500 \cdot 10^3$ kg BRO za rok. V roce 2015 se množství zpracovaného BRO ($3411 \cdot 10^3$ kg BRO) přiblížilo k celkové kapacitě kompostárny Přerov – Žeravice. Při větší produkci BRO bude kapacita kompostárny nedostačující. Návrhem, co by tenhle problém vyřešilo, je rozšíření kompostovací plochy na 5116 m^2 až dvojnásobek současné kompostovací plochy. Toto opatření lze provést nejdříve ke konci roku 2019. Kompostárna Přerov – Žeravice je totiž postavena z dotací z Operačního fondu ŽP a tudíž je zakázáno po dobu 5 let zařízení jakýmkoliv způsobem stavebně upravovat.

V případě technického vybavení by bylo vhodné vyměnit typ traktoru, který má výkon motoru 135 koní a 540/1000 otáček zadní hřídele. Výkonnost motoru při procesu překopávaní zakládek jede na maximální výkon. Z tohoto důvodu by více vyhovoval traktor s výkonnějším motorem kolem 200 koní. Za ideální traktor se jeví traktor značky AGROTRON 6 TTV, který má výkon motoru 210 koní, minimální počet otáček je 1600 za minutu a maximální 1900 otáček za minutu. Model je možné vybavit plazivou převodovkou s 48 převody. Na účelových komunikacích dosahuje maximální rychlosti 40 km/h (www.garnea-as.cz).

Vzhledem k ekonomické náročnosti provozu fermentoru doporučuji toto zařízení nepoužívat. Zpracování gastroodpadu ve fermentoru značně zvyšuje náklady na provoz kompostárny. Kompostárna odpad z kuchyní a stravoven nemusí přijímat. Tenhle druh odpadu se lépe hodí do bioplynových stanic, kde by jej jistě rádi přijali. Vzhledem k tomu, že pořízení fermentoru bylo součástí celkové dotace na kompostárnu a v podmínkách dotací je zachování zakoupeného zařízení z dotace po určitou dobu povinné, zde konkrétně do konce roku 2019, nemůže být fermentor prodán, přesto nemusí být využíván.

Všechna navrhnutá řešení autor práce prodiskutoval s vedoucím provozu kompostárny Bc. Zdeňkem Rybkou. Ke konci roku 2016 bylo jedno z navrhovaných řešení realizováno. Na základě autorových doporučení přestala kompostárna Přerov – Žeravice od 1. 11. 2016 přijímat gastroodpad a využívat fermentor.

6.2 Výstupy dotazníkový průzkum

Součástí diplomové práce je dotazníkový šetření zaměřené na zemědělské podniky nacházející se v blízkosti města Přerov. Cílovou skupinou se staly jak podniky zaměstnávající stovky zaměstnanců v zemědělství, tak i drobní podnikatelé. Podniky jsou zaměřeny na rostlinnou výrobu, živočišnou výrobu nebo rostlinou a živočišnou výrobu. Celkově bylo osloveno 8 zemědělských podniků. Dotazníkového šetření se zúčastnilo Zemědělské družstvo Dolní Újezd, společnost Agras Želátovice, a.s., společnost Sady Pospíšil, s.r.o., Zemědělské družstvo Kokory, soukromý podnikatel pan Jakub Pospíšil z obce Brodek u Přerova, soukromý podnikatel pan Václav Bouchal z obce Osek nad Bečvou, společnost Zeltr Agro, a.s. a společnost Salix Morava, a.s. Celkem bylo položeno 9 otázek (dotazník je uveden v Příloze č. 6).

Velmi často byly záměrně pokládány otázky, na které šlo odpovědět ano či ne. Otázky typu „nevím“ nebyly zahrnuty do dotazníku z důvodu požadavků přesnějších výsledků.

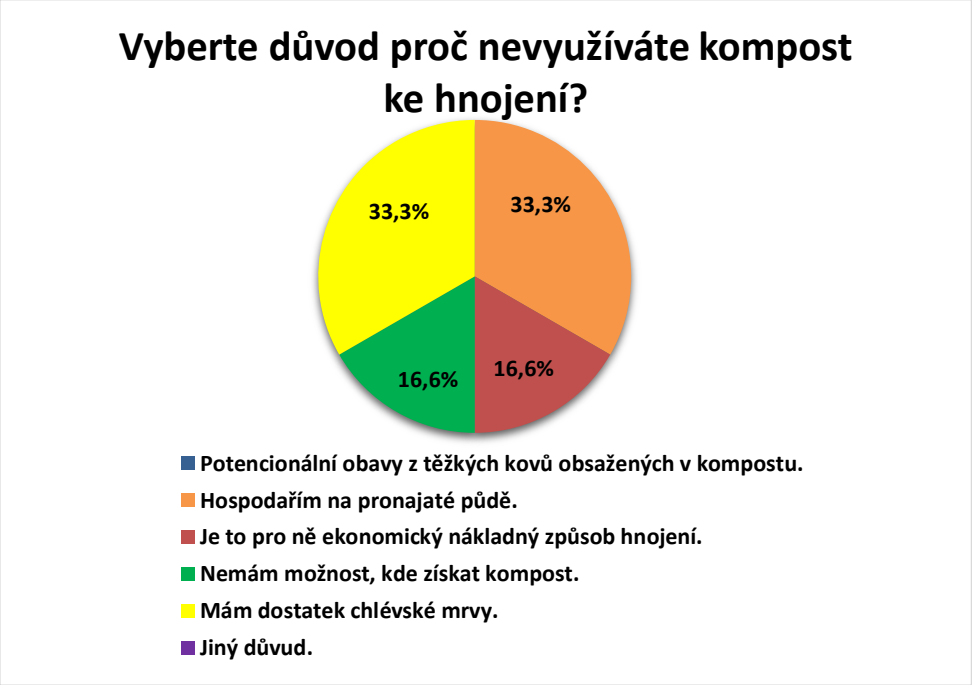
Otázka č. 1: co se týká využívání kompostu na zemědělské půdě u dotazovaných zemědělců, odpovědělo 75 % dotazovaných tak, že nevyužívají hnojení kompostem na své zemědělské půdě, 25 % však ano. Dva zemědělci z dotazovaných mají vlastní kompostárnu, a tudíž hnojí vlastním kompostem na zemědělské půdě (viz Obr. č. 16).

***Obr. č. 16** – Využívání kompostu na zemědělské půdě v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Otázka č. 2: v otázce, zda ví o pozitivním účinku kompostu na zemědělskou půdu, byla odpověď jednoznačně ano u všech dotazovaných subjektů. Dá se tedy konstatovat, že občané podnikající v okolí Přerova v zemědělství jsou dobře informováni o pozitivním účinku kompostu (viz Obr. č. 17).

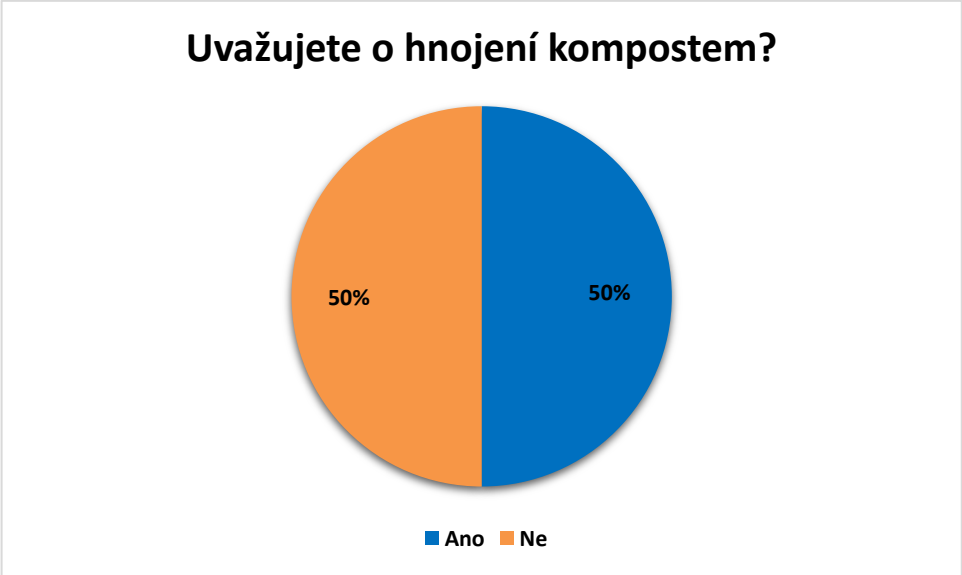
***Obr. č. 17** – Informovanost o pozitivním účinku kompostu v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Otázka č. 3: doplňující otázkou u subjektů, kteří nevyužívají kompost ke hnojení, je otázka, proč jej nevyužívají ke hnojení. Žádný z dotazovaných se neobává potenciálního výskytu těžkých kovů obsažených v kompostu. Stejný počet hlasů, tj. 33,3 %, získaly dvě odpovědi, a to že hospodaří na pronajaté půdě a mají dostatek vlastní chlévské mrvy. Pro jednoho z dotazovaných je hnojení kompostem ekonomicky náročné a další dle odpovědi nemá možnost kde kompost získat (viz Obr. č. 18).



***Obr. č. 18** – Důvody proč nevyužívat kompost ke hnojení na zemědělské půdě v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Otázka č. 4: jestli zemědělci uvažují o hnojení kompostem, dva z dotazovaných na otázku neodpověděli z důvodu vlastního produkce kompostu. U zbylých dotazovaných odpovědělo 50 % respondentů tak, že uvažují o hnojení kompostem, a 50 % že neuvažují o hnojení kompostem (viz Obr. č. 19). Důvodů, proč někteří z dotazovaných přemýšlí o hnojení kompostem, může být mnoho, např. podnikají pouze v rostlinné výrobě a mají málo organického hnojiva, nebo jim záleží na stavu zemědělské půdě, na které hospodaří.



***Obr. č. 19** – Potencionální hnojení kompostem v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

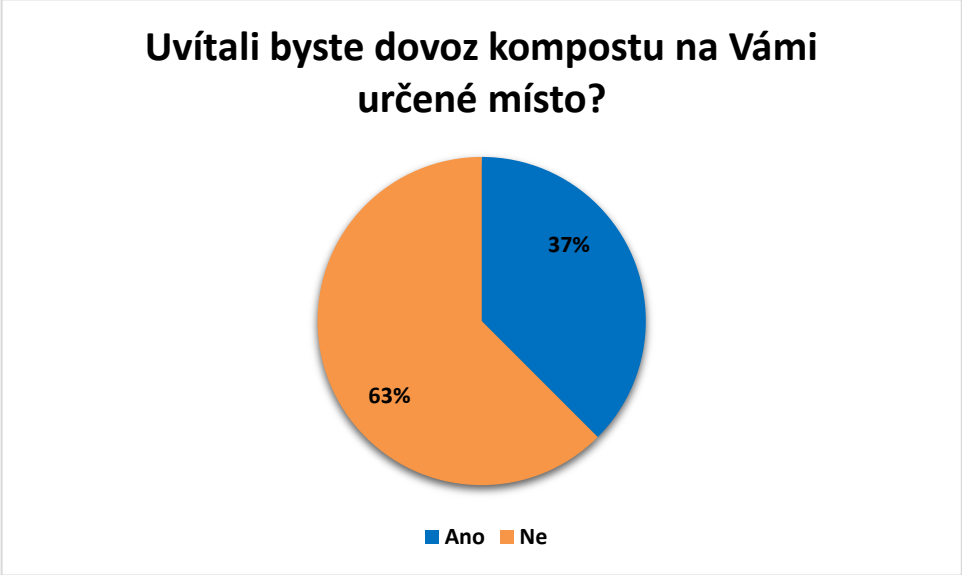
Otázka č. 5: zda by byli ochotní za odebírání kompostu platit, odpovědělo 75 % dotazovaných, že ne a 25 % ano (viz Obr. č. 20).

***Obr. č. 20** – Ochota zaplatit za kompost v okolí města Přerova (Čoček, 2016)*

Otázka č. 6: doplňující otázkou týkající se 2 respondentů, kteří by byli ochotní za odebraný kompost zaplatit, byla otázka, jakou částku za 10^3 kg kompostu by byly

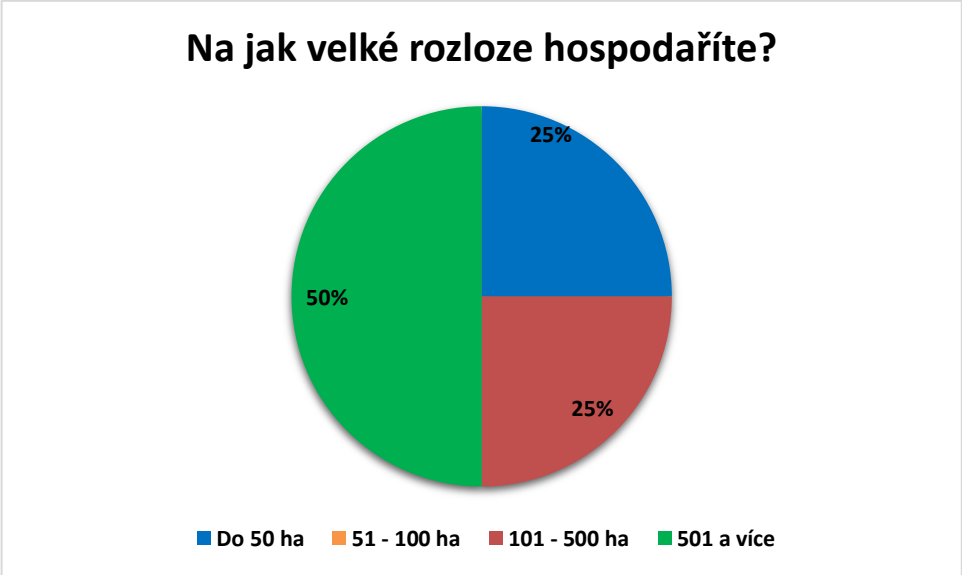
ochotni zaplatit. Jeden respondent odpověděl 10 Kč za 10^3 kg kompostu a druhý až 50 Kč za 10^3 kg kompostu.

Otázka č. 7: týkající se uvítání dovozu kompostu na jimi určené místo odpovědělo 63 % zemědělců, že ne, a 37 %, že ano (viz Obr. č. 21). Zcela jistě nepřekvapivá odpověď byla u respondentů, kteří produkují vlastní kompost. Ti mají kompostu dostatek a možnost dovozu dalšího kompostu by neuvítali.



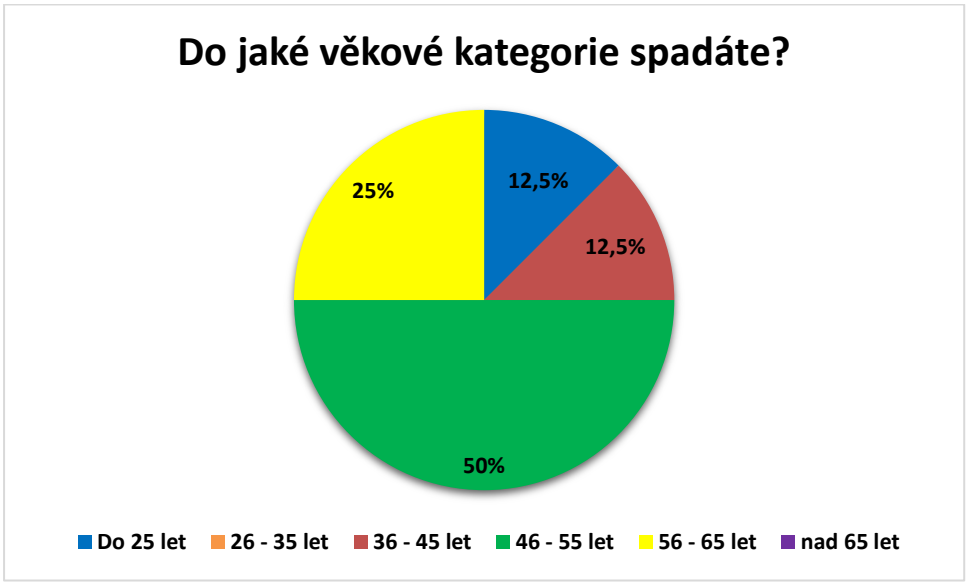
***Obr. č. 21** – Využití dovozu kompostu v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Otázka č. 8: se týkala rozlohy zemědělské půdy, na které zemědělci hospodaří. U této otázky byly odpovědi rozdílné. 50 % respondentů hospodaří na rozloze větší než 501 ha, 25 % na rozloze 101 až 500 ha a 25 % hospodaří na rozloze do 50 ha (viz Obr. č. 22).



***Obr. č. 22** – Rozloha zemědělské půdy, na které hospodaří zemědělci v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Otázka č. 9: do jaké věkové kategorie dotazovaní spadají. Odpovědi na otázku byly velmi rozdílné. Největší zastoupení získala věková kategorie 46 až 55 let (50 % respondentů). Dva dotazovaní (25 % respondentů) spadají do věkové kategorie 56 až 65 let. Jeden z odpovídajících (12,5 %) patří do věkové hranice do 25 let a 12,5 % činila věková skupina 36 až 45 let (viz Obr. č. 23). Z odpovědí je patrné, že v zemědělství ve zkoumané oblasti pracují především lidé ve vyšším věku.



***Obr. č. 23** – Věková skupiny zemědělců v okolí města Přerov (Čoček, 2016)*

Z výsledku dotazníkového šetření vyplývá, že hnojení kompostem v okolí města Přerova u místních zemědělských podniků není moc využívané. Oproti tomu v EU je asi 50 % vyrobeného kompostu aplikováno na zemědělskou půdu (www.eur-lex.europa.eu). Zemědělci jsou dobře informováni o pozitivních účincích kompostu na zemědělskou půdu. O potenciálním využívání vyprodukovaného kompostu z kompostárny Přerov – Žeravice uvažuje 50 % dotazovaných z autorova dotazníku. Zbytek dotazovaných neuvažuje o aplikaci kompostu na zemědělskou půdu z důvodů hospodaření na pronajaté půdě, mají dostatek chlévské mrvy a ekonomických důvodů. Zemědělci, kteří mají zájem o kompost, by jej chtěli získávat zadarmo nebo za symbolickou částku. V zemědělství se pohybuje v současnosti vyšší počet starších lidí, kteří jsou často k novým věcem podezřívaví. Autor práce se domnívá, že mladá generace zemědělců bude k technologii kompostování příznivěji nakloněna a vzniklý kompost bude aplikovat na svou zemědělskou půdu, aby zlepšila její vlastnosti. Kompletní podoba dotazníku (šetření) je uvedena v Příloze č. 6.

6.3 Vyhodnocení testu fytotoxicity

Následující kapitola uvádí výsledky test fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu, který byl proveden na čtyřech vzorcích kompostu odebraných z kompostárny Přerov – Žeravice a referenční OECD půdě. Koncentrace kompostu byla 100 %, 50 % a 25 %. Test u všech vzorků a koncentrací byl proveden ve třech opakováních A, B a C. Každá vzorkovnice obsahovala 10 semen hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*).* Naměřené délky všech kořínků jsou uváděny v milimetrech a byly zaneseny do tabulek (Tab. č. 7 až 19). Získané údaje jsou nutné pro výpočet inhibice/stimulace růstu kořenu u hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*).* V Tab. č. 7 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek 100 % referenční půdy.

Tab. č. 7 – *Délky kořínku hořčice bíle (Sinapis alba* L.*) u Vzorku 100 % referenční OECD půdy (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku 100 % referenční OECD půdy				
	SIA control 1	SIA control 2	SIA control 3	
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)	
1	0	0	45	
2	45	55	0	
3	62	39	55	
4	0	57	50	
5	52	43	50	
6	38	36	16	
7	45	40	48	
8	30	46	47	
9	24	45	0	
10	45	0	51	
Mean	34,1	36,1	36,20	**35,47**
Std. Dev.	20,86	20,14	21,90	
VC%	61,16	55,78	60,49	
longest root	62,00	57,00	55,00	**58,00**

U Vzorku 100 % referenční OECD půdy činila průměrná délka kořínku 35,47 mm.

V Tab. č. 8 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 1 25 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 8 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 1 25 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 1 25 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	58	53	62		
2	0	54	67		
3	72	33	76		
4	0	45	43		
5	75	73	7		
6	68	71	81		
7	71	0	70		
8	51	81	65		
9	72	78	43		
10	57	73	77	MEAN	**% inhibition**
Mean	52,40	56,10	59,10	55,87	
Std. Dev.	28,70	25,19	22,47		**-57,52**
VC%	54,78	44,90	38,02		
longest root	75,00	81,00	81,00	79,00	**-36,21**

Nejdelší kořínek Vzorku č. 1 25 % s opakováním A, B, C dosahoval 81 mm. Inhibice byla -57,52 %, tedy zkoumaný vzorek kompostu vykazoval stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).* Tento vzorek kompostu vykazoval nejvyšší stimulační účinek.

V Tab. č. 9 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 1 50 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 9 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 1 50 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 1 50 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	52	0	7		
2	66	40	45		
3	42	55	47		
4	54	63	48		
5	42	62	40		
6	40	56	25		
7	42	54	45		
8	0	50	0		
9	48	19	63		
10	45	32	28	MEAN	**% inhibition**
Mean	43,10	43,10	34,80	40,33	
Std. Dev.	17,06	20,55	19,66		**-13,72**
VC%	39,59	47,67	56,50		
longest root	66,00	63,00	63,00	64,00	**-10,34**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 1 50 % s opakováním A, B, C dosahoval 66 mm. Inhibice byla -13,72 %, tedy zkoumaný vzorek kompostu vykazoval stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

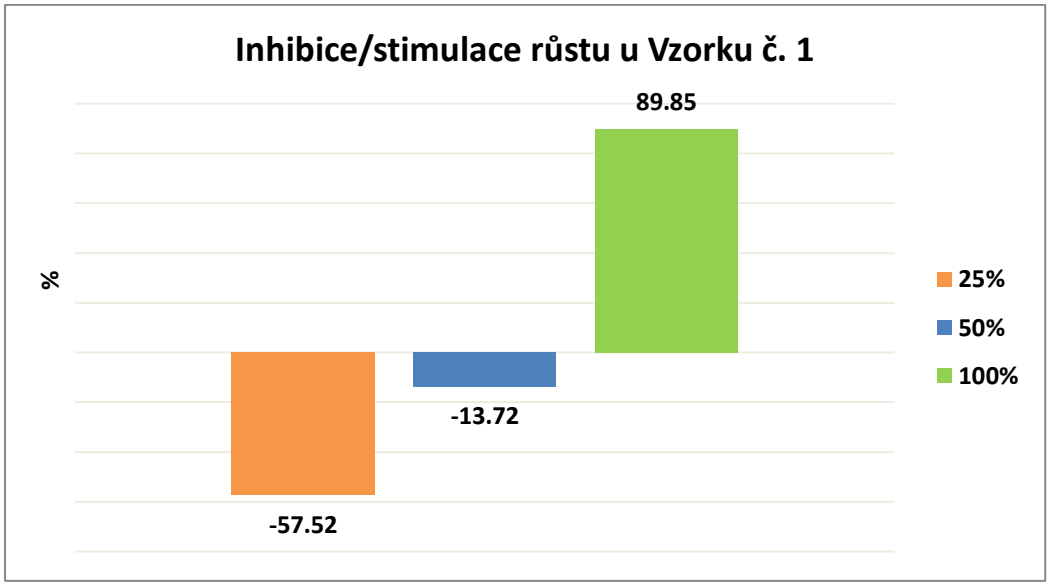
V Tab. č. 10 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 1 100 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 10 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 1 100 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 1 100 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	11	0	13		
2	0	4	3		
3	7	1	2		
4	1	0	0		
5	0	1	0		
6	0	0	0		
7	0	5	6		
8	1	0	18		
9	8	0	2		
10	12	4	9	MEAN	**% inhibition**
Mean	4,00	1,50	5,30	3,60	
Std. Dev.	4,94	2,01	6,20		**89,85**
VC%	123,60	134,26	117,00		
longest root	12,00	5,00	18,00	11,67	**79,89**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 1 100 % s opakováním A, B, C dosahoval pouze 18 mm, tedy nejmenší hodnotu. Inhibice měla hodnotu 89,85 %, vzorek vykazoval inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

Graf na Obr. č. 24 vyjadřuje inhibici Vzorku č. 1, kdy u 25 % koncentrace kompostu byla inhibice -57,52 %, u 50 % koncentrace kompostu -13,72 % a 100 % koncentrace kompostu 89,85 %. Ve dvou koncentracích má kompost stimulační účinek (koncentrace 25 % a 50 %) a v jedné inhibiční účinek (100 %).



Obr. č. 24 – *Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u prvního vzorku kompostu. (Čoček, 2016)*

V Tab. č. 11 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 2 25 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 11 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 2 25 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 2 25 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	50	75	56		
2	0	55	71		
3	0	70	67		
4	73	24	58		
5	66	15	30		
6	59	0	47		
7	54	48	31		
8	56	63	55		
9	40	67	62		
10	22	66	39	MEAN	**% inhibition**
Mean	42,00	48,30	51,60	47,30	
Std. Dev.	26,17	26,12	14,39		**-33,36**
VC%	62,30	54,08	27,89		
longest root	73,00	75,00	71,00	73,00	**-25,86**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 2 25 % s opakováním A, B, C dosahoval 75 mm. Inhibice byla -33,36 %, tedy zkoumaný vzorek kompostu vykazoval stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

V Tab. č. 12 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 2 50 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 12 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 2 50 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 2 50 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	21	32	13		
2	29	3	19		
3	10	19	7		
4	14	24	21		
5	25	13	16		
6	21	33	11		
7	24	1	13		
8	0	24	20		
9	19	2	0		
10	33	11	17	MEAN	**% inhibition**
Mean	19,60	16,20	13,70	16,50	
Std. Dev.	9,59	12,04	6,48		**53,48**
VC%	48,95	74,35	47,31		
longest root	33,00	33,00	21,00	29,00	**50,00**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 2 50 % s opakováním A, B, C dosahoval 33 mm. Inhibice je 53,48 % a vykazuje inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

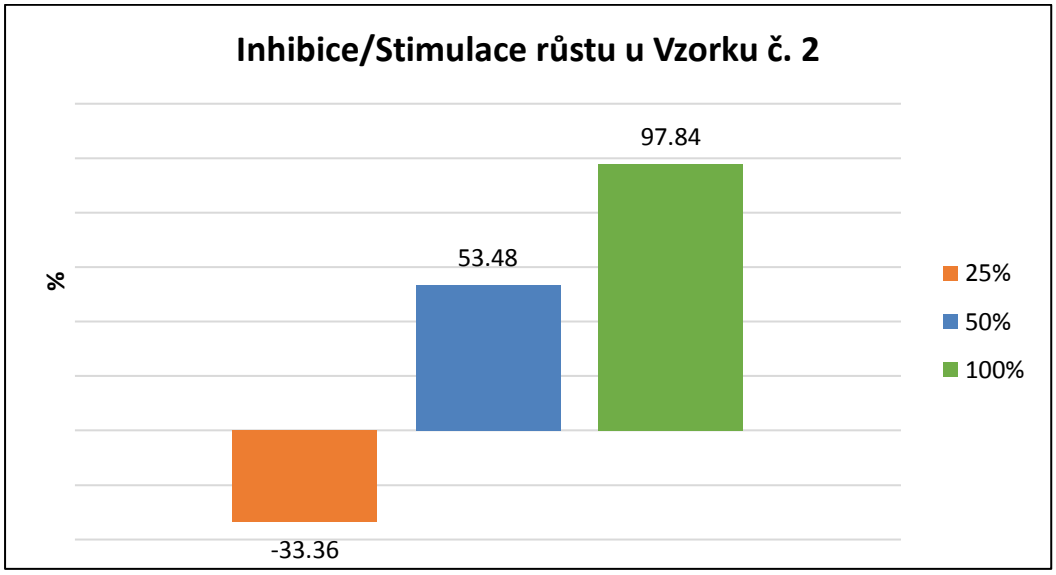
V Tab. č. 13 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 2 100 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 13 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 2 100 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 2 100 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	0	3	0		
2	0	4	0		
3	1	2	0		
4	0	0	0		
5	2	0	2		
6	0	0	0		
7	0	1	0		
8	0	1	0		
9	3	0	4		
10	0	0	0	MEAN	**% inhibition**
Mean	0,60	1,10	0,60	0,77	**97,84**
Std. Dev.	1,07	1,45	1,35		
VC%	179,16	131,74	224,98		
longest root	3,00	4,00	4,00	3,67	**93,68**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 2 100 % s opakováním A, B, C dosahoval 4 mm. Inhibice je 97,84 % a vykazuje inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*.

Na grafu (viz Obr. č. 25) jsou znázorněny hodnoty inhibice/stimulace pro Vzorek č. 2, kdy u 25 % koncentrace kompostu byla inhibice -33,36 %, u 50 % koncentrace kompostu 53,48 % a 100 % koncentrace kompostu 97,84 %. V 25 % koncentraci má kompost stimulační účinek a ve zbývajících koncentracích inhibiční účinek.



Obr. č. 25 – *Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u druhého vzorku kompostu. (Čoček, 2016)*

V Tab. č. 14 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 3 25 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 14 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 3 25 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 3 25 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	66	54	0		
2	63	64	63		
3	72	47	70		
4	48	48	42		
5	46	55	53		
6	0	52	37		
7	28	58	51		
8	58	35	51		
9	0	1	63		
10	49	64	67	MEAN	**% inhibition**
Mean	43,00	47,80	49,70	46,83	
Std. Dev.	25,79	18,53	20,47		**-32,05**
VC%	59,99	38,77	41,18		
longest root	72,00	64,00	70,00	68,67	**-18,39**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 3 25 % s opakováním A, B, C dosahoval 72 mm. Inhibice je -32,05 % a vykazuje stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

V Tab. č. 15 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 3 50 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 15 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 3 50 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 3 50 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	2	58	56		
2	19	42	42		
3	43	29	14		
4	42	20	28		
5	0	46	0		
6	17	25	32		
7	32	24	34		
8	35	33	24		
9	39	40	22		
10	35	28	53	MEAN	**% inhibition**
Mean	26,40	34,50	30,50	30,47	
Std. Dev.	15,96	11,82	17,08		**14,10**
VC%	60,45	34,25	56,01		
longest root	43,00	58,00	56,00	52,33	**9,77**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 3 50 % s opakováním A, B, C dosahoval 58 mm. Inhibice je 14,10 % a vykazuje inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

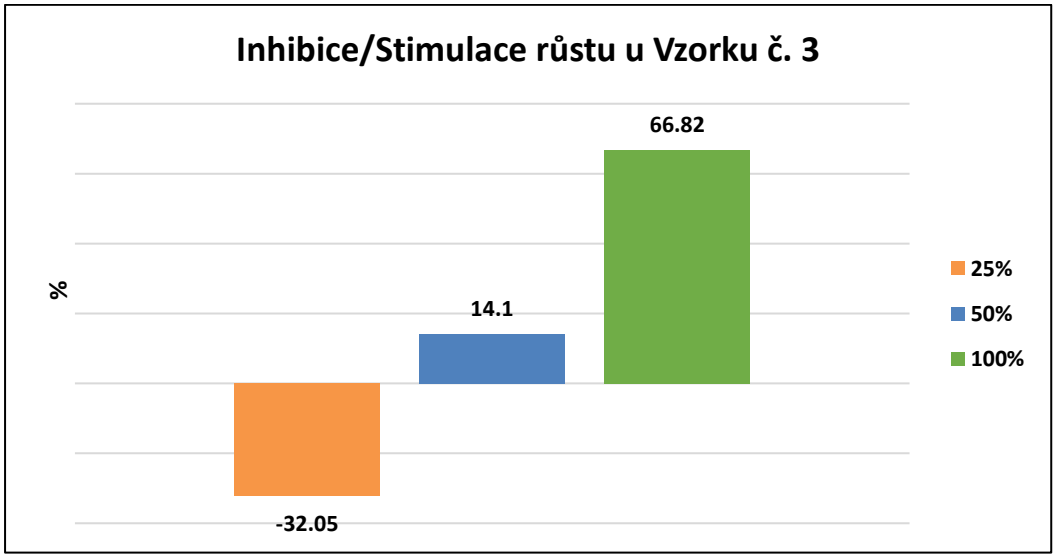
V Tab. č. 16 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 3 100 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 16 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 3 100 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 3 100 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	7	10	11		
2	0	0	15		
3	12	0	15		
4	6	17	16		
5	21	20	8		
6	20	1	10		
7	6	20	8		
8	4	14	17		
9	14	13	13		
10	15	18	22	MEAN	**% inhibition**
Mean	10,50	11,30	13,50	11,77	
Std. Dev.	7,00	8,18	4,40		**66,82**
VC%	66,63	72,38	32,62		
longest root	21,00	20,00	22,00	21,00	**63,79**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 3 100 % s opakováním A, B, C dosahoval 22 mm. Inhibice je 66,82 % a vykazuje inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*.

Graf (Obr. č. 26) zobrazuje inhibici/stimulaci Vzorku č. 3, kdy u 25 % koncentrace kompostu byla inhibice -32,05 %, u 50 % koncentrace kompostu 14,1 % a 100 % koncentrace kompostu 66,82 %. V koncentracích 50 % a 100 % má kompost inhibiční účinek a při 25 % koncentraci stimulující účinek.



Obr. č. 26 – *Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u třetího vzorku kompostu. (Čoček, 2016)*

V Tab. č. 17 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 4 25 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 17 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 4 25 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 4 25 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	4	1	66		
2	58	6	70		
3	67	52	0		
4	68	46	17		
5	16	51	55		
6	52	0	33		
7	62	59	30		
8	72	66	66		
9	27	67	53		
10	37	41	60	MEAN	**% inhibition**
Mean	46,30	38,90	45,00	43,40	
Std. Dev.	23,90	26,53	23,74		**-22,37**
VC%	51,63	68,19	52,76		
longest root	72,00	67,00	70,00	69,67	**-20,11**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 4 25 % s opakováním A, B, C dosahoval 72 mm. Inhibice je -22,37 % a vykazuje stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

V Tab. č. 18 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 4 50 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 18 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 4 50 % s opakováním A, B, C. (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 4 50 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Length (mm)	Length (mm)	Length (mm)		
1	0	33	45		
2	13	0	40		
3	20	17	2		
4	25	15	9		
5	31	22	32		
6	19	0	34		
7	0	11	0		
8	0	13	11		
9	21	29	17		
10	23	36	43	MEAN	**% inhibition**
Mean	15,20	17,60	23,30	18,70	
Std. Dev.	11,43	12,55	17,38		**47,27**
VC%	75,19	71,28	74,61		
longest root	31,00	36,00	45,00	37,33	**35,63**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 4 50 % s opakováním A, B, C dosahoval 45 mm. Inhibice je 47,27 % a vykazuje inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

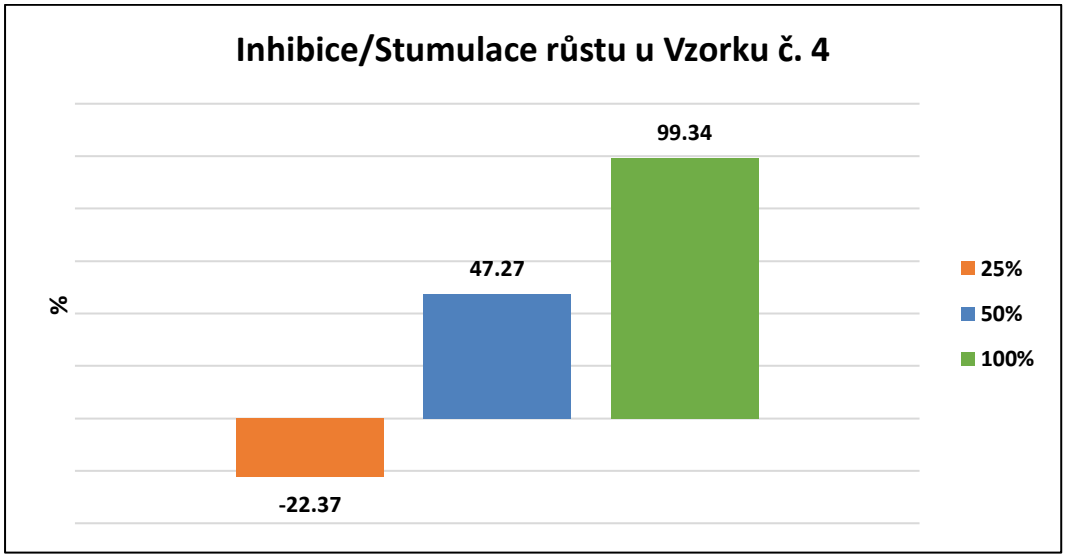
V Tab. č. 19 jsou uvedeny hodnoty délek kořínků v mm pro Vzorek č. 4 100 % s opakováním A, B, C.

Tab. č. 19 – *Délka kořínků hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u Vzorku č. 4 100 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016)*

SIA – Vzorku č. 4 100 % s opakováním A, B, C					
	SIA sample A	SIA sample B	SIA sample C		
	Délka (mm)	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	2	0	0		
2	0	0	0		
3	0	0	0		
4	0	0	0		
5	1	0	1		
6	0	0	0		
7	0	0	2		
8	0	0	0		
9	1	0	0		
10	0	0	0	MEAN	**% inhibition**
Mean	0,40	0,00	0,30	0,23	
Std. Dev.	0,70	0,00	0,67		**99,34**
VC%	174,80	0,00	224,98		
longest root	2,00	0,00	2,00	1,33	**97,70**

Nejdelší kořínek u Vzorku č. 4 100 % s opakováním A, B, C dosahoval 2 mm. Inhibice je 99,34 % a vykazuje největší inhibiční účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*).*

Na grafu (Obr. č. 27) jsou znázorněny hodnoty inhibice pro Vzorek č. 4, kdy u 25 % koncentrace kompostu byla inhibice -22,37 %, u 50 % koncentrace kompostu 47,27 % a 100 % koncentrace kompostu 99,34 %. U 25 % koncentraci má kompost stimulační účinek, v 50 % a 100 % koncentraci má kompost inhibiční účinek.



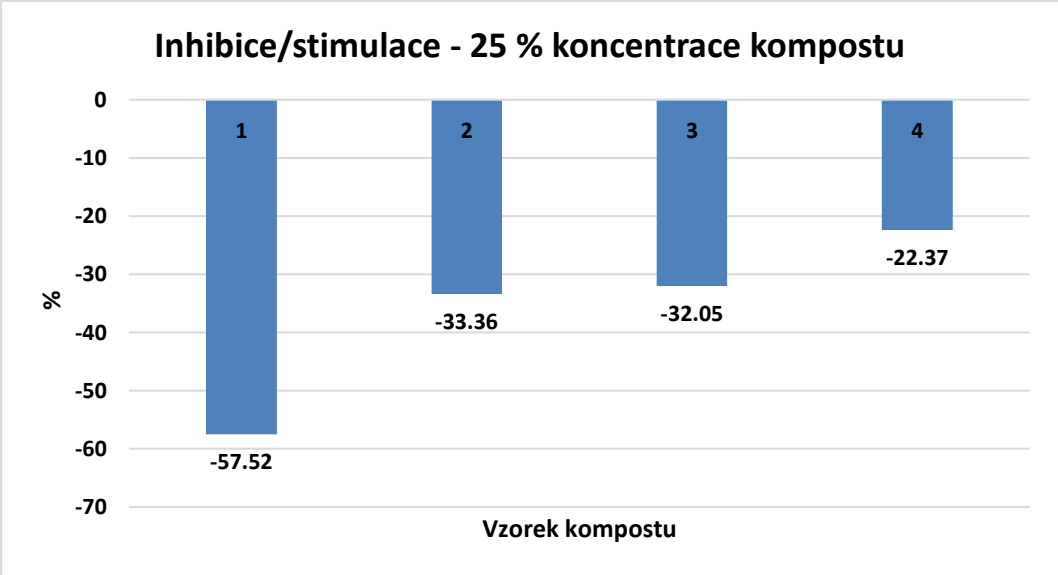
***Obr. č. 27** – Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) u čtvrtého vzorku kompostu. (Čoček, 2016)*

6.4 Porovnání koncentrací kompostu

Pro čtyři zkoumané vzorky a tři stanovené koncentrace (25, 50 a 100 %) se stanovala fytotoxicita pomocí testu Phytotoxkit, kde se konkrétně vypočítával inhibiční či stimulační účinek. U posuzovaných vzorků kompostu se zjišťovalo, jaký vliv má daná koncentrace kompostu na inhibici růstu kořenů rostliny hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*. Z grafu (viz Obr. č. 28) je patrné, že 25 % koncentrace kompostu měla u všech vzorků pouze stimulační účinek. U 50 % koncentrace kompostu měl stimulační účinek pouze Vzorek č. 1 odebraný 31. 8. 2015 a zbývající vzorky měly inhibiční účinek (Obr. č. 29). Inhibiční účinek vykazovaly veškeré vzorky při 100 % koncentraci kompostu (Obr. č. 30).

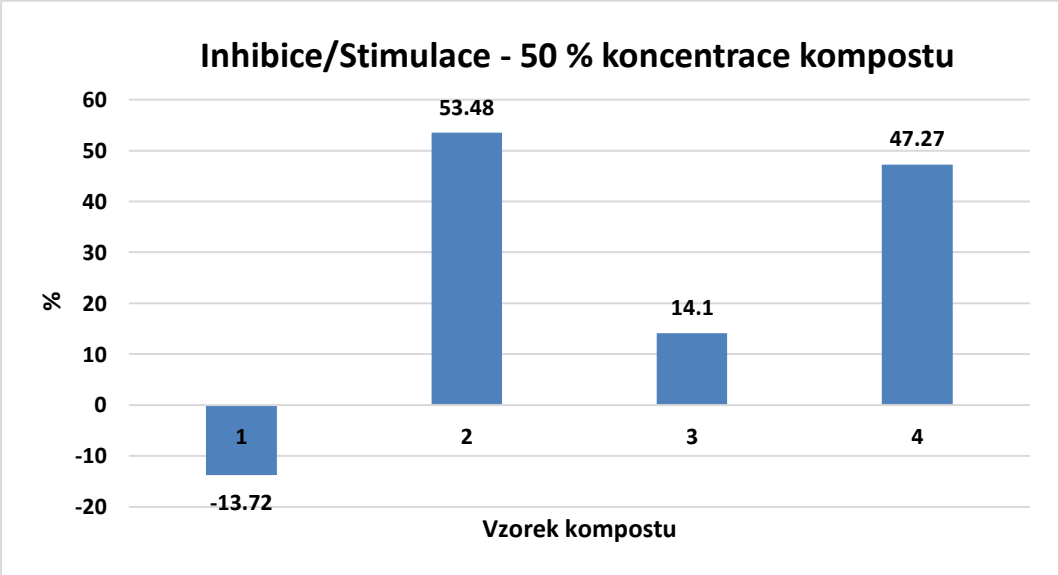
Nejlepší stimulační účinek na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* měl Vzorek č. 1, u kterého vyšla stimulace u 25 % a 50 % koncentrace kompostu. Vzorek č. 3 měl nejmenší inhibiční účinek na růst kořenů a nevykazoval takovou fytotoxicitu. Nejhorší výsledek byl naměřen u Vzorku č. 4 odebraného dne 9. 9. 2016. Vykazoval největší inhibiční účinek u 100 % koncentrace kompostu. Inhibice dosahovala 99,34 %. Podobný výsledek vykazoval i Vzorek č. 2 odebraný 28. 5. 2016.

Z grafu (Obr. č. 28) je patrné, že 25 % koncentrace všech 4 zkoumaných vzorků kompostů mají pozitivní vliv na růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*. Nejlépe podporoval růst kořenů této rostliny Vzorek č. 1.



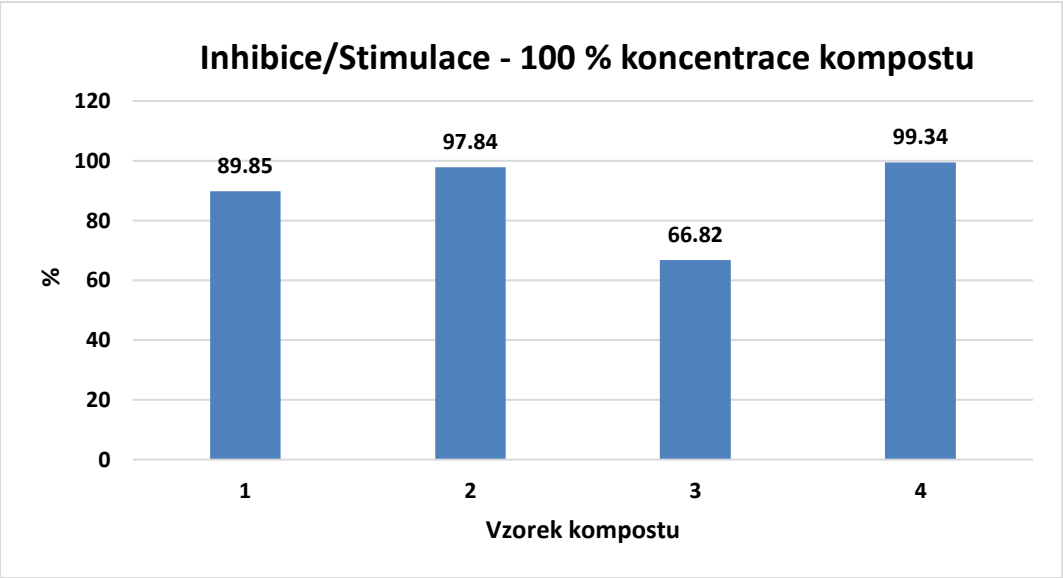
***Obr. č. 28** – Porovnání inhibice u všech vzorků s 25 % koncentrací kompostu (Čoček, 2016)*

Z grafu (Obr. č. 29) lze vypozorovat rozdílné hodnoty u vzorků s 50 % koncentrací kompostu. První vzorek jako jediný vykazuje stimulační účinek na růst kořenů. Třetí vzorek kompostu (Vzorek č. 3) má sice inhibiční účinek, ale inhibice je oproti Vzorku č. 2 o 39,38 % nižší.



***Obr. č. 29** – Porovnání inhibice u všech vzorků s 50 % koncentrací kompostu (Čoček, 2016)*

Z grafu (Obr. č. 30) je zřejmý inhibiční účinek u 100 % kompostu. Stoprocentní koncentrace kompostu zpomaluje, až zastavuje růst kořenů rostliny hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*)* u všech vzorků kompostů. Taková koncentrace čistého kompostu, spálí rostliny, a proto není vhodné v této koncentraci kompost aplikovat na zemědělskou půdu, což není ani běžným zvykem.



Obr. č. 30 – *Porovnání inhibice u všech vzorků s 100 % koncentrací kompostu (Čoček, 2016)*

Z výsledků je patrné, že nižší koncentrace kompostů mají velmi pozitivní účinek na růst rostliny hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*, zatímco 100 % koncentrace kompostu rostlině škodí a inhibují její růst.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se týká kompostování biologicky rozložitelných odpadů ve městě Přerov. Výstupem práce byla charakteristika a zhodnocení procesu kompostování na kompostárně Přerov – Žeravice. Dále byl rozeslán dotazníkový průzkum místním zemědělským podnikům a byl proveden test fytotoxicity na odebraných vzorcích kompostu z kompostárny Přerov – Žeravice.

Kompostárna Přerov – Žeravice, kterou provozují Technické služby města Přerov, s.r.o., má tři menší nedostatky. Současná kapacita kompostárny dosahuje skoro svého maxima, bylo by velmi vhodné rozšířit plochu kompostárny z 3408 m^2 na 5116 m^2 až na dvojnásobek současné kapacity. Provozovaný traktor při procesu překopávání zakládek jede na rozhraní maximálního výkonu 135 koní. Z tohoto důvodu navrhuje autor práce silnější typ traktoru, který bude mít výkon kolem 200 koní. Posledním návrhem, který již byl zrealizován, je nevyužívat fermentor na zpracování gastroodpadu. Tato technika značně zvyšuje náklady na provoz kompostárny a kompostárna se dostává do ekonomických problémů. Podle autora je i přesto kompostárna Přerov – Žeravice navržena a provozována velmi dobře.

Další část práce byla věnována dotazníkovému průzkumu, jejímž cílem bylo zjistit potenciální zájem místních zemědělců o kompost vyprodukovaný na dané kompostárně. Dotazníku se zúčastnilo 8 zemědělských subjektů. Z výsledku šetření vyplynulo, že hnojení kompostem okolí města Přerova není u místních zemědělských podniků moc využívané. O možném využívání kompostu uvažuje 50 % dotazovaných, kteří by mohli odebírat vyprodukovaný kompost z kompostárny Přerov – Žeravice. Zbylých 50 % dotazovaných o aplikaci kompostu do zemědělské půdy z různých důvodů neuvažuje. Zemědělci, kteří mají zájem o kompost, by jej chtěli získávat zadarmo nebo za symbolickou částku. Dotazníkový průzkum u místních zemědělských podniků byl proveden na přání ředitele Technických služeb města Přerov, s. r. o., pana Ing. Bohumila Střelce. Dle slov ředitele by Technické služby města Přerov, s. r. o. po uplynutí doby 5 let od získání dotace na stavbu kompostárny chtěly daný kompost nabízet, případně prodávat zemědělských podnikům.

Test na fytotoxicitu byl proveden na čtyřech vzorcích kompostu s 25 % koncentrací, s 50 % koncentrací a se 100 % koncentrací kompostu na rostlině hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)*. Byla provedena vždy tři opakování pro dané koncentrace kompostu. Kompost s 25 % koncentrací vykazoval u všech vzorků stimulační účinek. Daná koncentrace

kompostu nejlépe podporovala růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba.* L.*)* U 50 % koncentrace kompostu měl stimulační účinek pouze Vzorek č. 1 a zbývající vzorky měly inhibiční účinek. Inhibiční účinek vykazovaly veškeré vzorky při 100 % koncentraci kompostu.

Při porovnání všech čtyřech vzorků kompostu nejlépe podporoval růst kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba.* L.*)* Vzorek č. 1., který vykazoval při 25 % a 50 % koncentraci stimulační účinek. Vzorek č. 4 působil nejméně stimulačně na růst a při 100 % koncentraci kompostu dosahoval hodnoty inhibice 99,34 %.

Z výsledků vyplývá, že 100 % koncentrace kompostu není pro rostliny příznivá a čím je koncentrace kompostu nižší, tím lépe podporuje kompost růst rostlin a vykazuje stimulační účinky.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMANN, Vlastimil. *Využití kompostu pro optimalizaci vodního režimu v krajině.* Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2013. ISBN 978-80-87226-26-1.

ALTMANN, Vlastimil, Petr VACULÍK a Miroslav MIMRA. *Technika pro zpracování komunálního odpadu:* vědecká monografie. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2.

BORKOVCOVÁ, Marie a Markéta ŽÁKOVÁ. *Biologie pro odpadové hospodářství.* Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-240-3.

ČERMÁK, Oskár a Marek KEBÍSEK. Odpadové hospodárstvo: kompostovanie. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008. Edícia skript. ISBN 978-80-227-2920-8.

CHUDÁREK, Tomáš. *Odpadové hospodářství v praxi.* Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, 2013. Recetox. ISBN 978-80-210-6601-4.

FILIP, Jiří. *Odpadové hospodářství.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. ISBN 80-7157-608-5.

GALÁSEK, Tomáš. *Kupní smlouva na techniku.* Přerov, 2014.

JUNGA, Petr. *Technika pro zpracování odpadů II.* Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-209-0.

KALINA, Miroslav. *Hnojení půdy a kompostování v zahradě.* Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5848-0.

KIZLINK, Juraj. Odpady: sběr, zpracování, zužitkování, zneškodnění, legislativa. 3., upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-884-7.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování.* Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.

MACH, Pavel. Kompostování. 1. Brno, 2008.

MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství, zpracování biologicky rozložitelných odpadů.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1747-5.

MOŇOK, Branislav. *Komunitní kompostování.* Náměšť nad Oslavou: ZERA, 2008. ISBN 978-80-903548-7-6.

PLÍVA, Petr. *Právní aspekty kompostování.* Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2004. ISBN 80-903271-6-8.

PLÍVA, Petr. *Technika pro kompostování v pásových hromadách*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2005. ISBN 80-86884-02-3.

PLÍVA, Petr. *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu.* Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. ISBN 80-86884-11-2.

PLÍVA, Petr. *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše.* Praha: Profi Press, 2009. ISBN 978-80-86726-32-8.

PLÍVA, Petr, Vlastimil ALTMANN, Aleš HANČ, Květuše HEJÁTKOVÁ, Amitava ROY, Jiří SOUČEK a Lucie VALENTOVÁ. *Kompostování a kompostárny*: Petr Plíva, Vlastimil Altmann, Aleš Hanč, Květuše Hejátková, Amitava Roy, Jiří Souček, Lucie Valentová. Praha: Vydavatelství Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-74-8.

RAJNOCH, Milan. *Zakládání a údržba veřejné zeleně (přednášky).* 1. Brno, 2016.

RYBKA, Zdeněk, Ústní sdělení. Nepublikováno. 2016.

TESAŘOVÁ, Marta. *Biologické zpracování odpadů.* Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-420-4.

VÁŇA, Jaroslav, Aleš HANČ a Jan HABART. Pevné odpady 2009. Vydání třetí, přepracované. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2009. ISBN 978-80-213-1992-9.

VOŠTOVÁ, Věra. *Logistika odpadového hospodářství.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.

Internetové prameny

Biological response of using municipal solid waste compost in agriculture as fertilizer supplement [online]. Springer Link: Springer Netherlands, 2011 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11157-016-9407-9#aboutarticle

Biologicky rozložitelný komunální odpad [online]. Praba: České sdružení pro biomasu, z.s., 2016 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: http://biom.cz/cz-bioodpady-a-kompostovani

Co patří do nádob na BRO [online]. Přerov: Technické služby města Přerov, s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://tsmpr.cz/sluzby/odpadove-hospodarstvi/#sberne-dvory-skladka

Hořčice bílá [online]. Chýnov: Garten, 2011 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://www.garten.cz/forum/vt/cz/4492-horcice-bila-sinapis-alba/

Kompostování v hromadách. Biologické metody zpracování odpadů [online]. Ostrava: Vysoká škola Báňská, 2016 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html

Legislativa [online]. Praha: Ministerstva České republiky, 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://portal.gov.cz/app/zakony/?path=/portal/obcan/

Legislativa. Zákony pro lidi [online]. Praha: Ministerstvo České republiky, 2016 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/

Mapy [online]. Praha: seznam.cz, 2016 [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: https://mapy.cz/zakladni?x=17.4161772&y=49.4694405&z=10&source=muni&id=83

Nádoby na BRO [online]. Přerov: Přerovský deník, 2015 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://prerovsky.denik.cz/zpravy_region/prerovane-dostanou-popelnice-na-bioodpad-pak-mozna-i-svuj-dil-kompostu-20150105.html

Nařízení a směrnice Evropského parlamentu a Rady [online]. Brusel: Evropská unie, 2009 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://www.kompostuj.cz/vime-jak/legislativa/

Organická hnojiva [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1623&typ=html

Statistika odpadů. Praha: Český statistický úřad. [online]. 2016 [cit. 2016-11-26].

Dostupné https://www.czso.cz/documents/10180/49151919/28002016.pdf/79028645-b5d7-4ada-904b-5c73fa3653f4?version=1.1

Traktory [online]. Dolní Bukovsko: Garnea, 2016 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://www.garnea-as.cz

Velkoobjemové kontejnery na BRO [online]. Přerov: Magistrát města Přerova, 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://www.prerov.eu/cs/magistrat/zivotni-prostredi/odpady/pristavovani-velkoobjemovych-kontejneru.html

Výroba a využití kompostu v zemědělství [online]. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1994 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: http://stary.biom.cz/publikace/kompost/

Výstavba kompostárny a kompost [online]. Přerov: Technické služby města Přerov, s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: http://tsmpr.cz/sluzby/BRKO/

Využití kompostu v zemědělství. EUR - Lex [online]. Evropská únie: EUR - Lex, 2016 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0811

Zemědělské odpady [online]. Praba: Cenia, 2016 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zemedelske_odpady&site=odpady

Provozní řád

NETOPIL, Zdeněk. Provozní řád zařízení Kompostárna Přerov – Žeravice. Přerov, 2014, 32 s.

Ústní sdělení

RYBKA, Zděněk. vedoucí kompostárny, ústní sdělení 1. prosince 2016, Přerov.

9 SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Nejběžnější způsoby nakládání s komunálním odpadem v České republice (10^3 kg) 18
Tab. č. 2 – Vývoj v produkci kompostu v Evropě v letech 2002 – 2014 20
Tab. č. 3 – Přijímané odpady na kompostárnu Přerov – Žeravice 38
Tab. č. 4 – Cena za technologie a zemní práce při výstavbě kompostárny 41
Tab. č. 5 – Limitní koncentrace rizikových prvků a látek 47
Tab. č. 6 – Množství kompostu a OECD půdy pro jednotlivé vzorky 56
Tab. č. 7 – Délky kořínku hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku 100 % referenční OECD půdy 67
Tab. č. 8 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 1 25 % s opakováním A, B, C 67
Tab. č. 9 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 1 50 % s opakováním A, B, C 68
Tab. č. 10 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 1 100 % s opakováním A, B, C 69
Tab. č. 11 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 2 25 % s opakováním A, B, C 70
Tab. č. 12 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 2 50 % s opakováním A, B, C (Čoček, 2016) 71
Tab. č. 13 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 2 100 % s opakováním A, B, C 72
Tab. č. 14 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 3 25 % s opakováním A, B, C 73
Tab. č. 15 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 3 50 % s opakováním A, B, C 74
Tab. č. 16 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 3 100 % s opakováním A, B, C 75
Tab. č. 17 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 4 25 % s opakováním A, B, C 76
Tab. č. 18 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 4 50 % s opakováním A, B, C. 77

Tab. č. 19 – Délka kořínků hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u Vzorku č. 4 100 % s opakováním A, B, C 78
Tab. č. 20 – Naměřené teploty zakládky č. 1 u Vzorku č. 4 102
Tab. č. 21 – Naměřené teploty zakládky č. 2 u Vzorku č. 4. 104
Tab. č. 22 – Naměřené teploty zakládky č. 3 u Vzorku č. 4. 106
Tab. č. 23 – Naměřené teploty zakládky č. 4 u Vzorku č. 4 109
Tab. č. 24 – Zakládka č. 1 založena dne 29. 8. 2016 111
Tab. č. 25 – Zakládka č. 2 založena dne 29. 8. 2016 113
Tab. č. 26 – Zakládka č. 3 založena dne 29. 8. 2016 115

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Nakládání s komunálním odpadem v České republice v roce 2015..... 18
Obr. č. 2 – Produkce komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu v letech 2011 - 2015 v České republice (10^3 kg)..... 19
Obr. č. 3 – Fáze a teploty fermentace..... 25
Obr. č. 4 – Poloha města Přerov..... 33
Obr. č. 5 – Kompostejnery ve městě Přerov..... 35
Obr. č. 6 – Rozmístění kontejnerů na biologicky rozložitelný odpad ve městě Přerov..... 36
Obr. č. 7 – Množství biologicky rozložitelného odpadu uloženého na kompostárnu Přerov – Žeravice od zahájení provozu..... 38
Obr. č. 8 – Zakládky na kompostárně Přerov – Žeravice..... 42
Obr. č. 9 – Traktor CUBOTA M135GX..... 44
Obr. č. 10 – Překopávač kompostu EAK 1500..... 45
Obr. č. 11 – Vážení 90 ml kompostu u Vzorku č. 1..... 53
Obr. č. 12 – OECD půda..... 54
Obr. č. 13 – Vzorkovnice s OECD půdou a hořčicí bílou *(Sinapis alba* L.*)*..... 55
Obr. č. 14 – Vážení vzorků kompostů..... 56
Obr. č. 15 – Vzorek č. 1 50 % C..... 57
Obr. č. 16 – Využívání kompostu na zemědělské půdě v okolí města Přerov..... 61
Obr. č. 17 – Informovanost o pozitivním účinku kompostu v okolí města Přerov. 61
Obr. č. 18 – Důvody proč nevyužívat kompost ke hnojení na zemědělské půdě v okolí města Přerov..... 62
Obr. č. 19 – Potencionální hnojení kompostem v okolí města Přerov..... 63
Obr. č. 20 – Ochota zaplatit za kompost v okolí města Přerova..... 63
Obr. č. 21 – Využití dovozu kompostu v okolí města Přerov..... 64
Obr. č. 22 – Rozloha zemědělské půdy, na které hospodaří zemědělci v okolí města Přerov..... 65
Obr. č. 23 – Věková skupiny zemědělců v okolí města Přerov..... 65
Obr. č. 24 – Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u prvního vzorku kompostu..... 70
Obr. č. 25 – Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u druhého vzorku kompostu..... 73

Obr. č. 26 – Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u třetího vzorku kompostu 76
Obr. č. 27 – Inhibice a stimulace růstu kořenů hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* u čtvrtého vzorku kompostu 79
Obr. č. 28 – Porovnání inhibice u všech vzorků s 25 % koncentrací kompostu 80
Obr. č. 29 – Porovnání inhibice u všech vzorků s 50 % koncentrací kompostu 80
Obr. č. 30 – Porovnání inhibice u všech vzorků s 100 % koncentrací kompostu ... 81
Obr. č. 31 – Letecký pohled na kompostárnu, třídírnu druhotných surovin a skládku odpadů S-OO3 96
Obr. č. 32 – Velkoobjemový kontejner na biologicky rozložitelný odpad 97
Obr. č. 33 – Drtič-mísič biologicky rozložitelný odpad 97
Obr. č. 34 – Kompostovací plocha 98
Obr. č. 35 – Traktor s čelní lopatou 98
Obr. č. 36 – Boxy o objemu cca 80 m^3 99
Obr. č. 37 – Přesitý kompost 99
Obr. č. 38 – Drcení a mísení biologicky rozložitelného odadu 100
Obr. č. 39 – Měření teploty kompostu 100
Obr. č. 40 – Oddělení jemné a hrubé frakce kompostu 101
Obr. č. 41 – Navezený BRO na kompostování 101
Obr. č. 42 – Přesívání kompostu 117
Obr. č. 43 – Semínka hořčice bílé *(Sinapis alba* L.*)* 117
Obr. č. 44 – Stanovení vodní kapacity (WHC) 118
Obr. č. 45 – Chystání OECD půdy a kompostu do vzorkovnic 118
Obr. č. 46 – Zalívání kompostu destilovanou vodou 119
Obr. č. 47 – Vzorkovnice s připraveným materiálem 119
Obr. č. 48 – Kartonový držák se vzorkovnicemi 120
Obr. č. 49 – Sušárna Ecocell nastavena na teplotu 25 °C 120
Obr. č. 50 – Vzorek č. 1 25 % opakování A, B, C 121
Obr. č. 51 – Vzorek č. 1 50 % opakování A, B, C 121
Obr. č. 52 – Vzorek č. 1 100 % opakování A, B, C 122
Obr. č. 53 – Vzorek č. 2 25 % opakování A, B, C 122
Obr. č. 54 – Vzorek č. 2 50 % opakování A, B, C 123
Obr. č. 55 – Vzorek č. 2 100 % opakování A, B, C 123

Obr. č. 56 – Vzorek č. 3 25 % opakování A, B, C 124
Obr. č. 57 – Vzorek č. 3 50 % opakování A, B, C 124
Obr. č. 58 – Vzozek č. 3 100 % opakování B, C a Vzorek č. 4 100% opakování A 125
Obr. č. 59 – Vzorek č. 4 25 % opakování A, B, C 125
Obr. č. 60 – Vzorek č. 4 50 % opakování A, B, C 126
Obr. č. 61 – Vzozek č. 3 100 % opakování A a Vzorek č. 4 100% opakování B, C 126
Obr. č. 62 – Vzorek 100 % referenční OECD půdy opakování A, B, C 127

11 SEZNAM ZKRATEK

BRO – biologicky rozložitelný odpad

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

CH_4 – metan

CO_2 – oxid uhličitý

ČOV – čistírny odpadních vod

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

H_2O – voda

KO – komunální odpad

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

O_2 – kyslík

ŽP – životní prostředí

MBU – mechanicko-biologická úprava

12 PŘÍLOHY

13 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Letecký snímek 96

Příloha č. 2 Fotografie kompostárny Přerov – Žeravice a zařízení na biologicky rozložitelný odpad 97

Příloha č. 3 Teploty zakládek kompostu založených dne 25. 5. 2016 a 29. 8. 2016 102

Příloha č. 4 Založení pokusu – test fytotoxicity 117

Příloha č. 5 Fotografie vzorkovnic s vyklíčenými kořínky hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*)* 121

Příloha č. 6 Dotazník posílaný zemědělcům v blízkosti města Přerov 128

Příloha č. 1

Letecký snímek

Obr. č. 31 – *Letecký pohled na kompostárnu, třídírnu druhotných surovin a skládku odpadů S-OO3 (www.mapy.cz, upraveno Čoček, 2016)*

Příloha č. 2

Fotografie kompostárny Přerov – Žeravice a zařízení na biologicky rozložitelný odpad

Obr. č. 32 – *Velkoobjemový kontejner na biologicky rozložitelný odpad (Čoček, 2016)*

Obr. č. 33 – *Drtič-mísič biologicky rozložitelný odpad (Čoček, 2016)*

Obr. č. 34 – *Kompostovací plocha (Čoček, 2014)*

Obr. č. 35 – *Traktor s čelní lopatou (Čoček, 2016)*

***Obr. č. 36** – Boxy o objemu cca 80 m^3 (Čoček, 2015)*

***Obr. č. 37** – Přesitý kompost (Čoček, 2016)*

Obr. č. 38 – *Drcení a mísení biologicky rozložitelného odpadu (Čoček, 2015)*

Obr. č. 39 – *Měření teploty kompostu (Čoček, 2016)*

Obr. č. 40 – *Oddělení jemné a hrubé frakce kompostu (Čoček, 2015)*

Obr. č. 41 – *Navezený biologicky rozložitelný odpad na kompostování (Čoček, 2014)*

Příloha č. 3

Teploty zakládek kompostu založených dne 25. 5. 2016 a 29. 8. 2016

Tab. č. 20 – *Naměřené teploty zakládky č. 1 u Vzorku č. 4 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 1					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
25. 5. 2016	vytvoření zakládky				
26. 5. 2016	překopání, měření teploty	43	39.8	44.1	**42.3**
27. 5. 2016	měření teploty	58.3	44.8	58.8	**54.0**
28. 5. 2016					
29. 5. 2016					
30. 5. 2016	měření teploty	48.5	47.9	49.7	**48.7**
31. 5. 2016	měření teploty	58.6	53.4	55.4	**55.8**
1. 6. 2016	měření teploty	58.8	52.5	55.9	**55.7**
2. 6.2016	měření teploty	57.8	53.6	61.2	**57.5**
3. 6. 2016	měření teploty	51.6	47.8	52.7	**50.7**
4. 6. 2016					
5. 6. 2016					
6. 6. 2016	měření teploty	54.3	58.5	65.5	**59.4**
7. 6. 2016	měření teploty	48.4	46	49.9	**48.1**
8. 6. 2016	měření teploty	48.7	52.9	65	**55.5**
9. 6. 2016	měření teploty	52.5	54.9	57.6	**55.0**
10. 6. 2016	měření teploty	60.7	55.4	60.8	**59.0**
11. 6. 2016					
12. 6. 2016					
13. 6. 2016	měření teploty	57.1	56.6	60.2	**58.0**
14. 6. 2016	měření teploty, kropení	41.9	42.6	49.2	**44.6**
15. 6. 2016	měření teploty	43.2	46.9	57.6	**49.2**
16. 6. 2016	měření teploty	40.9	49.6	53.1	**47.9**
17. 6. 2016	měření teploty	39.2	39.6	44.6	**41.1**
18. 6. 2016					
19. 6. 2016					
20. 6. 2016	měření teploty	37.1	37.9	33.5	**36.2**
21. 6. 2016	měření teploty, překopání	37.9	38.6	29.7	**35.4**
22. 6. 2016	měření teploty	42.6	45.1	34.9	**40.9**
23. 6. 2016	měření teploty	49.1	48.6	39.6	**45.8**

24. 6. 2016	měření teploty	48.8	49.1	49.6	**49.2**
25. 6. 2016					
26. 6. 2016					
27. 6. 2016	měření teploty	63.1	60.3	63.4	**62.3**
28. 6. 2016	měření teploty	56.4	54.9	57.3	**56.2**
29. 6. 2016	měření teploty, překopání	56.4	58.6	55.3	**56.8**
30. 6. 2016	měření teploty	59.4	57.8	69	**62.1**
1. 7. 2016	měření teploty	62.9	65.8	68.6	**65.8**
2. 7. 2016					
3. 7. 2016					
4. 7. 2016	měření teploty	53.1	64.1	63.5	**60.2**
5. 7. 2016					
6. 7. 2016					
7. 7. 2016	měření teploty	47.5	56.6	59.5	**54.5**
8. 7. 2016	měření teploty, překopání	45.2	47.9	49.8	**47.6**
9. 7. 2016					
10. 7. 2016					
11. 7. 2016	měření teploty	59.9	64.9	62.3	**62.4**
12. 7. 2016	měření teploty	64.6	65.4	63.2	**64.4**
13. 7. 2016	měření teploty	53.9	60.4	58.1	**57.5**
14. 7. 2016	měření teploty	53.6	58.1	52.4	**54.7**
15. 7. 2016	měření teploty	50.9	56.4	47.9	**51.7**
16. 7. 2016					
17. 7. 2016					
18. 7. 2016	měření teploty				**NT**
19. 7. 2016	měření teploty	43.3	54.4	53.4	**50.4**
20. 7. 2016	měření teploty	50.8	50.5	52.5	**51.3**
21. 7. 2016	měření teploty, překopání	46.1	48.4	46.5	**47.0**
22. 7. 2016	měření teploty				**NT**
23. 7. 2016					
24. 7. 2016					
25. 7. 2016	měření teploty				**NT**
26. 7. 2016	měření teploty	49.1	55.7	60.6	**55.1**
27. 7. 2016	měření teploty, překopání	51.9	58.1	63.3	**57.8**
28. 7. 2016	měření teploty	47.8	44.9	60.2	**51.0**
29. 7. 2016	měření teploty	41.9	47.8	47.3	**45.7**
30. 7. 2016					
31. 7. 2016					
1. 8. 2016	měření teploty	46.1	54.9	46.3	**49.1**
2. 8. 2016	měření teploty	46.6	54.9	52.1	**51.2**

3. 8. 2016	měření teploty	47.3	56.9	52.8	**52.3**
4. 8. 2016	měření teploty	49.1	58.4	54.4	**54.0**
5. 8. 2016	měření teploty	51.6	58.4	52.4	**54.1**
6. 8. 2016					
7. 8. 2016					
8. 8. 2016	měření teploty	44.5	47.4	47.5	**46.5**
9. 8. 2016	měření teploty	46.7	53.1	49.7	**49.8**
10. 8. 2016	měření teploty	48.7	51.6	47.9	**49.4**
11. 8. 2016	měření teploty	50.1	52.3	46.1	**49.5**
12. 8. 2016	měření teploty	40.9	45.1	48.7	**44.9**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 1 u Vzorku č. 4 byla v průměru 65.8 °C a nejnižší v průměru 35.4 °C.

***Tab. č. 21** – Naměřené teploty zakládky č. 2 u Vzorku č. 4 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 2					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
25. 5. 2016	vytvoření zakládky				
26. 5. 2016	překopání, měření teploty	39.9	44.6	41.7	**42.1**
27. 5. 2016	měření teploty	59.6	51.2	54	**54.9**
28. 5. 2016					
29. 5. 2016					
30. 5. 2016	měření teploty	52.5	45.2	58.4	**52.0**
31. 5. 2016	měření teploty	56.3	53.6	62.4	**57.4**
1. 6.2016	měření teploty	51.4	60.8	67.1	**59.8**
2. 6. 2016	měření teploty	57.7	58.4	63.5	**59.9**
3. 6. 2016	měření teploty	47.3	59.1	47.3	**51.2**
4. 6. 2016					
5. 6. 2016					
6. 6. 2016	měření teploty	69.5	69.3	63	**67.3**
7. 6. 2016	měření teploty	62.1	54	51.4	**55.8**
8. 6. 2016	měření teploty	59	62.9	57.8	**59.9**
9. 6. 2016	měření teploty	61.2	65.4	59.4	**62.0**
10. 6. 2016	měření teploty	61.9	68.6	60.5	**63.7**
11. 6. 2016					
12. 6. 2016					

13. 6. 2016	měření teploty	58.4	69.5	59.2	**62.4**
14. 6. 2016	měření teploty, kropení	44.6	54.6	43.9	**47.7**
15. 6. 2016	měření teploty	58.4	66.4	50.5	**58.4**
16. 6. 2016	měření teploty	58.1	62.3	49.9	**56.8**
17. 6. 2016	měření teploty	56.6	57.9	46.9	**53.8**
18. 6. 2016					
19. 6. 2016					
20. 6. 2016	měření teploty	41.9	48.8	45.7	**45.5**
21. 6. 2016	měření teploty, překopání	42.8	48.1	44.5	**45.1**
22. 6. 2016	měření teploty	43.1	47.3	42.6	**44.3**
23. 6. 2016	měření teploty	55.1	54.2	46.2	**51.8**
24. 6. 2016	měření teploty	55.1	58.4	52.3	**55.3**
25. 6. 2016					
26. 6. 2016					
27. 6. 2016	měření teploty	65.2	63.9	60.9	**63.3**
28. 6. 2016	měření teploty	62.1	66.1	61.1	**63.1**
29. 6. 2016	měření teploty, překopání	60.9	61.6	57.4	**60.0**
30. 6. 2016	měření teploty	62	64	68	**64.7**
1. 7. 2016	měření teploty	69.6	68.2	68.2	**68.7**
2. 7. 2016					
3. 7. 2016					
4. 7. 2016	měření teploty	69	66.5	68.5	**68.0**
5. 7. 2016					
6. 7. 2016					
7. 7. 2016	měření teploty	69	69	68.2	**68.7**
8. 7. 2016	měření teploty, překopání	46.4	57.3	56.8	**53.5**
9. 7. 2016					
10. 7. 2016					
11. 7. 2016	měření teploty	67.9	67.6	65.9	**67.1**
12. 7. 2016	měření teploty	68.6	67.9	62.2	**66.2**
13. 7. 2016	měření teploty	66.9	64.4	65.8	**65.7**
14. 7. 2016	měření teploty	57.6	56.3	60.3	**58.1**
15. 7. 2016	měření teploty	51.9	55.2	58.3	**55.1**
16. 7. 2016					
17. 7. 2016					
18. 7. 2016	měření teploty				**NT**
19. 7. 2016	měření teploty	55.2	57.6	59.4	**57.4**
20. 7. 2016	měření teploty	50.3	58.6	55.8	**54.9**
21. 7. 2016	měření teploty, překopání	44.1	49.2	47.2	**46.8**

22. 7. 2016	měření teploty				**NT**
23. 7. 2016					
24. 7. 2016					
25. 7. 2016	měření teploty				**NT**
26. 7. 2016	měření teploty	59.3	58.2	58.4	**58.6**
27. 7. 2016	měření teploty, překopání	61.3	63.4	59.1	**61.3**
28. 7. 2016	měření teploty	57.2	60.6	53.2	**57.0**
29. 7. 2016	měření teploty	48.7	51.4	47.6	**49.2**
30. 7. 2016					
31. 7. 2016					
1. 8. 2016	měření teploty	57.8	53.8	53.1	**54.9**
2. 8. 2016	měření teploty	59.4	55.9	54.8	**56.7**
3. 8. 2016	měření teploty	59.1	58.4	55.2	**57.6**
4. 8. 2016	měření teploty	60.5	61.8	54.6	**59.0**
5. 8. 2016	měření teploty	59.7	65.4	56.6	**60.6**
6. 8. 2016					
7. 8. 2016					
8. 8. 2016	měření teploty	49.3	53.1	49.1	**50.5**
9. 8. 2016	měření teploty	50.2	54.8	51.3	**52.1**
10. 8. 2016	měření teploty	50.2	53.1	50.1	**51.1**
11. 8. 2016	měření teploty	49.7	52.8	48.3	**50.3**
12. 8. 2016	měření teploty	46.6	51.4	50.6	**49.5**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 2 u Vzorku č. 4 byla v průměru 68.7 °C a nejnižší v průměru 42.1 °C.

Tab. č. 22 – *Naměřené teploty zakládky č. 3 u Vzorku č. 4 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 3					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
25. 5. 2016	vytvoření zakládky				
26. 5. 2016	překopání, měření teploty	39.9	45.8	43.2	**43.0**
27. 5. 2016	měření teploty	50.1	48.7	55.3	**51.4**
28. 5. 2016					
29. 5. 2016					
30. 5. 2016	měření teploty	58.3	63.7	68.5	**63.5**

31. 5. 2016	měření teploty	64.2	67.3	69.4	**67.0**
1. 6. 2016	měření teploty	64.3	68.3	65.6	**66.1**
2. 6. 2016	měření teploty	67.1	63.4	67.1	**65.9**
3. 6. 2016	měření teploty	58.1	60.1	55.6	**57.9**
4. 6. 2016					
5. 6. 2016					
6. 6. 2016	měření teploty	70	68.4	70	**69.5**
7. 6. 2016	měření teploty	52.8	56.4	60.6	**56.6**
8. 6. 2016	měření teploty	58	65	66.8	**63.3**
9. 6. 2016	měření teploty	63.3	68.4	57.3	**63.0**
10. 6. 2016	měření teploty	61.2	69.2	65	**65.1**
11. 6. 2016					
12. 6. 2016					
13. 6. 2016	měření teploty	63.2	69.1	59.7	**64.0**
14. 6. 2016	měření teploty, kropení	54.2	59.6	52.4	**55.4**
15. 6. 2016	měření teploty	61.8	68.9	64	**64.9**
16. 6. 2016	měření teploty	62.1	63.2	60.6	**62.0**
17. 6. 2016	měření teploty	55.6	62.1	56.4	**58.0**
18. 6. 2016					
19. 6. 2016					
20. 6. 2016	měření teploty	50.1	52.7	48.5	**50.4**
21. 6. 2016	měření teploty, překopání	49.7	50.8	48.4	**49.6**
22. 6. 2016	měření teploty	43.8	48.2	48.9	**47.0**
23. 6. 2016	měření teploty	46.9	48.4	49.5	**48.3**
24. 6. 2016	měření teploty	48.1	65.4	68.9	**60.8**
25. 6. 2016					
26. 6. 2016					
27. 6. 2016	měření teploty	69.1	69.8	69.6	**69.5**
28. 6. 2016	měření teploty	70	68.4	66.9	**68.4**
29. 6. 2016	měření teploty, překopání	60.6	63.1	61.2	**61.6**
30. 6. 2016	měření teploty	68	69	69	**68.7**
1. 7. 2016	měření teploty	69.4	69.8	69.6	**69.6**
2. 7. 2016					
3. 7. 2016					
4. 7. 2016	měření teploty	64.8	67.1	69	**67.0**
5. 7. 2016					
6. 7. 2016					
7. 7. 2016	měření teploty	56.1	59.2	66.1	**60.5**
8. 7. 2016	měření teploty, překopání	43.1	53.3	49.2	**48.5**
9. 7. 2016					

10. 7. 2016					
11. 7. 2016	měření teploty	68.6	68.1	63.6	**66.8**
12. 7. 2016	měření teploty	68.9	67.4	61.4	**65.9**
13. 7. 2016	měření teploty	63.4	62.4	53.4	**59.7**
14. 7. 2016	měření teploty	55.2	57.2	48.4	**53.6**
15. 7. 2016	měření teploty	53.1	55.4	47.1	**51.9**
16. 7. 2016					
17. 7. 2016					
18. 7. 2016	měření teploty				**NT**
19. 7. 2016	měření teploty	56.8	54.9	51.6	**54.4**
20. 7. 2016	měření teploty	53.4	52.3	52.4	**52.7**
21. 7. 2016	měření teploty, překopání	43.8	48.4	41.9	**44.7**
22. 7. 2016	měření teploty				**NT**
23. 7. 2016					
24. 7. 2016					
25. 7. 2016	měření teploty				**NT**
26. 7. 2016	měření teploty	59.6	56.3	58.9	**58.3**
27. 7. 2016	měření teploty, překopání	61.2	62.4	60.6	**61.4**
28. 7. 2016	měření teploty	58.2	60.1	53.8	**57.4**
29. 7. 2016	měření teploty	47.2	52.3	50.8	**50.1**
30. 7. 2016					
31. 7. 2016					
1. 8. 2016	měření teploty	54.9	55.6	55.1	**55.2**
2. 8. 2016	měření teploty	58.7	59.1	59.9	**59.2**
3. 8. 2016	měření teploty	61.2	60.4	63.2	**61.6**
4. 8. 2016	měření teploty	63.4	60.8	63.8	**62.7**
5. 8. 2016	měření teploty	61.2	62.1	66.1	**63.1**
6. 8. 2016					
7. 8. 2016					
8. 8. 2016	měření teploty	57	60.1	58.3	**58.5**
9. 8. 2016	měření teploty	44.5	58.6	58.1	**53.7**
10. 8. 2016	měření teploty	50.3	59.8	57.3	**55.8**
11. 8. 2016	měření teploty	44.5	59.7	57.1	**53.8**
12. 8. 2016	měření teploty	50.3	48.4	54.5	**51.1**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 3 u Vzorku č. 4 byla v průměru 69.6 °C a nejnižší v průměru 43 °C.

***Tab. č. 23** – Naměřené teploty zakládky č. 4 u Vzorku č. 4 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 4					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
25. 5. 2016	vytvoření zakládky				
26. 5. 2016	překopání, měření teploty	40.2	42.8	40.9	**41.3**
27. 5. 2016	měření teploty	45.5	52.7	51.1	**49.8**
28. 5. 2016					
29. 5. 2016					
30. 5. 2016	měření teploty	57.9	47.8	47.1	**50.9**
31. 5. 2016	měření teploty	63.2	53.2	52.4	**56.3**
1. 6. 2016	měření teploty	68.7	63.3	56.4	**62.8**
2. 6. 2016	měření teploty	69.4	66.8	64.6	**66.9**
3. 6. 2016	měření teploty	56.3	59.1	59.5	**58.3**
4. 6. 2016					
5. 6. 2016					
6. 6. 2016	měření teploty	68.7	69.5	68.6	**68.9**
7. 6. 2016	měření teploty	54.9	68.1	63.1	**62.0**
8. 6. 2016	měření teploty	69	70	70	**69.7**
9. 6. 2016	měření teploty	69.4	69.9	66.4	**68.6**
10. 6. 2016	měření teploty	69.5	69.1	61.9	**66.8**
11. 6. 2016					
12. 6. 2016					
13. 6. 2016	měření teploty	58.4	57.3	55.6	**57.1**
14. 6. 2016	měření teploty, kropení	52.6	57	58.6	**56.1**
15. 6. 2016	měření teploty	68.1	67.9	61.4	**65.8**
16. 6. 2016	měření teploty	64.1	64.9	59.4	**62.8**
17. 6. 2016	měření teploty	58.9	61.8	56.6	**59.1**
18. 6. 2016					
19. 6. 2016					
20. 6. 2016	měření teploty	44.7	48.2	50.1	**47.7**
21. 6. 2016	měření teploty, překopání	43.4	45.6	54.5	**47.8**
22. 6. 2016	měření teploty	45.3	47.1	49.5	**47.3**
23. 6. 2016	měření teploty	47.4	47.8	48.9	**48.0**
24. 6. 2016	měření teploty	69.2	58.1	68.2	**65.2**
25. 6. 2016					
26. 6. 2016					
27. 6. 2016	měření teploty	69.9	68.4	69.2	**69.2**
28. 6. 2016	měření teploty	70	64.1	70	**68.0**

29. 6. 2016	měření teploty, překopání	59.7	62.2	57.8	**59.9**
30. 6. 2016	měření teploty	68	68	67.5	**67.8**
1. 7. 2016	měření teploty	69.6	69	69.2	**69.3**
2. 7. 2016					
3. 7. 2016					
4. 7. 2016	měření teploty	64	69.2	69	**67.4**
5. 7. 2016					
6. 7. 2016					
7. 7. 2016	měření teploty	58.4	67	52	**59.1**
8. 7. 2016	měření teploty, překopání	39.3	47.9	45.6	**44.3**
9. 7. 2016					
10. 7. 2016					
11. 7. 2016	měření teploty	63.7	67.4	64.1	**65.1**
12. 7. 2016	měření teploty	62.3	68.2	66.1	**65.5**
13. 7. 2016	měření teploty	50.8	56.6	54.2	**53.9**
14. 7. 2016	měření teploty	48.1	52.1	51.9	**50.7**
15. 7. 2016	měření teploty	46.2	53.4	48.6	**49.4**
16. 7. 2016					
17. 7. 2016					
18. 7. 2016	měření teploty				**NT**
19. 7. 2016	měření teploty	45.4	53.2	51.6	**50.1**
20. 7. 2016	měření teploty	44.6	50.3	52.1	**49.0**
21. 7. 2016	měření teploty, překopání	35.3	45.1	39.6	**40.0**
22. 7. 2016	měření teploty				**NT**
23. 7. 2016					
24. 7. 2016					
25. 7. 2016	měření teploty				**NT**
26. 7. 2016	měření teploty	56.1	55.2	49.9	**53.7**
27. 7. 2016	měření teploty, překopání	58.6	57.9	51.3	**55.9**
28. 7. 2016	měření teploty	55.5	52.8	50.1	**52.8**
29. 7. 2016	měření teploty	44.6	48.3	42.4	**45.1**
30. 7. 2016					
31. 7. 2016					
1. 8. 2016	měření teploty	49.5	51.6	47.3	**49.5**
2. 8. 2016	měření teploty	48.2	59.2	49.7	**52.4**
3. 8. 2016	měření teploty	51.3	61.9	52.3	**55.2**
4. 8. 2016	měření teploty	50.5	62.4	50.6	**54.5**
5. 8. 2016	měření teploty	51.9	58.4	50.1	**53.5**
6. 8. 2016					
7. 8. 2016					

8. 8. 2016	měření teploty	44.1	50.6	47.3	**47.3**
9. 8. 2016	měření teploty	45.3	48.8	46.2	**46.8**
10. 8. 2016	měření teploty	46.1	49.8	49.8	**48.6**
11. 8. 2016	měření teploty	44.8	51.2	51.3	**49.1**
12. 8. 2016	měření teploty	42.7	46.1	41.8	**43.5**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 4 u Vzorku č. 4 byla v průměru 69.7 °C a nejnižší v průměru 40 °C.

***Tab. č. 24** – Zakládka č. 1 založena dne 29. 8. 2016 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 1					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
29. 8. 2016	vytvoření zakládky				
30. 8. 2016	překopání, měření teploty	59.5	55.4	53.4	**56.1**
31. 8. 2016	měření teploty	62.4	58.3	54.6	**58.4**
1. 9. 2016	měření teploty	65.2	67.8	63	**65.3**
2. 9. 2016	měření teploty	66.4	65.8	64.2	**65.5**
3. 9. 2016					
4. 9. 2016					
5. 9. 2016	měření teploty	66.3	68.4	60.9	**65.2**
6. 9. 2016	měření teploty	68.4	70.4	66.8	**68.5**
7. 9. 2016	měření teploty	70.1	71.2	63.1	**68.1**
8. 9. 2016	měření teploty	72.4	69.4	68.3	**70.0**
9. 9. 2016	měření teploty	72.8	71.4	69.4	**71.2**
10. 9. 2016					
11. 9. 2016					
12. 9. 2016	měření teploty	68.9	59.3	64.7	**64.3**
13. 9. 2016	měření teploty	62.5	58.9	61	**60.8**
14. 9. 2016	měření teploty	55.7	63.3	58	**59.0**
15. 9. 2016	měření teploty	64.2	66.7	62.3	**64.4**
16. 9. 2016	měření teploty	60.7	63.9	58.1	**60.9**
17. 9. 2016					
18. 9. 2016					
19. 9. 2016	měření teploty	60.9	54	56.5	**57.1**
20. 9. 2016	měření teploty	63.1	56.2	56.1	**58.5**

21. 9. 2016	překopání, měření teploty	48.2	51.3	52.8	**50.8**
22. 9. 2016	měření teploty	64.5	62.4	63.8	**63.6**
23. 9. 2016	měření teploty	69.8	57.3	71.4	**66.2**
24. 9. 2016					
25. 9. 2016					
26. 9. 2016	měření teploty, kropení	57.1	49.3	59.4	**55.3**
27. 9. 2016	měření teploty, kropení	52.6	46.2	49.8	**49.5**
28. 9. 2016	měření teploty				**NT**
29. 9. 2016	měření teploty				**NT**
30. 9. 2016	měření teploty	56.1	47.3	52.8	**52.1**
1. 10. 2016					
2. 10. 2016					
3. 10. 2016	měření teploty	49.4	44.5	45.2	**46.4**
4. 10. 2016	měření teploty	48.1	42.8	44.5	**45.1**
5. 10. 2016	měření teploty	48.6	41.4	46.1	**45.4**
6. 10. 2016	měření teploty	46.2	39.1	45.4	**43.6**
7. 10. 2016	měření teploty, překopání	42.6	36.5	43.1	**40.7**
8. 10. 2016					
9. 10. 2016					
10. 10. 2016	měření teploty	63.3	48.6	63.3	**58.4**
11. 10. 2016	měření teploty	62.6	46.2	63.6	**57.5**
12. 10. 2016	měření teploty	59.1	48.2	64.1	**57.1**
13. 10. 2016	měření teploty	49.1	50.3	64.4	**54.6**
14. 10. 2016	měření teploty	50.2	48.8	63.7	**54.2**
15. 10. 2016					
16. 10. 2016					
17. 10. 2016	měření teploty	43.6	39.8	56.4	**46.6**
18. 10. 2016	měření teploty	31.5	34.8	33.2	**33.2**
19. 10. 2016	měření teploty	36.6	42.6	31.2	**36.8**
20. 10. 2016	měření teploty	38.4	44.6	30.9	**38.0**
21. 10. 2016	měření teploty	33.4	30.1	31.2	**31.6**
22. 10. 2016					
23. 10. 2016					
24. 10. 2016	měření teploty	60.6	48.1	66.8	**58.5**
25. 10. 2016	měření teploty	61.3	47.4	67.1	**58.6**
26. 10. 2016	měření teploty	62.4	48.9	66.4	**59.2**
27. 10. 2016	měření teploty	57.8	55.7	67.8	**60.4**
28. 10. 2016	měření teploty				**NT**
29. 10. 2016					
30. 10. 2016					

31. 10. 2016	měření teploty	41.6	41.9	59.8	**47.8**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 1 založena dne 29. 8. 2016 byla v průměru 71.2 °C a nejnižší v průměru 31.6 °C.

***Tab. č. 25** – Zakládka č. 2 založena dne 29. 8. 2016 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 2					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
29. 8. 2016	vytvoření zakládky				
30. 8. 2016	překopání, měření teploty	52.3	58.1	54.5	**55.0**
31. 8. 2016	měření teploty	63.2	64.3	61.3	**62.9**
1. 9. 2016	měření teploty	65.1	70.2	68.4	**67.9**
2. 9. 2016	měření teploty	64.7	68.4	70.1	**67.7**
3. 9. 2016					
4. 9. 2016					
5. 9. 2016	měření teploty	68.9	69.1	61.8	**66.6**
6. 9. 2016	měření teploty	52.1	69.3	69.7	**63.7**
7. 9. 2016	měření teploty	54.3	64.5	63.5	**60.8**
8. 9. 2016	měření teploty	61.4	65.1	66.9	**64.5**
9. 9. 2016	měření teploty	64.2	67.6	68.1	**66.6**
10. 9. 2016					
11. 9. 2016					
12. 9. 2016	měření teploty	63.4	65.1	66.3	**64.9**
13. 9. 2016	měření teploty	55.9	63.9	60.8	**60.2**
14. 9. 2016	měření teploty	54.2	53.2	54.9	**54.1**
15. 9. 2016	měření teploty	62.4	59	58.3	**59.9**
16. 9. 2016	měření teploty	47.5	48.6	50.9	**49.0**
17. 9. 2016					
18. 9. 2016					
19. 9. 2016	měření teploty	44	43.2	59.3	**48.8**
20. 9. 2016	měření teploty	46.8	42.4	53.2	**47.5**
21. 9. 2016	překopání, měření teploty	47.8	48.6	50.9	**49.1**
22. 9. 2016	měření teploty	61.2	56.8	62.9	**60.3**
23. 9. 2016	měření teploty	61.8	61.6	67.9	**63.8**

24. 9. 2016					
25. 9. 2016					
26. 9. 2016	měření teploty, kropení	43.4	50.5	61	**51.6**
27. 9. 2016	měření teploty, kropení	41.5	46.2	54.9	**47.5**
28. 9. 2016	měření teploty				**NT**
29. 9. 2016	měření teploty				**NT**
30. 9. 2016	měření teploty	47.6	49.1	57.1	**51.3**
1. 10. 2016					
2. 10. 2016					
3. 10. 2016	měření teploty	47.2	44.8	47.7	**46.6**
4. 10. 2016	měření teploty	48.1	45	46.5	**46.5**
5. 10. 2016	měření teploty	48.4	45.3	46.1	**46.6**
6.10.2016	měření teploty	43.8	45.1	44.4	**44.4**
7. 10. 2016	měření teploty, překopání	40.1	42.4	40.2	**40.9**
8. 10. 2016					
9. 10. 2016					
10. 10. 2016	měření teploty	37.6	56.2	58.5	**50.8**
11. 10. 2016	měření teploty	40.6	58.4	59.4	**52.8**
12. 10. 2016	měření teploty	52.6	62.4	58.2	**57.7**
13. 10. 2016	měření teploty	48.4	59.4	48.9	**52.2**
14. 10. 2016	měření teploty	49.1	58.4	47.7	**51.7**
15. 10. 2016					
16. 10. 2016					
17. 10. 2016	měření teploty	47.1	57.8	40.6	**48.5**
18. 10. 2016	měření teploty	52.1	62.5	49.5	**54.7**
19. 10. 2016	měření teploty	58.4	61.9	51.4	**57.2**
20. 10. 2016	měření teploty	57.5	60.9	55.1	**57.8**
21. 10. 2016	měření teploty	43.1	53.1	39.4	**45.2**
22. 10. 2016					
23. 10. 2016					
24. 10. 2016	měření teploty	65.3	68.7	48.2	**60.7**
25. 10. 2016	měření teploty	64.6	67.4	49.1	**60.4**
26. 10. 2016	měření teploty	68.2	67.3	49.6	**61.7**
27. 10. 2016	měření teploty	68.3	67.9	48.6	**61.6**
28. 10. 2016	měření teploty				**NT**
29. 10. 2016					
30. 10. 2016					
31. 10. 2016	měření teploty	57.4	55.3	34.6	**49.1**

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 1 založena dne 29. 8. 2016 byla v průměru 67.9 °C a nejnižší v průměru 40.9 °C.

***Tab. č. 26** – Zakládka č. 3 založena dne 29. 8. 2016 (Rybka, 2016)*

ZAKLÁDKA č. 3					
DATUM	**ČINNOST**	**TEPLOTA (°C)**			**PRŮMĚR (°C)**
29. 8. 2016	vytvoření zakládky				
30. 8. 2016	překopání, měření teploty	48	51.2	58.2	**52.5**
31. 8. 2016	měření teploty	50.1	53.2	57.5	**53.6**
1. 9. 2016	měření teploty	58.1	62.1	64.6	**61.6**
2. 9. 2016	měření teploty	60.4	63.2	63.9	**62.5**
3. 9. 2016					
4. 9. 2016					
5. 9. 2016	měření teploty	50.3	51.8	67.6	**56.6**
6. 9. 2016	měření teploty	68.8	57.8	61.5	**62.7**
7. 9. 2016	měření teploty	64.3	66.2	67.1	**65.9**
8. 9. 2016	měření teploty	69.8	67.6	71.8	**69.7**
9. 9. 2016	měření teploty	68.1	66.4	71.9	**68.8**
10. 9. 2016					
11. 9. 2016					
12. 9. 2016	měření teploty	61.3	63	68.7	**64.3**
13. 9. 2016	měření teploty	58.4	59.8	64.3	**60.8**
14. 9. 2016	měření teploty	59.1	64.4	61.5	**61.7**
15. 9. 2016	měření teploty	62.5	65.8	64.1	**64.1**
16. 9. 2016	měření teploty	61.3	60.9	66.6	**62.9**
17. 9. 2016					
18. 9. 2016					
19. 9. 2016	měření teploty	58.6	61	58.6	**59.4**
20. 9. 2016	měření teploty	61.2	59.5	62.8	**61.2**
21. 9. 2016	překopání, měření teploty	53.6	54.8	57.1	**55.2**
22. 9. 2016	měření teploty	57.2	59.6	55.5	**57.4**
23. 9. 2016	měření teploty	65.7	69.3	69.8	**68.3**
24. 9. 2016					
25. 9. 2016					
26. 9. 2016	měření teploty, kropení	68.1	62	58.4	**62.8**

27. 9. 2016	měření teploty, kropení	63.4	58.2	53.1	**58.2**
28. 9. 2016	měření teploty				**NT**
29. 9. 2016	měření teploty				**NT**
30. 9. 2016	měření teploty	67.8	65.8	50.9	**61.5**
1. 10. 2016					
2. 10. 2016					
3. 10. 2016	měření teploty	63.8	58.2	48.7	**56.9**
4. 10. 2016	měření teploty	64.1	58.2	46.8	**56.4**
5. 10. 2016	měření teploty	64.2	58.9	47.1	**56.7**
6. 10. 2016	měření teploty	63.6	64.9	48.2	**58.9**
7. 10. 2016	měření teploty, překopání	60.1	59.7	45.3	**55.0**
8. 10. 2016					
9. 10. 2016					
10. 10. 2016	měření teploty	52.8	42.4	36.5	**43.9**
11. 10. 2016	měření teploty	57.9	62.4	33.4	**51.2**
12. 10. 2016		**zakládka spojena se zakládkou č. 2**			

NT – neměřená teplota

Nejvyšší naměřená teplota v zakládce č. 1 založena dne 29. 8. 2016 byla v průměru 69.7 °C a nejnižší v průměru 43.9 °C.

Příloha č. 4

Založení pokusu - test fytotoxicity

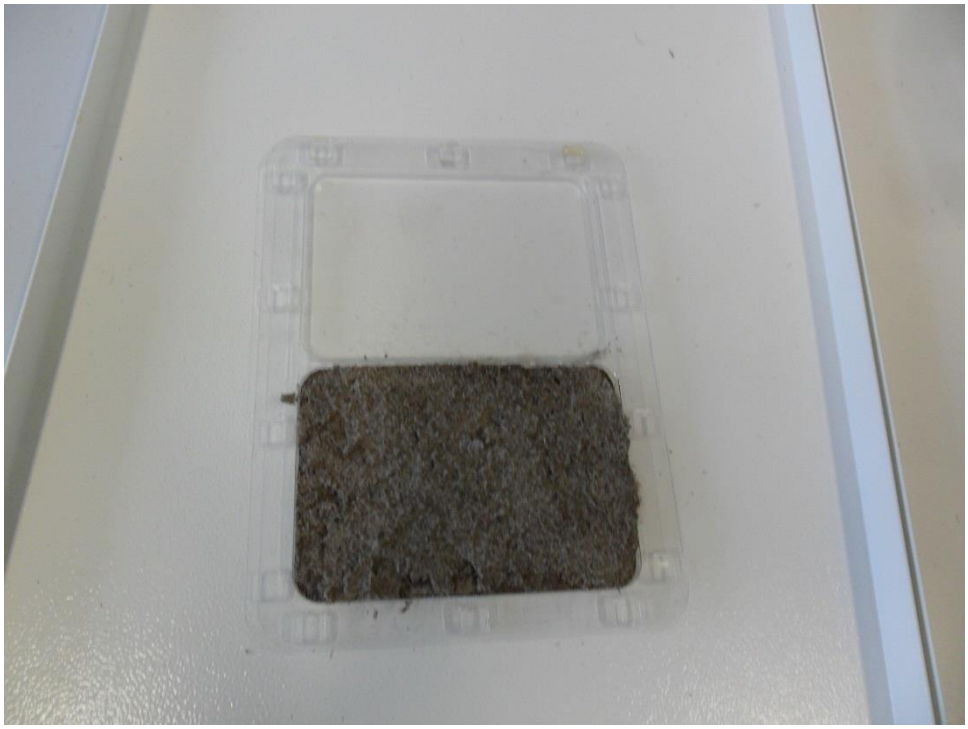
Obr. č. 42 – *Přesívání kompostu (Čoček, 2016)*

Obr. č. 43 – *Semínka hořčice bílé (Sinapis alba* L.*) (Čoček, 2016)*

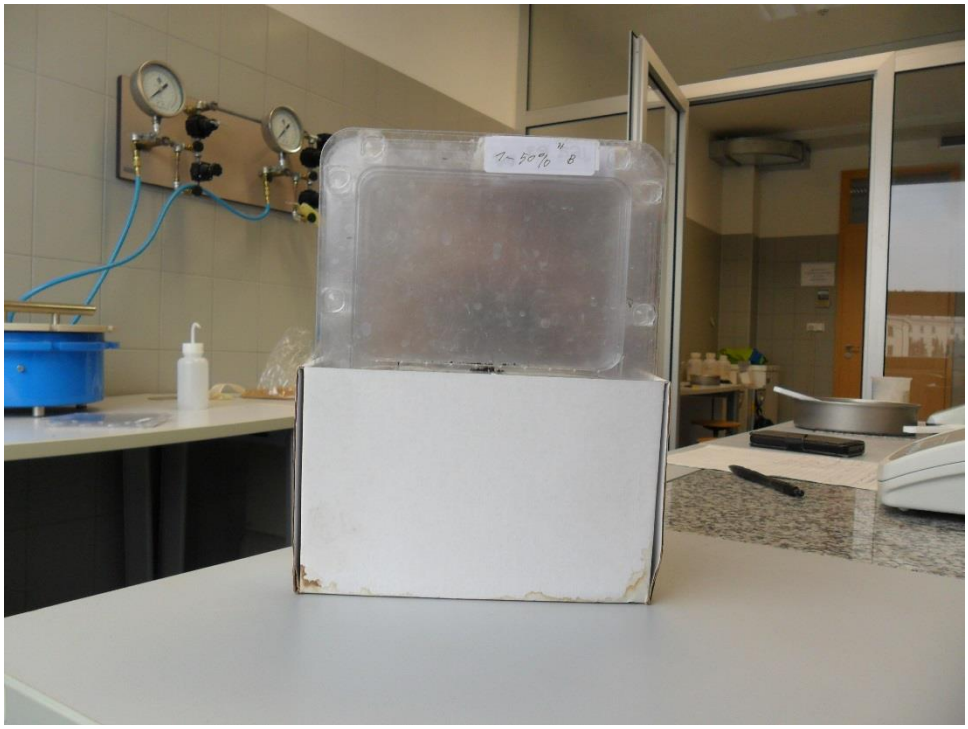
Obr. č. 44 – *Stanovení vodní kapacity (WHC) (Čoček, 2016)*

Obr. č. 45 – *Chystání OECD půdy a kompostu do vzorkovnic (Čoček, 2016)*

***Obr. č. 46** – Zalívání kompostu destilovanou vodou (Čoček, 2016)*



***Obr. č. 47** – Vzorkovnice s připraveným materiálem (Čoček, 2016)*

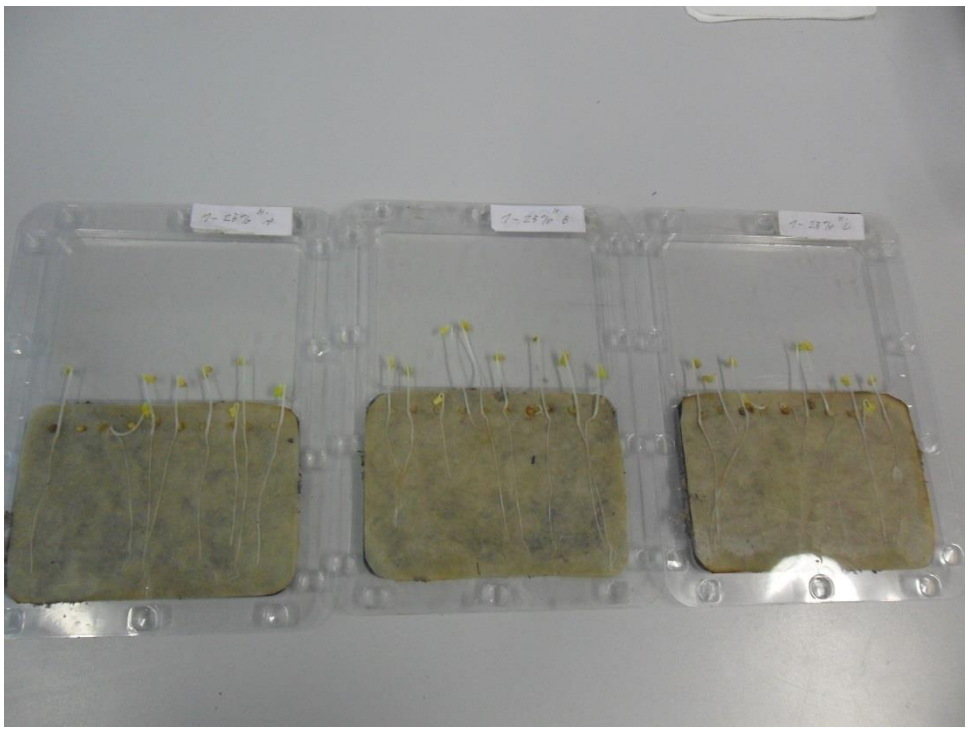


Obr. č. 48 – *Kartonový držák se vzorkovnicemi (Čoček, 2016)*

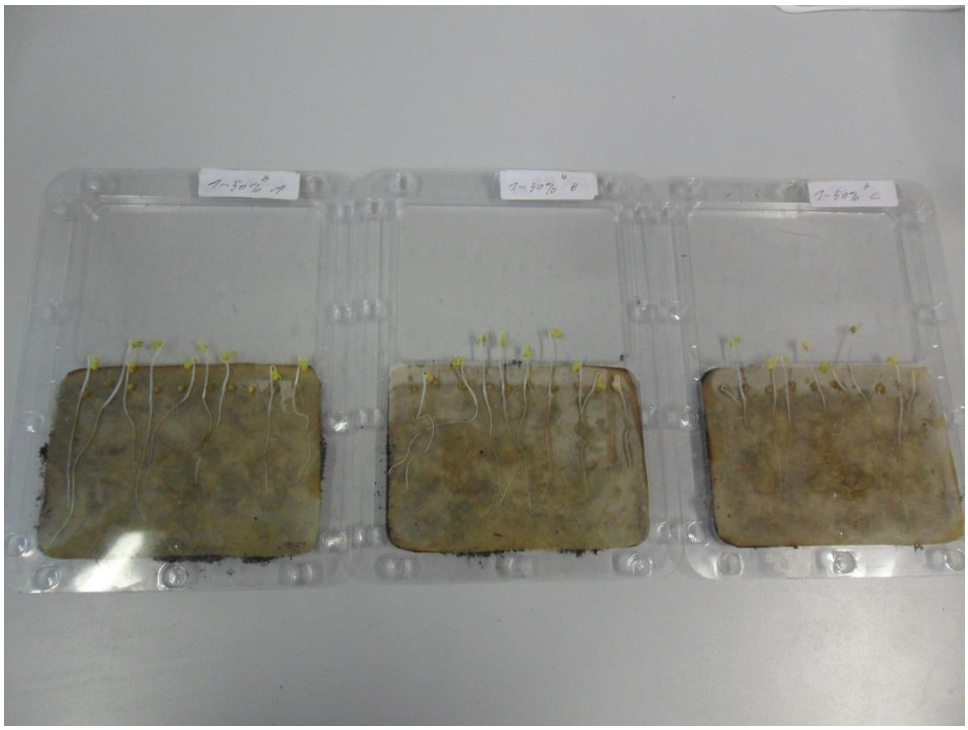
Obr. č. 49 – *Sušárna Ecocell nastavena na teplotu 25 °C (Čoček, 2016)*

Příloha č. 5

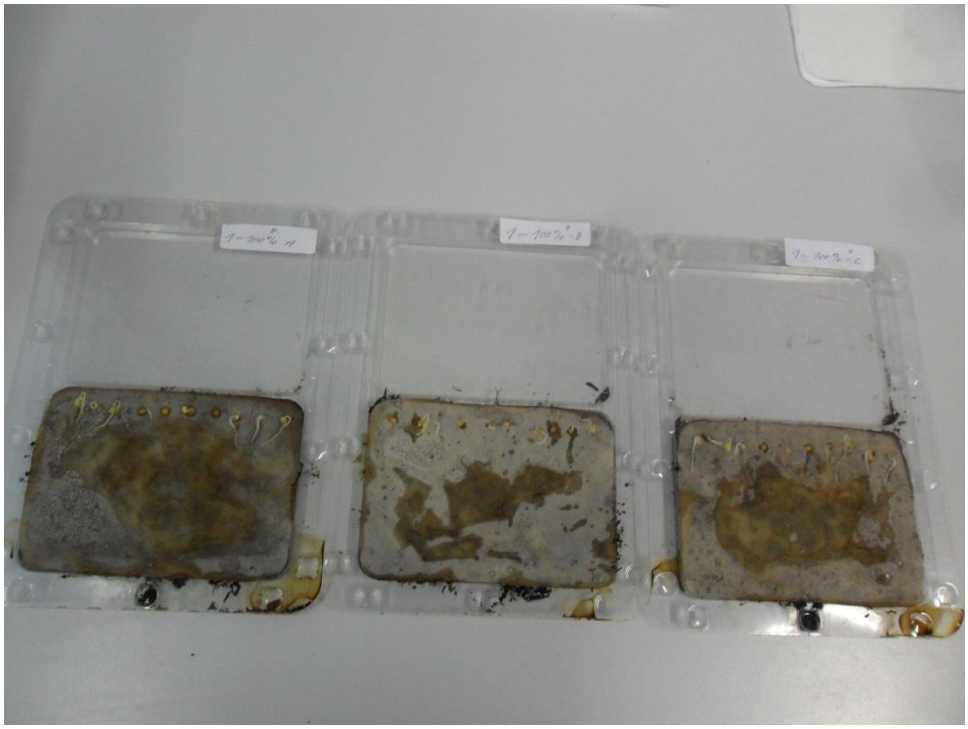
Fotografie vzorkovnic s vyklíčenými kořínky hořčice bíle *(Sinapis alba* L.*)*



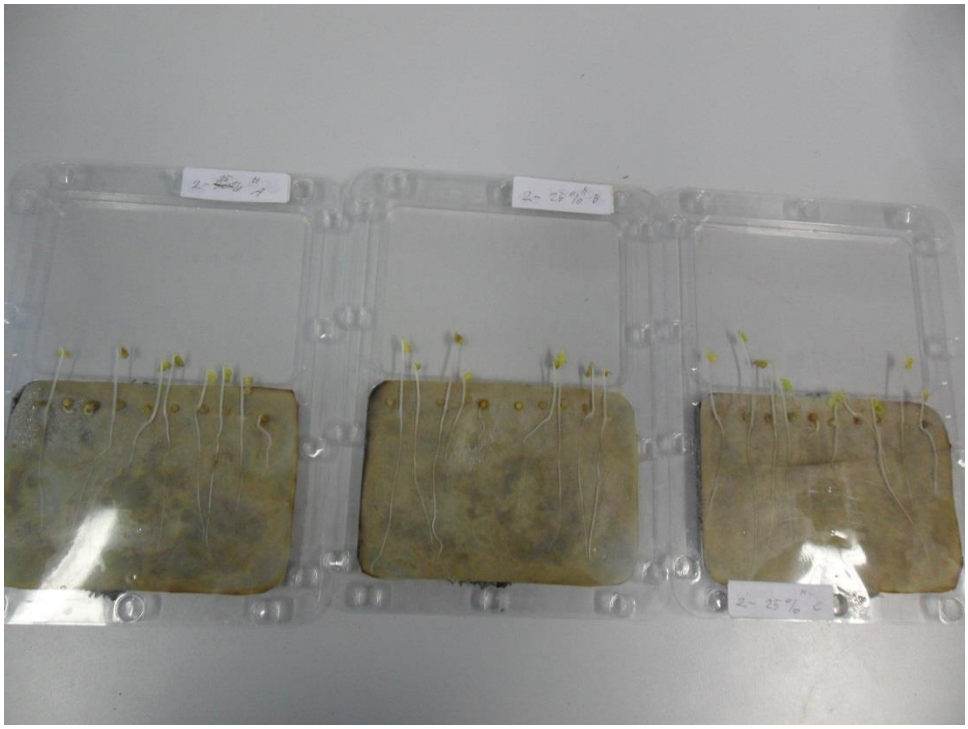
Obr. č. 50 – *Vzorek č. 1 25 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



Obr. č. 51 – *Vzorek č. 1 50 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*

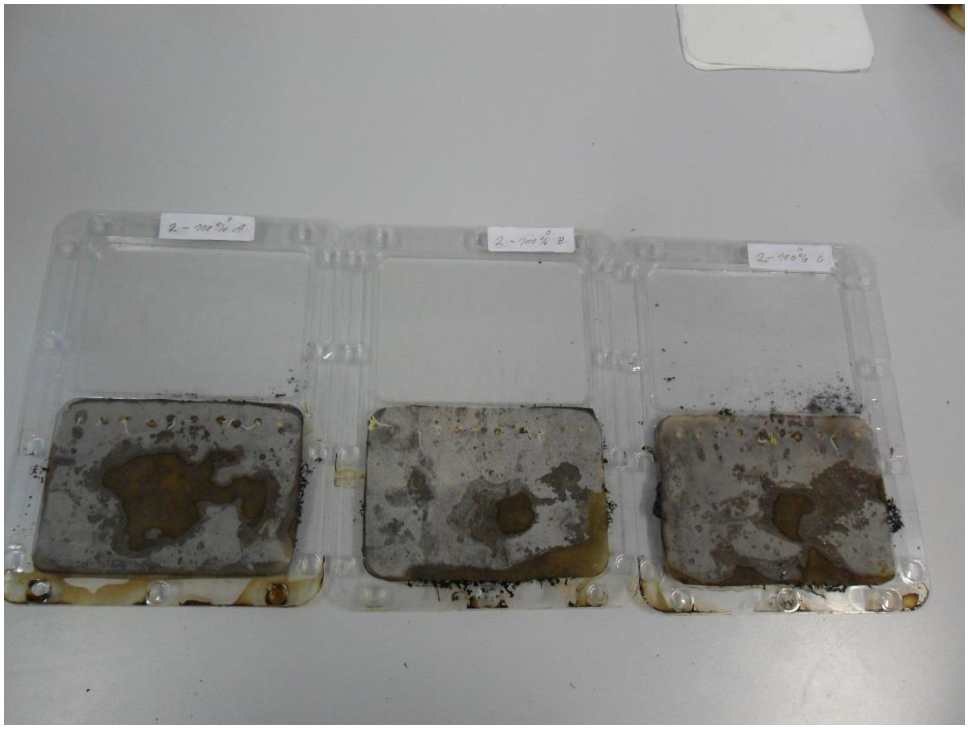


Obr. č. 52 – *Vzorek č. 1 100 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*

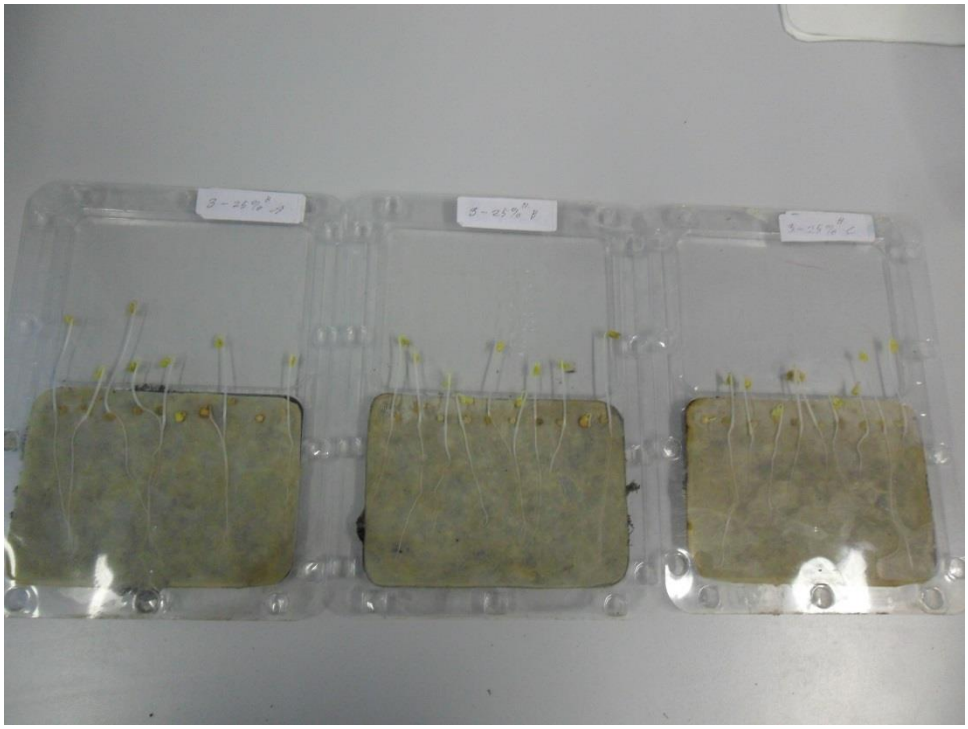


Obr. č. 53 – *Vzorek č. 2 25 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*

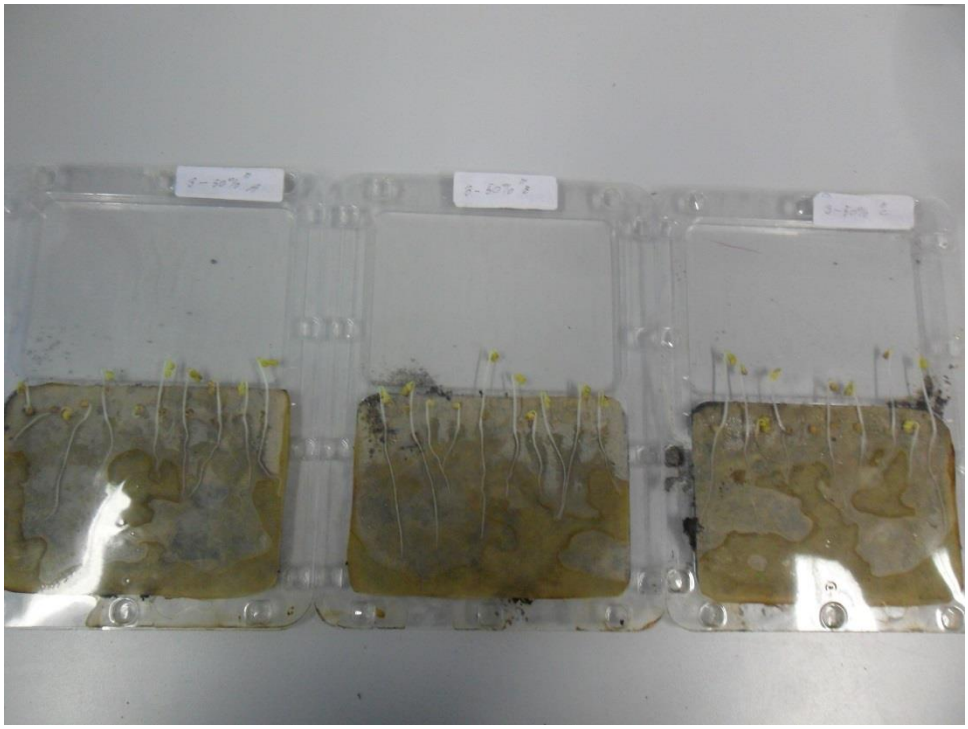
Obr. č. 54 – *Vzorek č. 2 50 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



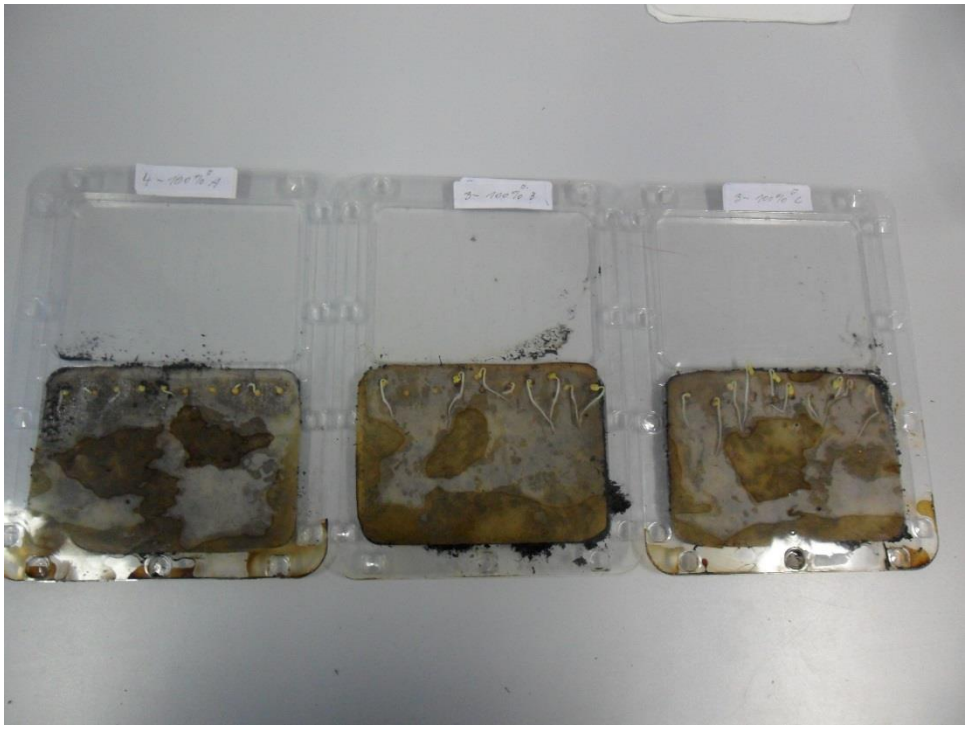
Obr. č. 55 – *Vzorek č. 2 100 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



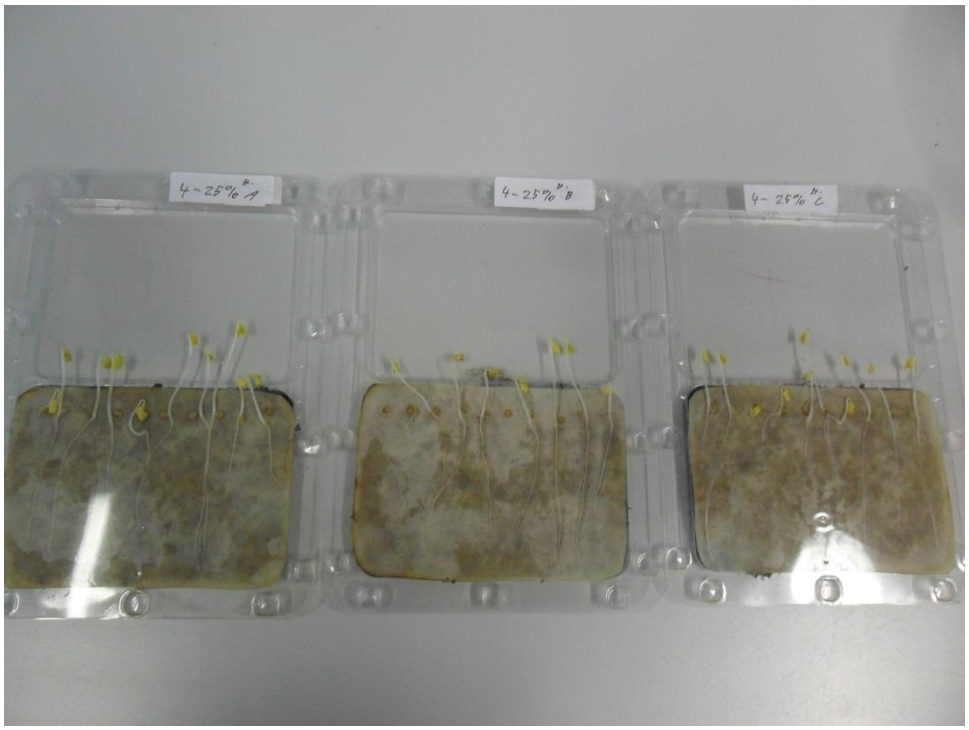
Obr. č. 56 – *Vzorek č. 3 25 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



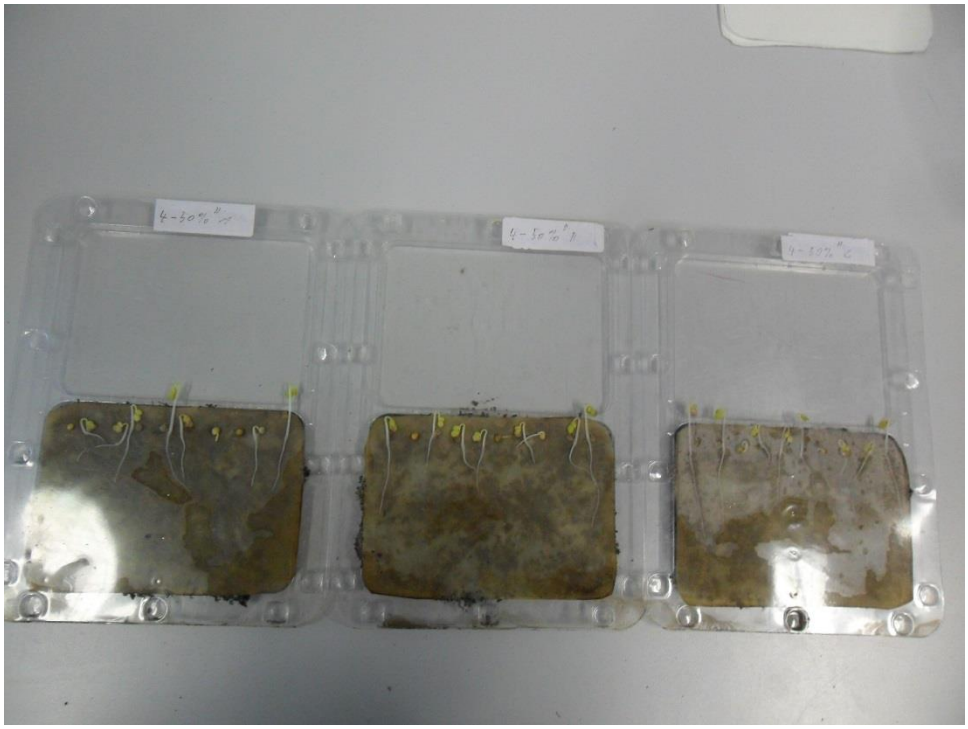
Obr. č. 57 – *Vzorek č. 3 50 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



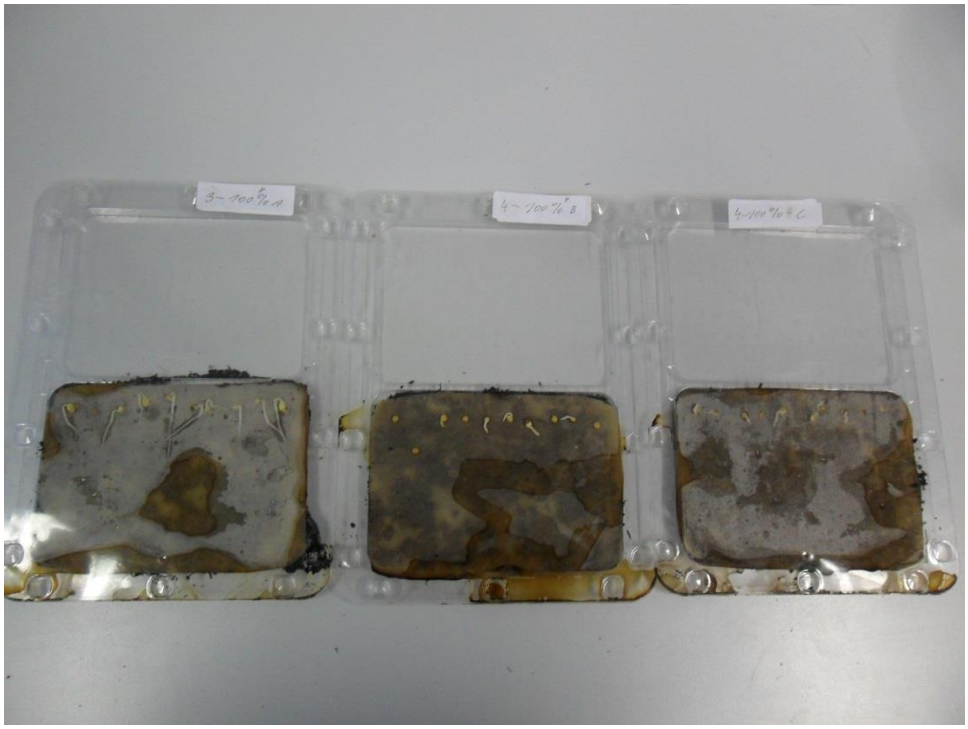
Obr. č. 58 – *Vzozek č. 3 100 % opakování B, C a Vzorek č. 4 100% opakování A (Čoček, 2016)*



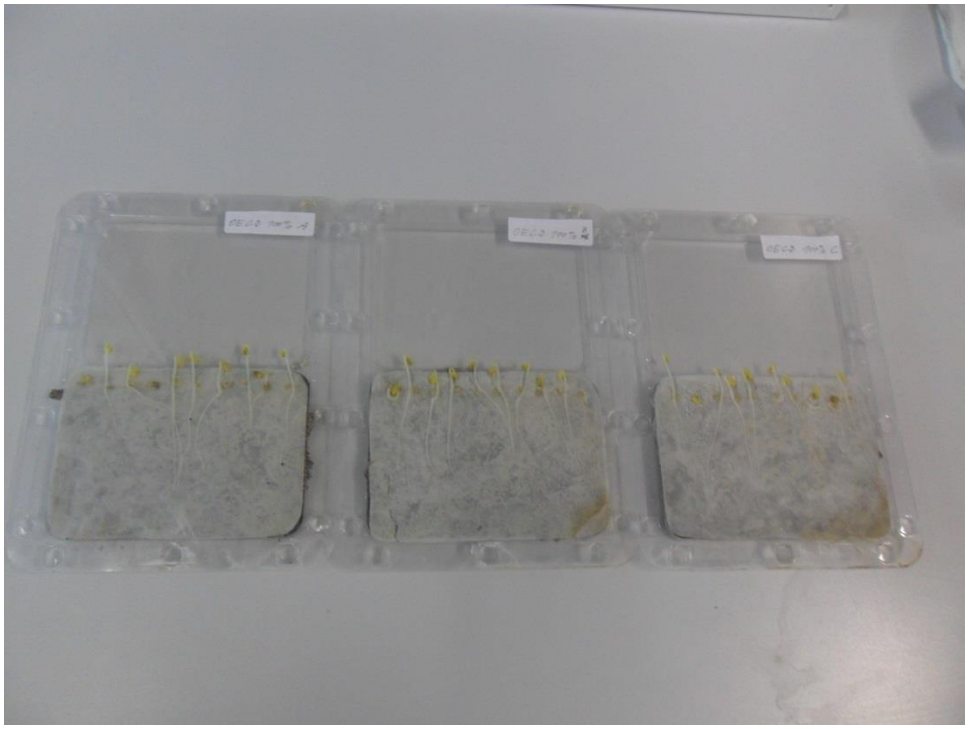
Obr. č. 59 – *Vzorek č. 4 25 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



Obr. č. 60 – *Vzorek č. 4 50 % opakování A, B, C (Čoček, 2016)*



Obr. č. 61 – *Vzozek č. 3 100 % opakování A a Vzorek č. 4 100% opakování B, C (Čoček, 2016)*



Obr. č. 62 – *Vzorek 100 % referenční OECD půdy opakování A, B, C (Čoček, 2016)*

Příloha č. 6

Dotazník posílaný zemědělcům v blízkosti města Přerov

Vážený pane, Vážená paní,

jsem studentem Mendelovy univerzity v Brně a chtěl bych Vás poprosit o vyplnění krátkého dotazníku. Cílem dotazníku je zjistit potenciální zájem u místních zemědělců o kompost vyprodukovaný v kompostárně Přerov – Žeravice. Výsledky dotazníku budou zpracovány do mé diplomové práce. Vyplnění dotazníku zabere maximálně 5 minut. Moc Vám děkuji za Váš čas, ochotu a pomoc.

1) Využívá Váš podnik kompost na zemědělské půdě?

□ ANO □ Ne

2) Víte o pozitivním účinku kompostu na zemědělskou půdu (např. kompost umožňuje zemi, získávat vodu, živiny, vzduch, zabraňuje vyschnutí rostlin, chrání rostliny před nemocemi atd.)?

□ ANO □ Ne

3) Vyberte důvod, proč nevyužíváte kompost k hnojení? (vyplní jen ten, kdo odpověděl v otázce č. 1 ne)?

□ Potenciální obavy z těžkých kovů obsažených v kompostu.

□ Hospodařením na pronajaté půdě.

□ Je to pro mě ekonomicky nákladný způsob hnojení.

□ Nemám možnost, kde kompost získat.

□ Mám dostatek chlévské mrvy.

□ Jiný důvod…….

4) Uvažujete o hnojení kompostem?

□ ANO □ Ne

5) Byli byste ochotní za odebíraný kompost zaplatit?

□ ANO □ Ne

6) Jestli ano, tak do jaké peněžní částky za 10^3 kg kompostu.

……

7) Uvítali byste dovoz kompostu na Vámi určené místo?

□ ANO □ Ne

8) Na jak velké rozloze hospodaříte?

□ do 50 ha □ 51 – 100 ha

□ 101 – 500 ha □ 501 a více

9) Do jaké věkové kategorie spadáte?

□ do 25 let □ 26 – 35 let

□ 36 – 45 let □ 46 – 55 let

□ 56 – 65 let □ nad 66 let