

CHARAKTERISTICS OF SELECTED TYPES OF COMPOSTS AND THEIR IMPACT ON SOIL

VLASTNOSTI VYBRANÝCH DRUHŮ KOMPOSTŮ A JEJICH VLIV NA
PŮDU

Plošek L.^{1,2}, Elbl J.¹, Záhora J.¹, Groda B.²

¹Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

²Department of Agriculture, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xplosek@mendelu.cz

ABSTRACT

With the advent of excessive amounts of mineral fertilizers in conventional agriculture, soil degradation in Europe has been occurring. Excessive use of mineral fertilizers also carries risks for surface water and groundwater. Therefore it is necessary to increase the use of organic fertilizers, such as compost. Correct application of compost into soil can improve physicochemical properties of the soil, it improves the activity of soil microorganisms and it also affects soil fertility. The assessment of the impact of composts must be based on appropriate criteria. In this work composts and control soil are assessed on the basis of microbial composition, amount of soil organic matter and phytotoxicity test.

Key words: compost, soil, microbial communities, soil organic matter

Acknowledgments: This work was supported by the project National Agency for Agriculture Research reg. No. QJ1220007.

ÚVOD

Stav půdy v EU se neustále zhoršuje, takový závěr vyplývá z poslední zprávy Evropské komise z února 2012. Důvody tohoto zhoršení jsou eroze, zábor volné půdy, acidifikace, úbytek půdní organické hmoty apod. (COM (2012) 46, MZV ČR).

Úbytek půdní organické hmoty (POH) přímo souvisí se špatným hospodařením na zemědělsky využívané půdě. Laegreid et al. (1999) uvádí, že úbytek POH se týká zemědělsky využívaných půd, kde nedocházelo k pravidelnému střídání plodiny nebo kde jsou nadměrně používána minerální hnojiva.

Vztah mezi syntetickými hnojivy, půdní mikrobiální biomasou a množstvím půdní organické hmoty, byl vědci několikrát prokázán. Dusík obsažený v hnojivech podpoří činnost půdní mikroflóry, která jej následně zpřístupní rostlinám. Na druhou stranu zvýšená činnost mikroorganismů sebou nese vyšší nároky na energii, kterou ovšem mikroorganismy získávají přeměnou uhlíku z půdní organické hmoty. To vede postupnému snižování obsahu půdní organické hmoty vyjádřené v uhlíkovém ekvivalentu (SPARLING, 1997).

Používání minerálních hnojiv sebou také nese riziko nadměrné kontaminace povrchových a podpovrchových vod, převážně se jedná o znečištění látkami obsahující ve svých molekulách dusík.

Příkladem takto dotčené lokality jsou půdy v okolí Březové nad Svitavou, kde vlivem nadměrného používání minerálních dusíkatých hnojiv dochází k výrazným únikům amoniakálního a dusičnanového N do podzemních vod, což zároveň negativně ovlivňuje zásobu POH a jiné půdní vlastnosti. V Březové nad Svitavou se zároveň nalézají nejvýznamnější zdroje pitné vody pro město Brno, z toho důvodu únik živin do povrchových a podzemních vod může mít zároveň negativní dopady na zdraví lidí (ELBL, 2010).

Možností jak opět zvýšit množství půdní organické hmoty v půdě a tím podpořit činnost půdních mikroorganismů je využívat ve větší míře organické hnojiva. Jedním z takovýchto hnojiv může být produkt aerobního rozkladu biologicky rozložitelných odpadů – kompost.

Kompost je organické hnojivo s širokým poměrem živin (C:N až 30:1) a s pomalu působícími formami dusíku. Formy dusíku a obsah živin má zásadní význam při aplikaci kompostu z pohledu ochrany životního prostředí, zejména s ohledem na povrchové a podzemní vody. Živiny jsou plynule uvolňovány pro potřebu rostlin a nejsou vyplavovány do spodních vod.

MATERIÁL A METODIKA

U 3 vzorků kompostů, 1 vzorku rekultivačního substrátu a 1 vzorku půdy byl proveden mikrobiální rozbor na stanovení počtu kolonií tvořících jednotek (KTJ), dále bylo provedeno stanovení půdní organické hmoty (spalitelných látek) a test fytoxicity. Pro přesnější interpretaci výsledků bylo rovněž změřeno aktivní pH a stanovena vlhkost a sušina u všech substrátů.

Vzorky kompostů a rekultivačního substrátu byly odebrány z Centrální kompostárny Brno - CKB (Černý drak, Zelený drak, Šedý drak – rekultivační substrát) a kompostárny CMC Náměšť (CMC kompost), kontrolním vzorkem půdy byla orníční vrstva z lokality Březová nad Svitavou. Odběr vzorků vycházel z ČSN ISO 10381-6 Kvalita půdy - Odběr vzorků - Část 6. Minimální množství vzorku pro mikrobiální analýzu je 500 g (MATĚJŮ, 1999). Odebrané vzorky půdy a kompostů byly po převozu homogenizovány a prosety na sítu o velikosti ok 2 mm (MATĚJŮ, 1999). Takto upravené vzorky byly uloženy v označených vzorkovnicích ve skříňovém termostatu při teplotě $4 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Stanovení aktivní půdní reakce

Stanovení pH (H_2O) vycházelo z metodiky ČSN EN 46 5735 Průmyslové komposty.

Stanovení momentální vlhkosti a sušiny

Stanovení momentální vlhkosti a sušiny vycházel z metodiky ČSN EN 46 5735 Průmyslové komposty.

Výpočet se provedl dle uvedených rovnic, počet opakování byl 3 ($n=3$).

$$w = \frac{(m_1 - m_2) - 100}{m_1}$$
$$dm = \frac{m_2 - 100}{m_1}$$

w – momentální vlhkost (%)

dm – množství sušiny (%)

m_1 – hmotnost vzorku před sušením (g)

m_2 – hmotnost vzorku po vysušení (g)

Metodika mikrobiálních analýz

Stanovení indikátorových skupin vycházelo z metodiky Mikrobiologicko – hygienické vyšetřovací metody pro půdy, komposty, a jiná neminerální hnojiva, čistírenské kaly a další tekuté a tuhé odpadní materiály (KOMÁREK, 1998).

Příprava výchozí suspenze a desetinasobných ředění byla provedena dle ČSN EN ISO 6887-1. Počet opakování byl 3 (n=3).

Jako indikátorové skupiny mikroorganismů byly zvoleny: celkový počet mikroorganismů, sporulující mikroorganismy, aktinomycety, plísně a kvasinky, koliformní bakterie a bakterie rodu *Azotobacter*.

1) Celkový počet mikroorganismů

Pro stanovení celkového počtu mikroorganismů ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito Nutrient Agar No. 2 (Himedia, India). Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 3 dnů.

2) Sporulující mikroorganismy

Zkumavky se suspenzemi jednotlivých substrátů byly nejprve podrobeny procesu pasterizace při teplotě $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 15 minut. Pro stanovení sporulujících mikroorganismů ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito Nutrient Agar No. 2 (Himedia, India), Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 5 dnů.

3) Aktinomycety

Pro stanovení aktinomycet ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito Actinomycetes Agar (Himedia, India). Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 3 dnů.

4) Plísně a kvasinky

Pro stanovení plísni a kvasinek ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito Chloramphenicol Glucose Agar (Biokar Diagnostics, France). Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 3 dnů.

5) Koliformní bakterie

Pro stanovení koliformních bakterií ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito VRBL Agar (Biokar Diagnostics, France). Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 24 hodin.

6) Bakterie rodu *Azotobacter*

Pro stanovení bakterií rodu *Azotobacter* ve vzorcích bylo jako kultivační medium použito Ashby's Mannitol Agar (Himedia, India). Petriho misky s 1 ml suspenze byly kultivovány při teplotě $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 5 dnů.

Stanovení půdní organické hmoty (spalitelné látky)

Stanovení půdní organické hmoty vycházelo ze stanovení množství spalitelných látek dle metodiky ČSN EN 46 5735 Průmyslové komposty. Počet opakování byl 3 (n=3).

Test fytotoxicity

Analýza fytotoxicity jednotlivých substrátů vycházela z Řeřichového testu fytotoxicity uvedeného v Metodické pomůcce – Kompostování přebytečné travní biomasy.

Metodika vlastního testu:

Do Petriho misek se vloží filtrační papír, který pokryje dno misky, a ovlhčí se pipetou odměřeným 1 ml výluhu. Na takto upravený filtrační papír se pravidelně rozmístí 20 semen řeřichy seté (*Lepidium sativa*). Pro každý vzorek je potřeba použít alespoň 4 Petriho misky s 20 semeny (celkem tedy 80 semen). Připravené a uzavřené misky se vloží do termostatu, kde semena klíčí 24 hod. za tmy při teplotě 28 °C. Současně s testovanými výluhy se do termostatu vloží také kontrolní vzorek pouze s destilovanou vodou. Po 24 hodinách se změří délky všech kořínků. Výsledný index klíčivosti, který je ukazatelem zralosti či toxicity kompostu, se získá dle vztahu:

$$IK = \frac{k_v \cdot l_v}{k_k \cdot l_k}$$

IK - index klíčivosti (%)

k_v - klíčivost vzorku (%)

k_k - klíčivost kontroly (%)

l_v - průměrná délka kořínků vzorku (mm)

l_k - průměrná délka kořínků kontroly (mm)

Index klíčivosti je jako kvalitativní znak stability platný pouze v souvislosti s ostatními parametry deklarovanými podnikovou normou. Při hodnotách do 50 % index uvádí nepoužitelnost kompostu k přímé aplikaci, od 60 do 80 % dává možnost aplikace s určitým rizikem poškození citlivých rostlin, při hodnotách 80 % a vyšších deklaruje zralý kompost. Je-li index klíčivosti mezi 60 – 80 %, lze říci, že je kompost ve fázi přeměny a má nejlepší hnojivý účinek. Nad 80 % tento účinek klesá a vliv humusu je silnější, tzn. že živiny jsou více vázány. Uvolňování dusíku a fosforu je pomalejší a nedochází k vyplavování živin do spodních vod (HEJÁTKOVÁ, K. et al., 2007).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Aktivní půdní reakce

Tab. 1: Výsledky aktivní půdní reakce (pH/H₂O)

Substrát	pH/H ₂ O
kontrola	5,81
Černý drak	7,82
Šedý drak	7,71
Zelený drak	8,11
CMC	8,42

Hodnoty aktivního pH pro komposty jsou slabě bazické, pH zralých kompostů by měla být dle ČSN EN 46 5735 v rozmezí 6 – 8,5, tzn. tomuto kritériu všechny zkoumané komposty vyhovují. Komposty by se vzhledem ke svému složení a původu měly vyznačovat spíše mírně bazickým pH než kyselým. Rekultivační substrát Šedý drak, rovněž nebyl příliš ovlivněn přidanou zeminou a pH je slabě bazické.

Kontrola (ornice) se naopak vyznačuje kyselým pH, což je charakteristické pro hlavní půdní jednotky (HPJ) 25 a 31, které se vyskytují v lokalitě Březové nad Svitavou. Otázkou ovšem je nakolik je původní slabě kyselé pH ovlivněno zemědělskou výrobou.

Momentální vlhkost a sušina

Tab. 2: Výsledky stanovení momentální vlhkosti (*w*) a množství sušiny (*dm*)

Substrát	w (%)	dm (%)
kontrola	21,25	78,75
Černý drak	43,69	56,31
Šedý drak	33,32	66,68
Zelený drak	41,27	58,73
CMC	37,75	62,75

Vlhkost zralých kompostů má být dle ČSN EN 46 5735 v rozmezí 45 – 60 %. Z výsledků je patrné, že v daném rozmezí se nenachází žádný ze zkoumaných kompostů, toto může být způsobeno ztrátou vlhkosti od ukončení procesu kompostování nebo způsobem uskladněním kompostů, kdy je kompost z ekonomických důvodů nejčastěji uložen na volné ploše. U substrátu ŠD je vlhkost ovlivněna zeminou, která se přidává do kompostu za účelem výroby rekultivačního substrátu. Vlhkost zeminy u ornice byla ovlivněna stávajícími klimatickými podmínkami, které předcházely odběru vzorků.

Mikrobiální rozbor substrátů

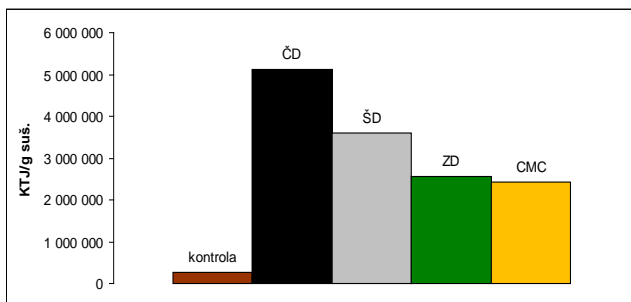
V rámci mikrobiálního rozboru se hodnotili indikátorové skupiny mikroorganismů: celkový počet mikroorganismů, sporující mikroorganismy, aktinomycety, plísně a kvasinky, koliformní bakterie zahrnující bakterii *E. coli* a vzdušný dusík fixující bakterie rodu *Azotobacter*.

Naměřené počty kolonií mikroorganismů jednotlivých indikátorových skupin jsou zaznamenány v tabulce s výsledky mikrobiálního rozboru. Výsledky jsou uváděny v jednotkách KTJ/g suš. (kolonií tvořících jednotky na 1 gram sušiny vzorku). Pro přehlednost jsou počty jednotlivých skupin mikroorganismů všech substrátů zobrazeny v grafech na obrázcích 1 – 6.

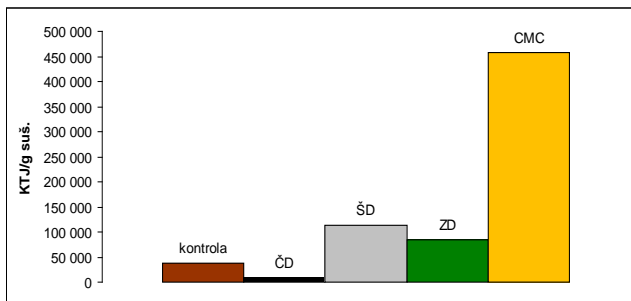
Tab. 3: Výsledky mikrobiálního rozboru

Substrát	CPM	Sporující bakterie	Aktinomycety	Plísně a kvasinky	Koliformní bakterie	N ₂ bakterie <i>Azotobacter</i>
kontrola	$2,7 \cdot 10^5$	$3,9 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,40 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^2$	$7,6 \cdot 10^3$
Černý drak	$5,1 \cdot 10^6$	$9,4 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^5$	$8,08 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^4$
Šedý drak	$3,6 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$	$4,57 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^4$
Zelený drak	$2,6 \cdot 10^6$	$8,5 \cdot 10^4$	$4,8 \cdot 10^4$	$5,45 \cdot 10^4$	8	$3,3 \cdot 10^4$
CMC	$2,4 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^6$	$1,19 \cdot 10^4$	$8,5 \cdot 10^2$	$8,0 \cdot 10^2$

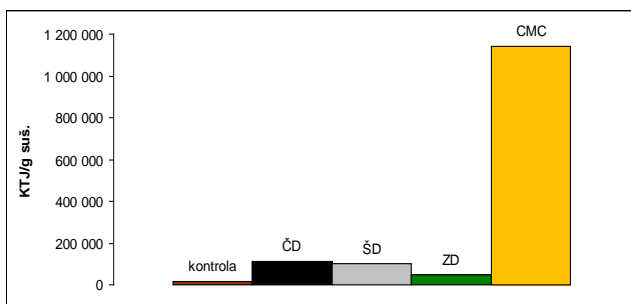
Obr. 1: Celkový počet mikroorganismů



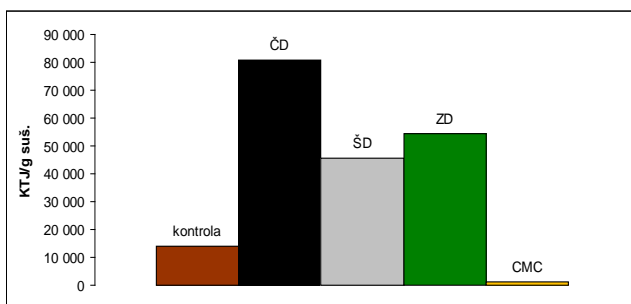
Obr. 2: Sporující mikroorganismy

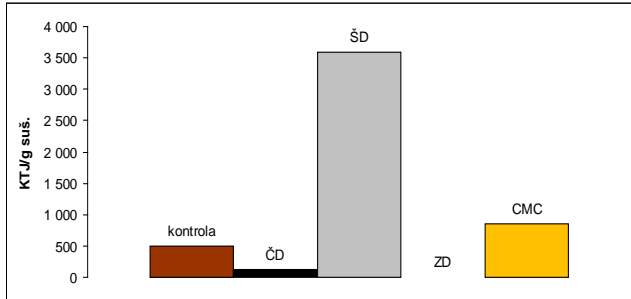
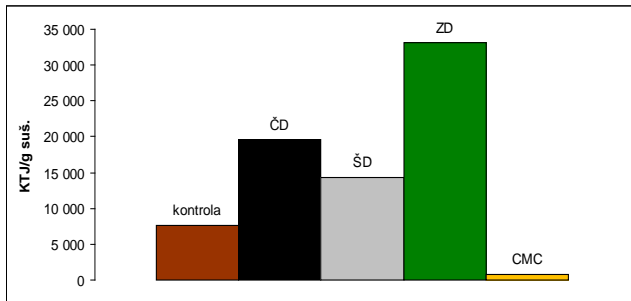


Obr. 3: Aktinomycety



Obr. 4: Plísně a kvasinky



Obr. 5: Koliformní bakterie (*E. coli*)Obr. 6: Bakterie rodu *Azotobacter*

Pokud porovnáme hodnoty jednotlivých skupin mikroorganismů u kompostů s kontrolním vzorkem, kterým byla orniční vrstva z lokality Březová nad Svitavou, tak lze konstatovat, že komposty dosahují téměř ve všech parametrech výrazně lepších hodnot než daný vzorek ornice. Údaje z literatury pro normálně fungující půdy udávají hodnoty pro CPM $10^6 - 10^9$ KTJ/g suš. a pro plísně (mikromycety) $10^4 - 10^6$ KTJ/g suš. (GOBAT, ARAGNO, WILLY, 2004, FIALOVÁ, 2009). Z toho vyplývá, že ornice v Březové nad Svitavou je výrazně ochuzená o mikrobiální složku půdy, naopak hodnoty u všech kompostů se nacházejí v daném rozmezí hodnot.

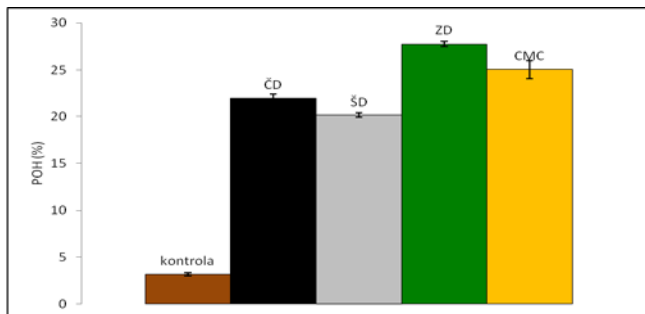
Lze rovněž pozorovat rozdíly mezi komposty z CKB a kompostárnou v Náměšti. Kompost v Náměšti se vyznačuje výrazným zastoupením v indikátorových skupinách Aktinomycety a sporulující mikroorganismy, naopak ve skupinách plísně a kvasinky a vzdušný dusík fixující bakterie rodu *Azotobacter* je výrazně ochuzen oproti kompostům CKB.

Ve sledované skupině v půdě nežádoucích koliformních bakterií by u kompostů neměla být překročena hranice 10^3 KTJ/g kompostu pro koliformní bakterie (TESAŘOVÁ a kol., 2010). Tato hodnota byla překročena pouze u rekultivačního substrátu Šedý drak. Ačkoli se nejedná o kompost dle normy ČSN EN 46 5735 Průmyslové komposty, tak tokový substrát představuje potenciální riziko pro zemědělsky využívané půdy.

Stanovení půdní organické hmoty

Tab. 4: Výsledky stanovení půdní organické hmoty

Substrát	POH (%)
kontrola	3,16
Černý drak	21,99
Šedý drak	20,13
Zelený drak	27,75
CMC	25,03



Množství POH ornice (3,16 %) odpovídá hodnotám uváděných pro půdy v ČR (střední hodnoty pro zemědělské půdy 2 – 6 %), ovšem nižší hodnota pH nám může indikovat horší kvalitu POH, neboť nižší pH může značně omezovat mikrobiální aktivitu a tím pádem i proces mineralizace a humifikace. Rekultivační substrát Šedý drak se množstvím POH velmi blížil ostatním průmyslovým kompostům, z toho lze usuzovat, že pro výrobu daného substrátu bylo použito větší množství kompostu. Norma ČSN EN 46 5735 udává množství spalitelných látek v kompostech min. 25 %, tento limit nebyl splněn u kompostu ČD.

Test fytotoxicity

Tab. 5: Výsledky testu fytotoxicity

Substrát	k_v (%)	l_v (mm)	k_k (%)	l_k (mm)	IK (%)
kontrola (H ₂ O)	96,25	2,750	96,25	2,75	100
ornice	92,50	2,176	96,25	2,75	76,03
Černý drak	92,50	2,068	96,25	2,75	72,26
Šedý drak	91,25	1,973	96,25	2,75	68,00
Zelený drak	97,50	2,128	96,25	2,75	78,39
CMC	100	2,592	96,25	2,75	97,93

Z výsledku testu fytotoxicity vyplývá, že z pohledu vlivu na rostliny je nevhodnějším substrátem CMC kompost z kompostárny v Náměšti, kterým je možné hnojit i ty nejcitlivější rostliny. Naopak komposty z CKB svou fytotoxicitou odpovídají kompostům ve fázi přeměny, z toho důvodu nejsou vhodné pro použití pro citlivé rostliny.

ZÁVĚR

Z výsledků jednotlivých testů ornice z lokality Březová nad Svitavou, 3 druhů kompostů a 1 rekultivačního substrátu lze konstatovat, že komposty dosahují prakticky ve všech kvalitativních parametrech výrazně vyšších hodnot než kontrolní orníční vrstva. Z mikrobiálního hlediska jsou komposty zdrojem a zároveň zásobárnou živin a půdní mikroflóry a právě mikroflóra je zásadním činitelem pro zpřístupnění živin pro rostliny. Při porovnání kvalitativních parametrů pouze u kompostů je problematické říci, který kompost je kvalitnější, neboť všechny zkoumané komposty (ČD, ZD a CMC) jsou registrovány jako hnojivo dle zákona o hnojivech, tzn. musí splňovat základní podmínky dle normy ČSN EN46 5735. Proto pro posouzení je potřeba provést další testy, které budou rovněž zahrnovat vliv na produkci biomasy a schopnost zadržet minerální dusík v půdě.

LITERATURA

- 1) Elbl J. (2010): Dynamika úniku klíčových živin z jímací oblasti pro zásobování města Brna pitnou vodou. Bakalářská práce. MENDELU.
- 2) Fialová Z. (2009): Vliv vybraných fyzikálních faktorů na respirační aktivitu půdních mikroorganismů. Diplomová práce. MENDELU.
- 3) Gobat J.-M., Aragno M., Willy M. (2004): The living soil. Science Publishers Inc, 33-40, 337-360.
- 4) Hejátková K., et al. (2007): Metodická pomůcka - Kompostování přebytečné travní biomasy. ZERA, a.s.
- 5) Komárek L. (ed.) (1998): Mikrobiologicko – hygienické vyšetřovací metody pro půdy, komposty, a jiná neminerální hnojiva, čistírenské kaly a další tekuté a tuhé odpadní materiály. Mikrobiologicko – hygienické posouzení účinnosti procesu kompostování. In: Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, příloha 4/1998. Státní zdravotní ústav v Praze.
- 6) Laegreid M., Bøckman O. C., Kaarstad O. (1999): Agriculture Fertilizers and the Environment. CAB International, 97-104.
- 7) Matějů L. (2009): Metodický návod pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalech z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech, kompostech, pomocných růstových prostředcích a podobných matricích. In: Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, č. 1/2008 [2009]. Státní zdravotní ústav v Praze.

- 8) Sparling G. P. (1997): Soil Microbial Biomass, Activity and Nutrient Cycling as Indicators of Soil Health. In: PANKHURST, C. E., DOUBE, B.M., GUPTA, V. V. S. R. (eds.): Biological Indicators of Soil Health. CAB International, 97 – 156.
- 9) Tesařová M., Filip Z., Szostková M., Morscheck G. (2010): Biologické zpracování odpadů. MENDELU
- 10) COM (2012) 46: *The implementation of the Soil Thematic Strategy and on going activities*
- 11) Ministerstvo zahraničních věcí ČR: Stav půdy v EU se stále zhoršuje. 2012
[cit. 2012-03-12], dostupné na:
www.mzv.cz/representation_brussels/cz/evropska_unie/zivotni_prostredi/-zastupitelske_urady-representation_brussels-publish-cz-evropska_unie-zivotni_prostredi-stav_pudy_v_eu_se_stale_zhorsuje.html
- 12) ČSN EN 46 5735: Průmyslové komposty
- 13) ČSN EN ISO 6887-1: Úprava analytických vzorků, příprava výchozí suspenze a desetinásobných ředění - Část 1: Všeobecné pokyny pro přípravu výchozí suspenze a desetinásobných ředění.
- 14) ČSN ISO 10381-6: Kvalita půdy - Odběr vzorků - Část 6: Pokyny pro odběr, manipulaci a uchovávání půdních vzorků za aerobních podmínek pro studium mikrobiálních procesů, biomasy a diverzity v laboratoři.