

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Agroekosystémů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Urychlovací přísada pro kompostéry a zahrádkářské komposty

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Konzultant bakalářské práce: prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.

Autor bakalářské práce: František Hájek

České Budějovice, 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **František HÁJEK**
Osobní číslo: **Z12424**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství**
Název tématu: **Urychlovací přísada pro kompostéry a zahrádkářské komposty**
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je navrhnout urychlovací přísadu pro zahrádkářské kompostéry a komposty. Kompostování městské a zahrádkářské zeleně a jiných organických rostlinných odpadů umožňuje recyklaci jejich organického podílu do půdy. Cílem přísady ke kompostování je dosáhnout podmínek optimální dynamiky transformace organických frakcí při kompostování s možností ovlivnění výsledné kvality kompostu. Vstupním materiálem budou rostlinné zbytky z údržby trvalých travních porostů, veřejné zeleně, údržby stromů a keřů, zpracování zbytků z údržby zeleně a zahrad.

Vypracujte literární rešerši na téma Kompostování fytomasy: I) Kompostování travní hmoty a veřejné zeleně; II) Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu /receptura, příprava surovin, zakládka, překopávání, ukončení kompostovacího procesu atd./; III) Kontrola kompostovacího procesu a kvality kompostu; IV) Urychlovací přísady procesu kompostování a princip jejich působení; V) Registrace vyrobeného kompostu; VI) Ekonomická kalkulace produktu. Na základě studia literatury navrhnete "Urychlovací přísadu pro kompostéry a zahrádkářské komposty".


Vypracujte bakalářskou práci dle Opatření děkana č. 13 ze dne 18. 12. 2009. Ke zpracování bakalářské práce využijte skriptu Technika zpracování bakalářských a diplomových prací (Kareš J. a kol., 2007) a Práce s VTI (Milota J., Nýdl V., 1996).

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

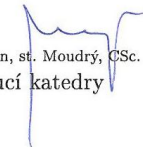
Váchalová R. (2012): Aerobní zpracování biomasy. ZF JU v Č.B. Studijní texty, 150 s.; Slejška A. a kol. (2009): Vlastnosti a složení zahradních kompostů v České republice. Biom.cz [online]. 2009-10-07 (cit. 2014-02-19); Kollárová M. a kol. (2008): Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů. VÚZT Praha, 24 s., ISBN 978-86884-36-2; Váňa J.: Kompostování odpadů. In: Váňa J., Balík J., Tlustoš P. (2009): Pevné odpady. ČZU Praha; Plíva P. a kol. (2006): Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu. VÚZT Praha, č. 1, 65 s., ISBN: 80-86884-11-2; Plíva P. a kol. (2005): Technika pro kompostování v pásových hromadách, VÚZT Praha, č. 1, 72 s., ISBN: 8086884-02-3; Plíva P. a kol. (2008): Strojní vybavení kompostovací linky. VÚZT Praha, 16 s., ISBN: 978-80-86884-33-2; Jelínek A. a kol.: Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálním procesem. Praha 2002, ISBN 80-238-8539-1, 74 s; Zbírál J. (1995, 1996, 1997): Analýza půd I, II, III. Jednotné pracovní postupy. ÚZKUZ Brno; ČSN 465735 Průmyslové komposty; Zethner, G., Götz, B., Amlinger, F.: Qualität von Komposten aus der getrennten Sammlung. Umweltbundesamt (Federal Environment Agency), Wien, 363 s., 2000;

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: 10. února 2014
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentů 13
370 05 České Budějovice
L.S.


prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za cenné rady, odborné vedení, trpělivost a připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji prof. Ing. Ladislavu Kolářovi, DrSc. za cenné rady a předané znalosti a Ing. Janu Bastlovi za pomoc v laboratořích.

PROHLÁŠENÍ

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

V Českých Budějovicích 1. 4. 2015

.....

František Hájek

Abstrakt

Podstata práce spočívá v návržení a výzkumu kvalitní urychlovací přísady do zahrádkářských kompostů. Přísada odstraňuje nedostatky vstupní nadrcené travní hmoty, která se kompostuje. Nadále jsou v práci popsány vlastnosti kompostu, podmínky správného kompostování a právní předpisy k produktu kompostovacího procesu. V metodice práce se řeší účinnost urychlovačů kompostů dostupných v obchodních sítích v tuzemsku a ve světě.

Důležitou složkou mého urychlovače je hořčík z dolomitického vápence od firmy HASIT, který kladně ovlivňuje průběh humifikace. Pokus kompostování s tímto urychlovačem proběhl na drcené travní hmotě.

K objektivnímu posouzení kvality kompostů se využilo metody stanovení kationtové výměnné kapacity dle Sandhoffa. Podařilo se dosáhnout zvýšení kationtové výměnné kapacity o 22 % u vzorku s urychlovačem ve srovnání s kontrolou, vzorkem kompostované samotné travní hmoty. Na základě zjištěných výsledků lze tvrdit, že navržený urychlovač má patrný kladný vliv na kompostování travní hmoty. Proto další práce na jeho složení má význam.

Klíčová slova: humus; kationtová výměnná kapacita; kompost; urychlovač kompostérů,

Abstract

The purpose of this paper is to research and suggest good-quality compost accelerators that could be effectively used in the garden composts. The additive eliminates the shortage of the input pulverized grass matter which is being composted. This thesis also describes the features of the compost, the nature of the correct composting procedures, and the legal implications to the production of the composting process. This paper elaborates the efficiency of the compost accelerators that are available within the home market and abroad.

An important component of my accelerator is magnesium from the Dolomites limestone distributed by the “HASIT“ company which positively affects the process

of humification. The experiment of compostation with this type of accelerator took place on the pulverized grass matter.

In order to objectively assess the quality of the composts, the Sanhoff's method of stating the cation exchange capacity was used. During this experiment, the cation exchange capacity increased by 22% in the sample where the accelerator has been used, as compared to the sample where only the composted grass matter was present. Based on the results gathered, it is feasible to conclude that the suggested accelerator does have a significant impact on the composting of the grass matter. Due to this fact, it is strongly recommended to conduct a further research on the composition of the compost accelerators.

Key words: cation exchange capacity; compost, compost accelerator; topsoil;

Obsah

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE	11
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12
2.1 CHARAKTERISTIKA KOMPOSTU	12
2.2 OBSAŽENÉ LÁTKY	13
2.2.1 Humus	13
2.2.2 Vlastnosti humusu.....	15
2.2.3 Organická hmota	16
2.2.4 Živiny	16
2.2.5 Organizmy.....	17
2.3 ZAKLÁDÁNÍ KOMPOSTŮ	18
2.4 TECHNOLOGIE KOMPOSTOVÁNÍ.....	18
2.4.1 Kompostování v plošných hromadách na volné ploše.....	19
2.4.2 Kompostování v pásových hromadách na volné ploše	19
2.4.3 Kompostování v uzavřeném prostoru – v hale.....	20
2.4.4 Kompostování v zahradních boxech	20
2.4.5 Biofermentory a ostatní zařízení	20
2.5 VLASTNOSTI KOMPOSTOVANÝCH SUROVIN - CHEMICKÉ, FYZIKÁLNÍ, MIKROBIOLOGICKÉ	21
2.5.1 Poměr C/N.....	21

2.5.2	Vápník.....	22
2.5.3	Fosfor a draslík.....	23
2.5.4	Jíl.....	23
2.5.6	Pórovitost a zrnitost	26
2.5.7	Homogenizace.....	27
2.5.8	Mikroorganizmy a zemina	27
2.5.9	Výzkum ve světě	28
2.6	MÍSTO PRO KOMPOST	28
2.6.1	Polní základka (dočasné stanoviště).....	28
2.6.2	Stálé kompostárny	29
2.6.3	Zahradní komposty.....	29
2.7	DOBA KOMPOSTOVÁNÍ	30
2.8	PRŮBĚH FÁZÍ KOMPOSTOVACÍHO PROCESU	30
2.8.1	Fáze rozkladu – mineralizace.....	30
2.8.2	Fáze přeměny	31
2.8.3	Fáze syntézy	32
2.9	UKONČENÍ KOMPOSTOVACÍHO PROCESU	32
2.10	REGISTRACE KOMPOSTŮ	32
3.	VLASTNÍ PRÁCE	33
3.1	PRŮZKUM URYCHLOVACÍCH PŘÍRAD	33

3.1.1	Přehled tuzemských prodávaných urychlovacích přísad s deklarovanými informacemi od výrobce.....	34
3.1.2	Přehled zahraničních urychlovačů kompostování s deklarovanými informacemi od výrobce.....	36
3.2	NAVRŽENÍ URYCHLOVACÍ PŘÍSADY PRO KOMPOSTÉRY.....	40
4.	METODIKA	43
4.1	KOMPOSTOVÁNÍ TRAVNÍ HMOTY A VEŘEJNÉ ZELENĚ	43
4.2	STANOVENÍ IONTOVÝMĚNNÉ KAPACITY U VZORKŮ PŮD.....	44
5.	VÝSLEDKY A PŘÍNOS PRÁCE.....	49
6.	DISKUZE.....	49
7.	ZÁVĚR.....	51
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
9.	PŘÍLOHY	57
9.1	STANOVENÍ KATIONTOVÉ VÝMĚNNÉ KAPACITY PODLE SANDHOFFA ...	57
9.2	KOMPOSTY APLIKOVANÉ DO PŮDY	59

1. Úvod a cíl práce

Kompostováním se získává nejstarší a nejpřirozenější prostředek ke zlepšování půdních vlastností. Správný kompost vysoce zvyšuje schopnost půdy poutat potřebné rostlinné živiny, které následně pěstovaná plodina čerpá dle vlastní potřeby. Maloobjemné komposty byly rozšířeny ve všech zahradách již v dávné minulosti. V českých zemích byla snaha o širší produkci kompostů v první polovině 20. století. Jejich rozkvět částečně stagnoval, ale v současnosti se kompostování stává aktuální. Příčinou je snaha o co nejefektivnější využití organických odpadů na určené a vodohospodářsky zabezpečené ploše (např. městské kompostárny). Ovšem v dnešní době se v domácnostech vysoce rozšiřuje trend kompostování v kompostéru, ve kterém se nenachází potřebné podmínky k tvorbě kvalitního kompostu, tedy humusu. Důvodů je několik. Ne každý vlastník kompostéru ovládá problematiku kompostování. Spíše žije v domněnách, že vše, co se v kuchyni nezpracovalo, bez obav může umístit do kompostéru, zasypat tuto hmotu urychlovačem z obchodního řetězce a čekat, že se vyprodukuje plnohodnotný kompost. Tato myšlenka je absurdní.

Cíl bakalářské práce spočívá ve snaze navrhnout účinnou urychlovací přísadu do zahrádkářských kompostérů a kompostů, která plnohodnotně odstraní veškeré nedostatky vzniklé v průběhu kompostování travní zeleně. Základní surovinu poskytne firma HASIT, která měla zájem o spolupráci s Katedrou Agroekosystémů Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zároveň obsah mé bakalářské práce může posloužit jako vhodná metodika kompostování pro nové kompostáře.

2. Literární přehled

2.1 Charakteristika kompostu

Pod slovem kompost se rozumí nejpřirozenější a nejstarší prostředek, který se podílí na řadě procesů v půdě a tím ovlivňuje její důležité vlastnosti. Základní složkou kompostu je labilní organická hmota, která poskytuje energii pro mikroorganismy a dobře podlehně rozkladným procesům. Labilní složkou se rozumí hmota, která má vyšší obsah sacharidů, tuků, hemicelulóz, pentosanů, rozpustných N-látek a obsahuje méně reaktivní celulózu a prakticky stabilní lignin. Spektrum vstupních surovin je velice široké. Lze využít vedlejší produkty z živočišné výroby (keřda, chlévská mrva, močůvka, atd.), rostlinné výroby (sláma, bramborová nať, přestárlá tráva, atd.) a hlavně organické odpady z domácností (zbytky jídel) a z údržby městských správ (spadané listí, větve z dřevin, atd.) (Kolář 1988, Kolář et al 2008, Svobodová 2011).

Zakládáním kompostů zvyšujeme ochranu životního prostředí trojím způsobem. Za prvé směřujeme odumřelé části rostlin na jedno určené místo, které máme pod dozorem. Tímto znemožníme mnoha škůdcům a plevelům přebývat a rozmnožovat se na pozemku. Za druhé se ekologicky zbavíme části vlastních odpadů. Za třetí se po zapravení kompostu do půdy zlepšují její vlastnosti, a to především kationtová výměnná kapacita (KVK), která v dnešních půdách nadměrně klesá. Při aplikaci kompostu do půdy jako organické hnojivo se dodává nejen organická hmota jako potrava pro mikroorganismy, ale zároveň s ní přichází cenné živiny, které bychom jinak museli nakoupit v podobě průmyslových hnojiv. Ovšem všechny tyto potřebné zlepšující vlastnosti získáme, pouze pokud se dodrží správné podmínky pro kompostování (Kalina 2004, Kolář 1988).

S rostoucím počtem obyvatel ve světě vzrůstá i množství odpadů lidmi vyprodukovaných. Uvádí se, že každý občan v Evropě a v USA denně vyprodukuje v průměru 0,6 – 2 kg komunálního odpadu. V USA hledají vhodné řešení na likvidaci toho odpadu a kompostování s recyklací se jeví jako vhodné východisko (Farrell a Jones 2009).

2.2 Obsažené látky

Jak již bylo uvedeno, při kompostování vzniká spousta látek působících kladně i záporně na vlastnosti půd. Kladné látky představují v největším množství humínové kyseliny, fulvokyseliny, hymatomelanové kyseliny, humíny aj. Negativní látky v průběhu humifikace nevznikají. Z kvantitativního hlediska jsou nejvíce zastoupené fulvokyseliny a humínové kyseliny v obvyklém množství 85 – 90% v půdním humusu. Látky obsažené v kompostu lze rozdělit do dvou skupin – na vzniklé přímo při kompostování a na látky s pozměněnou formou. Protože existuje více typů základek (z pohledu různorodosti a obsahu vstupních surovin), liší se i konečná skladba látek ve vyzrálém kompostu. Avšak i látky označené jako konečné mohou být odbourány vlivem času, biologických pochodů a podobně (Kolář 1988, Svobodová 2011).

2.2.1 Humus

Pojmem humus se označují látky typické pro půdní prostředí a jejich vznik považujeme za cíl kompostovacího procesu. Nikde jinde než v půdě (popřípadě v kompostu a jiném prostředí podobném půdě) nemohou vzniknout. Jedná se o vzniklou organickou hmotu, která prošla humifikačními pochody. Samozřejmě se tyto látky nevyskytují samy v kompostu. Proto označení “humus“ zahrnuje i ostatní směsné látky. Celkově se zmiňované látky mohou rozdělit dle několika kritérií. Často bývá uváděno klasifikační schéma dle Tjurina (Kolář 1988, Svobodová 2011).

Tab. č. 1. Tjurinovo třídění humusových látek (Kolář 1988).

1. Humínové látky	Nerozpustné v alkáliích	Humín, humulignin (ulmin), humusové uhlí
	Rozpustné v alkáliích	kys. humínová, kys. hymatomelanová, fulvokyseliny
2. Nehumínové látky	Lignin, celulóza, hemicelulóza, proteiny nízkomolekulární produkty rozkladu - organické kyseliny, aminokyseliny, aj.	
3. Látky rozpustné v organických rozpouštědlech	Látky živičné, vosky, smoly, mastné kyseliny, aj.	

V třídění se skrývá několik nedostatků. Humínové látky jsou látky, které prošly humifikací. Pokud se k humínovým látkám přidají meziprodukty humifikace a nebo humusotvorný materiál, mluví se již o humusových látkách. Zároveň kyselina humínová a hymatomelanová by se měla nazývat jako kyseliny humínové a kyseliny hymatomelanové, protože se jedná o skupiny chemických látek.

Z pohledu tvorby humusu v půdě a logiky transformací vychází rozdělení humusu a meziproduktů do 3 základních skupin:

1. Nehumusové látky
2. Humusové látky
3. Látky směšného charakteru (Kolář 1988).

Do první skupiny lze zařadit velkou škálu různých látek, např. sacharidy (cukry, celulózu, hemicelulózu), pektiny, bílkoviny, aminokyseliny, peptidy, ligniny, keratin, tuky, třísloviny, oleje, vosky, organická barviva aj. Tyto látky se projevují poznatelnými chemickými a fyzikálními vlastnostmi (přesný index lomu, stálé elementární složení, ostrý bod tání, apod.). Zároveň se od sebe liší svým prvkovým složením, vlastnostmi a uvolněním do půdy buď z humusotvorného materiálu po jeho degradaci, nebo v podobě produktů trávicího zažívání mikroorganismů. Kvantita a kvalita těchto komponentů se často mění. Při dodání humusotvorného materiálu roste podíl i zastoupení snadno biologicky zpracovatelných součástí (např. jednodušší sacharidy). Jejich zastoupení se po několika měsících sníží a narůstá podíl odolnějších zástupců (např. lignin). Nehumusové látky rychle mění své složení a z toho důvodu se popisují určitými cykly než momentální skladbou (Kolář 1988).

Není možné vyextrahovat z půdy všechny nehumusové látky jedním rozpouštědlem. Část z nich se rozpouští ve studené vodě (třísloviny, cukry, aminokyseliny, některé bílkoviny), některé v horké (tanin, pektiny, škrob, kyselina močová s dalšími organickými kyselinami), další v éteru (vosky, pryskyřice, tuky, éterické oleje, barviva a další organické kyseliny) či v alkoholu (pryskyřice, třísloviny, alkaloidy, barviva, částečně glyceridy, třísloviny). Pro získání rezistentních složek (hemicelulóza, celulóza) je nutno provést digesci zředěnou kyselinou /solnou nebo sírovou/ (Kolář 1988).

Ke druhé skupině přiřazujeme fulvokyseliny, humínové kyseliny, hymatomelanové kyseliny a humíny. V půdě jsou v základním stavu stálejší bez viditelných ostrých chemických a fyzikálních charakteristik. Všechny se skládají z aromatického jádra. Na koncích jádra se vážou rozdílné periferní součásti (aminokyseliny, cukry, pektiny atd.). Poměr složení jádra k ostatním složkám je důležitý, protože udává výsledný charakter (lyofobní, lyofilní), reaktivitu, sorpční a výměnnou kapacitu, kyselinový charakter aj. Z půdy lze získat pomocí alkalických extraktů a úpravou pH jednotlivě kyseliny humínové, fulvokyseliny a hymatomelanové kyseliny (hymatomelanové kyseliny se oddělí alkoholem z humínových kyselin). Ačkoliv se získaly důležité skupiny kyselin, s humíny nastal problém. Kvůli vysoké molekulové hmotnosti jsou stabilnější složkou v půdě, a proto se nerozpustí ani v chemických látkách. Další jejich vlastnosti spočívají ve vytváření pevných vazeb s nejjemnějšími minerálními koloidy v půdním prostředí (jílovými částicemi) a díky své vysoké molekulové hmotnosti zvyšují kationovou výměnnou kapacitu půdy (Kolář 1988).

Ve třetí skupině se nachází bitumeny, poněvadž svým původem se mohou přiřadit jak k nehumusovým látkám, tak i k humusovým látkám (Kolář 1988).

2.2.2 Vlastnosti humusu

Přítomnost humusu v těžkých půdách zvyšuje vzdušnost, pórovitost, vodní jímavost, propustnost. Nadále působí proti soudržnosti a tvorbě škraloupu. Vytváří optimální drobtovitou strukturu svým vodním, vzdušným a tepelným režimem. Dále dopomáhá k vyšší kyprosti a pufraci půdy. V lehkých půdách zamezuje hrubé pórovitosti a vysoké vodopropustnosti a vysychavosti půdy. Navíc v lehkých půdách napomáhá větší soudržnosti (Jelínek et al 2002, Svobodová 2011).

Spojením humusu a jemných půdních částic dojde ke vzniku organominerálního komplexu. Ten je schopen na sebe poutat rostlinné živiny (dusík, fosfor) a postupně je poskytovat rostlině dle potřeby. Navíc organominerální komplex dokáže rozpouštět živiny z půdních minerálů. Tím vším se zvyšuje účinnost hnojení minerálními hnojivy, které se méně vyplavují do spodních vod a rostlina je může progresivně čerpat podle potřeby. Kvůli pomalé mineralizaci organické hmoty při kompostování se kompostem mohou hnojit velmi lehké půdy. Navíc díky tmavé barvě zvyšuje záhřevnost půdy. Jelikož na sobě zachytává cizí látky (pesticidy, těžké

kovy aj.), zvyšuje zdraví a kvalitu rostliny, která přijme méně těchto látek. Na rostlinu má vliv humus jako přirozený stimulant růstu a v neposlední řadě se humus podílí na snižování půdní kyselosti (Jelínek et al 2002, Svobodová 2011, Váňa 1997).

Vyšší zachycení kadmia v kompostu se částečně potvrdilo v následujícím pokusu, kdy se na dobu 12 týdnů kompostovala směs z dřevěných pilin, trávy čistírenských kalů kontaminovaných kadmiiem. Vzniklý kompost se aplikoval v dávkách 9,6 g a 28,6 g na kg půdy na stanoviště s kambizemí a fluvizemí. U nízké dávky kompostu se prokázala snížená imobilizace kadmiových iontů. Ovšem u aplikace trojnásobného množství kompostu se ukázala vyšší imobilizace kadmia u fluvizemí. Všechny tyto laboratorní výsledky potvrdil chemický rozbor biomasy ovsa pěstovaného na zmíněných pozemcích (Hanč et al 2009).

Při zkoumání dostupnosti mědi, niklu, olova a zinku v kompostu ze zelených odpadů a z papírů potisknutých tiskařskými barvami se došlo k závěru, že se po 26 týdnech přístupnost niklu snížila, na olovo doba kompostování neměla vliv ale přístupnost mědi a zinku mírně vzrostla. I přes vyšší koncentraci mědi a zinku povolenou právními předpisy o hnojivech představuje malé nebezpečí pro půdu či jakost rostlin (Tandy et al 2009).

2.2.3 Organická hmota

Aby mikroorganismy mohly přežít v kompostu, musí mít potravu v podobě organické hmoty. Pojem organická hmota zahrnuje veškeré rostlinné zbytky, organické složky nánosů, organická hnojiva, kořenové exudáty, xenobiotické organické látky a v neposlední řadě také organická hnojiva. Samozřejmě se velké množství organické hmoty v průběhu kompostování rozkládá (bakteriemi atd.), transformuje na humusové látky a stabilizuje minerální koloidní půdní frakci. Pokud neprobíhají pečlivě úkony při kompostovacích procesech (nedokonalé překopávání atd.), rentabilita výsledného produktu se sníží, poněvadž průběh kompostování bude značně zpomalen, a tím i doba zrání bude delší (Kolář 1988, Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

2.2.4 Živiny

Živiny jsou nepostradatelné pro všechny rostliny. Bez nich by nemohly růst a produkovat biomasu. Jejich zastoupení v kompostech se liší dle vyvážení poměru

vstupních surovin. Při větším zastoupení statkových hnojiv výsledný kompost bude obsahovat vyšší hodnoty mikroprvků a makroprvků. Podobně se bude vyznačovat kompost z kuchyňských odpadů (Kalina 2004).

Tab. č. 2. Průměrný obsah živin v kompostu /údaje v % v sušině/ (Kalina 2004).

Celkový dusík	0,5 – 1,5
Celkový fosfor	0,1 – 0,8
Celkový vápník	0,3 – 0,8
Vápník	1 – 12
Hořčík	0,2 – 3,3
Organická hmota	20 – 30
Poměr C : N	12 – 30 : 1
Hodnota pH	6,5 - 8

2.2.5 Organismy

K rozhodujícím organismům pro kompostování se přiřazují bakterie, nižší houby (plísně) a aktinomycety. V kompostovacích hromadách se běžně vyskytují bakterie charakteru termofilního a mezofilního. Do těchto skupin se řadí Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae, Bacillaceae a další, které podmiňuje spousta okolností. Ze zástupců plísní lze jmenovat *Mucor* a *Aspergillus*. Na základě skladby základky a nedodržení fyzikálních a chemických vlastností v kompostu mohou přežívat patogenní organismy (salmonely, enterokoky, termotolerantní koliformní bakterie, houby, plísně, fusaria aj.). Jejich zdrojem bývají exkrementy zvířat, následně hnůj a kejda, čistírenské kaly nebo kontaminované posklizňové zbytky. Patogenní mikroorganismy lze však likvidovat jen tzv. hygienizací, tj. např. zahříváním kanalizačních kalů nejméně hodinu na teplotu 70 °C. Je tedy zřejmé, že běžná teplota dobře fermentujícího kompostu (65°C) na hygienizaci nestačí a vyšší teplota už by ničila samotné termofilní mikroorganismy kompostu (Jelínek et al 2002, Kolář 1988, Svobodová 2011).

Z pohledu přežívání mikroorganismů lze z nich vytvořit tři skupiny. K první skupině se řadí většina běžných škůdců a chorob na zahrádce, která nevytváří ve svém životním cyklu dostatečně odolné stádium. Jedná se o mšice, ploštice, štítenky, housenky a larvy motýlů, larvy blanokřídlých pilatek, roztoči z čeledi svilušek a vlnovníků. Druhou skupinu specifikují organismy, u nichž se vytváří odolná forma životního cyklu, ale nemnoží se v kompostu. V kompostu přežívají několik let, avšak nepřítomnost hostitele jim neumožní rozmnožování. Infikaci těmito jedinci zapříčiní

napadené posklizňové zbytky či kontaminovaná zemina. Mezi zástupce zmíněné skupiny se řadí hád'átka zhoubné, hád'átka bramborové, hád'átka řepné, sklerocia hub (hlízenka apod.) a někteří brouci s jedinci blanokřídých, kteří jen dovrší v kompostu životní cyklus a opustí ho. Do třetí skupiny spadají organismy se schopností žít a rozmnožovat se v průběhu kompostování. Navíc po aplikaci kompostu do půdy podpoříme jejich rozšíření na pozemku, kde budou škodit. Začleňují se sem larvy drátovců, vrubounovitých brouků, tiplic, muchnic, ponrav, krtonožek, druhy slimáků, svinek a škvorů, houby, kterým se umožní rozmnožování porůstáním hostitelských rostlin na hromadách (Kazda, 2007).

2.3 Zakládání kompostů

Na exogenní aerobní přeměně organické hmoty na humusové látky při kompostování se hlavně podílí půdní mikroorganismy působením svých enzymů, které jsou schopny biochemicky realizovat procesy polymerace a polykondenzace organických látek jednoduché struktury, které vznikly jako poloproducty hydrolýzy a oxidace v procesu mineralizace primární organické hmoty. Konečný akceptor elektronů při rozkladu je kyslík. Pochody přeměny vyšších organických molekul na jednodušší sloučeniny a jednoduché prvky v kompostu jsou totožné s pochody přeměny organické hmoty v půdě. Ovšem v kompostu lze poskytnout přijatelnější podmínky pro rozvoj mikroorganismů a navýšit jejich počet až desetkrát v porovnání s půdním prostředím. Aby se v konečném výsledku kompostování docílilo vzniku zhumifikované hmoty, musí se věnovat pozornost těmto parametrům: volba vhodné technologie kompostování, zkontrolování vstupních surovin z pohledu chemického, fyzikálního a mikrobiologického, poměr jednotlivých složek základky, kontrola průběhu kompostovacích procesů a použití vhodné mechanizace. Na dodržení všech zmíněných parametrů závisí rychlost rozkladu, která se může i negativně podepsat na ekonomice vzniklého hnojiva (Kalina 2004, Plíva et al 2006, Plíva et al 2009).

2.4 Technologie kompostování

Průběh kompostování nevykazuje výrazné odchylky u všech technologií kompostování. Výrazně se mění jediná hodnota, a to intenzita probíhajících dějů. Z pohledu technologie lze rozdělit způsoby kompostování na: kompostování v pásových hromadách, kompostování v plošných hromadách, intenzivní kompostovací technologie (v bioreaktorech nebo v boxech či v žlabech),

kompostování ve vacích AgBag, vermikompostování. Nedá se říci, že by nějaký způsob byl technicky neřešitelný. Při rozhodování o způsobu kompostování se preferuje způsob s co nejnižšími vstupními náklady, protože závisí na ceně konečného kompostu. Nejvýhodnější způsob se jeví v kompostování na volných plochách v plošných nebo pásových hromadách z pohledu nejsnazšího provedení. Pokud podmínky provozu dovolí poměr plochy k objemu $1 - 2 \text{ m}^2 : 1 \text{ m}^3$ a suroviny základky nemají nadměrný sklon k soudržnosti, tím zaručíme difúzní tok plynů s ním spojenou nenáročnost překopávek (Plíva et al 2009).

Úplně nejideálnějším tvarem kompostu by byla koule. Tvar tělesa umožňuje proudění vzduchu téměř po celém povrchu. Tím pádem by docházelo k minimálním ztrátám tepla pouze v místě kontaktu povrchu koule s podložím. Tvar koule z velké míry kompenzuje tvar čtvercového sila s tepelně izolovaným dnem a stěnami (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

2.4.1 Kompostování v plošných hromadách na volné ploše

Jedná se o nejstarší kompostovací technologii. Jelikož se v minulosti nevyráběla potřebná technika k překopávání, posloužily k těmto účelům pluhu na hlubokou orbu. Výška kompostu se podřizovala pluhu. Tím pádem mohla být vysoká do 0,5 metru. Základka se skládala převážně z chlévské mrvy, ze slámy a odpadů. Často se hromada kropila močůvkou. Pro snížení nákladů se tyto komposty zakládaly přímo na souvratích pozemku. Tato plocha se využívala jako tzv. tučný hon, k pěstování krmných plodin nebo teplomilné zeleniny po dobu 2 – 3 let. Po zmiňované době se kompost rozvezl po zbytku pozemku a zapravil do půdy. Z hlediska udržení požadované teploty po určitý čas tato nízká vrstva kompostu nevyhovuje. V dnešní době, díky nové výkonné mechanizaci, může plošná hromada dosahovat výšky až 5 metrů, ale musí se častěji překopávat (Kolář a Kužel 2000, Plíva et al 2009, Váchalová 2012).

2.4.2 Kompostování v pásových hromadách na volné ploše

Metoda je založena na principu zakládání kompostů do pásových hromad trojúhelníkového až lichoběžníkového tvaru. Výška a především šířka hromad se podřizuje použité mechanizaci. Doporučuje se optimální výška 2,5 až 4 metry a šířka 2 až 6 metrů. V praxi se rozlišují dva typy tvaru hromad a každá nese různé výhody a

úskalí. Trojúhelníkový tvar se překopává méně často díky vhodnému poměru stran a uplatnění tzv. komínového efektu (přirozené provětrávání profilu). Nevýhody se objevují ve ztížené aplikaci kejdy do zakládky, protože se problematicky utváří rýha v koruně profilu pro zasakování přidávané kejdy. Nadále velký povrch neodpovídá absorpčnímu povrchu jádra a tím je kompost více zranitelný před deštěm. Pro vhodné vzdušné podmínky se radí překopávat hromady od profilové výšky 3 metrů častěji. Délka celého procesu kompostování trvá od 2,5 měsíce do 1 roku (Kolář a Kužel 2000, Plíva et al 2009, Váchalová 2012, Váňa 1997, Zemánek 2001).

2.4.3 Kompostování v uzavřeném prostoru – v hale

Technologie v uzavřeném prostoru se spíše přiřazuje mezi intenzivnější způsoby kompostování. Během procesů kompostování se nepřetržitě kontrolují vnější podmínky ovlivňující kompostování (klimatické podmínky, složení vzduchu). Po zjištění hodnot podmínek lze procesy ovlivňovat a tím se celková produkce kompostů zvyšuje. Výsledný kompost se získá za 8 až 12 týdnů (Plíva et al 2009).

2.4.4 Kompostování v zahradních boxech

V zahrádkářské praxi se rozmohlo využívání kompostování v boxech. Boxy neboli kompostéry jsou v základním tvaru válcové či kvádrové nádoby. Stěny se spodním víkem by měly být vyrobeny z termonevodivého materiálu. Atraktivitou převládají kompostéry z recyklovaných plastových látek. Avšak v provozu se nechá nalézt celá škála kompostérů z pohledu tvaru nebo vyrobeného materiálu. Velikost se pohybuje od 1 m³ – do 4 m³. Aby proces probíhal za aerobních podmínek, vyskytují se ve spodní a horní třetině otvory. Za 2 měsíce tlení je možno komposty aplikovat do půdy. Doporučuje se však prodloužit zrání kompostu na cca 6 měsíců (Kalina 2004).

2.4.5 Biofermentory a ostatní zařízení

Druh kompostování pomocí biofermentorů (bioreaktorů) se liší ve dvou principech. Jeden princip náleží v uzavření kontejnerového aparátu s tepelně izolovanými stěnami. Druhý princip se ukrývá ve způsobu přívodu kyslíku, kterým se provzdušňují kompostované vrstvy odspodu. Zvýšením množství vzduchu a působením optimální teploty se zrychlí produktivita výroby kompostu na 5 – 7 dní.

K této době se připočítává období zrání (2 – 4 týdny) kvůli vytvoření humusových látek (Váňa 1997, Zemánek 2001).

V poslední době se díky moderní mechanizaci naskýtá možnost kompostování v AgBag vacích. Takto kompostovaná hmota není náchylná na povětrnostní podmínky. Bohužel ostatní vlastnosti jsou záporné. Kompost nelze zalévat, překopávat a pohledem kontrolovat na všech místech (Plíva at al 2009).

Dalším typem výroby humusu je vermikompostování. Cílový produkt obstarávají žížaly, které v trávicím traktu rozkládají organickou hmotu na tzv. biohumus. V praxi se nejvíce uplatnily žížaly rodu *Eisenia foetida* – kalifornský červený červ, které vynikají vysokou produktivitou a plodností. Místo rozkladu probíhá v nádobách nebo na izolovaných plochách jako běžné kompostování. Dospělý jedinec spořádá denně dávku krmiva, co sám váží. Z denní dávky 60% vyprodukuje v podobě biohumusu a 40% zužitkuje pro vlastní metabolismus. V přepočtu na plochu 20 m² se musí zajistit 10 t organické hmoty pro 1 milion žížal a finálového biohumusu bude přibližně 6 t za rok (Kalina 2004, Váňa 1997). Ačkoliv se produkovaná hmota barvou a konzistencí zdá velice podobná kvalitnímu humusu, žádné jeho zlepšující vlastnosti nesplňuje (vlastní tvorba).

2.5 Vlastnosti kompostovaných surovin - chemické, fyzikální, mikrobiologické

2.5.1 Poměr C/N

Prvořadým aspektem pro skladbu základky je obsah uhlíku v organických látkách sedimentu. Aby se zjistila míra ovlivnění organické hmoty solemi, hydrátovými oxidy železa a hliníku, provádí se zkouška rozložitelnosti organického podílu sedimentu. K zjištění přesnější hodnoty organického uhlíku (C_{ox}) se doporučuje zvolit oxidimetrickou dichromanovou metodu. Optimem bude zastoupení spalitelných látek 25 % v sušině. Při výpočtech množství uhlíku se zohledňuje skutečnost, že téměř 50 % dobře rozložitelných organických látek v sedimentu při kompostování využijí mikroorganismy jako zdroj energie. Přetváří zmíněnou organickou hmotu na oxid uhličitý (CO_2). Tudíž je povinností dodat u některých sedimentů více organické hmoty, která se snadno promísí se sedimentem a mikroorganismy ji snadno rozloží. Ke stanovení velikosti dávky dusíku se koreluje

poměr C_{ox} / N . Optimální obsah organického uhlíku k dusíku odpovídá 15 - 20 : 1, kdy ve vyzrálém kompostu převládá vysoká stabilita a agronomická účinnost. Celkový dusík N_{tot} se podílí na procesech pouze svou mineralizovanou složkou (mineralizovatelný podíl, minerální podíl celkového dusíku N_{tot}). Jelikož v průběhu kompostování dochází ke ztrátám dusíku elucí a vytěkáním do ovzduší ve formě čpavku NH_3 (až 20%) a ke ztrátám uhlíku v podobě CO_2 (asi 30%), nastavuje se poměr k nižšímu podílu, tj. 15 : 1. Z důvodu přítomnosti mineralizovatelného dusíku ve výši 20 – 40 % z celkového dusíku se musí odečíst 0,3 množství z celkového obsahu N_{tot} . Ztráty minerálního dusíku ve vyplavených sedimentech se zanedbávají (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

Zjednodušený výpočet vypadá takto (Zemánek 2001):

$$\frac{C_{ox} \text{ (kg)} * \text{koeficient rozložitelnosti}}{15} = 0,7 \text{ N (kg)}$$

Dávka uhlíku a dusíku se počítává v kg na m^3 či 1 t nebo na celý kompost. Odchylna od doporučeného poměru prodlouží dobu zrání kompostu nebo může být příčinou vyplavování nitrátů do spodních vod (Jelínek et al 2002).

Tab. č. 3. Koeficienty rozložitelnosti (Zemánek 2001).

Organický materiál	koeficient
velmi dobře rozložitelný	1
středně rozložitelný	0,7
špatně rozložitelný	0,5

2.5.2 Vápník

Při procesech kompostování vniká velké množství kyselin. Snižující hodnotu pH kompenzuje přídavek vápence v roli pufručního prostředku. Nejpříznivější volbou je dolomitický vápenec s co nejjemnější frakcí. Alternativně by se nemělo používat pálené vápno kvůli ničení půdních mikroorganismů šokem změny hodnoty pH. V konečném kompostu se má hodnota pH pohybovat v rozmezí 6 – 8,5. Základka se obohacuje 1 – 3 kg vápence a na kyseljším sedimentu se s ním nešetří, protože maximální dávka spočívá v poměru 1 : 1. K této situaci v praxi nedochází z hlediska vyšší ceny vápence (Jelínek et al 2002, Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012, Plíva et al 2006).

2.5.3 Fosfor a draslík

Fosfor usnadňuje humifikační procesy, jelikož poslouží jako zdroj energetických organofosfátů a nezpracovaný přebytek fosforu se přemění do lépe přijatelných forem pro rostlinu. Minimum obsažené v sušině je 0,2 %, což zabezpečují stájová hnojiva. U kompostů s převahou dřevěných materiálů se doporučuje přidavek maximálně 2 kg superfosfátu na 1 t celkové hmoty. Tento vyšší přidavek podmiňuje ekonomika kompostování, a tudíž se v praxi většinou nerealizuje. Pro lepší zabezpečení tvorby humusu stačí dodat alespoň 0,1 kg na 1 m³ kompostu v podobě vodorozpustných fosforečných hnojiv (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012, Zemánek 2001).

Aplikují se alespoň 2 kg na 1 m³ ve formě síranu draselného (pokud to dovolí ekonomické podmínky). Síran draselný se nenahrazuje draselnou solí, protože ta extrémně zvyšuje mobilitu vápníku v kompostu. Draslík stejně jako výše zmíněný fosfor zajišťují svou přítomností v kompostu funkci dodávky živin do půdy v harmonickém poměru (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012, Zemánek 2001).

2.5.4 Jíl

Jíl se uplatňuje při stabilizaci vznikajících humusových látek. Přidává se do písčitých sedimentů v množství 4 -5 % spalitelných organických látek kompostu jako vodné suspenze (jílové mléko). V hlinitých a jílovitých sedimentech se přirozeně jílové částice vyskytují. Pro představu se v sedimentech stanovuje obsah jílu, tedy částic velkých do 0,001 mm (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

2.5.5 Vlhkost, teplota a vzduch

Jmenované tři veličiny spolu neustále souvisí a všechny jsou důležité v přiměřeném množství. Vlhkost v kompostu zajišťuje život a pohyb mikroorganismů. Voda se zúčastní chemických reakcí jako medium a napomáhá transportu živin. Všeobecně se voda méně ztrácí odpařováním než uvolněním při mikrobiologické aktivitě. Požadovaná vlhkost nastává při zaplněním vodou pórů čerstvého kompostu vodou ze 70 %. Z toho plyne, že vlhkost kompostu závisí na obsahu organických látek v sušině základky /viz tab. č. 4/ (Jelínek et al 2002, Kolář a Kužel 2000, Plíva et al 2006, Váchalová 2012).

Tab. č. 4. Závislost vlhkosti na obsahu organické hmoty (Plíva et al 2006).

druh kompostu	obsah organické hmoty v sušině	vlhkost
zemité komposty	do 20 %	45 - 60 %
komposty ze zemědělských odpadů	30 - 40 %	55 - 60 %
komposty z dřevních odpadů	50 - 70 %	60 - 70 %

V praxi se klade důraz na nižší objem vody než opak, protože se snáz voda dodá, nežli odebere. V důsledku příchodu lijáku vlhkost kompostu razantně vzroste (při použití nevhodné technologie) a obtížně se snižuje. Z tohoto důvodu se nedoporučuje budovat v koruně hromady záchytné hrázky, ale spíše celou hromadu přikrýt plachtou (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

Retenční vodní kapacita se jednoduše zjistí prostým testem. Do nádoby objemu cca 10 l se umístí 2 l kompostovací směsi a přilije se 5 l vody. Obsah se promíchá a scedí. Objem scezené vody se zachytí do jiné nádoby, změří se a odpočítá úbytek vody. Čili zachytilo by se 4,4 l vody, úbytek představuje 0,6 l. Když 2 l kompostové hmoty absorbovaly 0,6 l vody (na 1 l kompostu připadá 0,3 l vody), retenční sorpční kapacita směsi jest 30 % objemu. Přesnější výsledek vyžaduje opakování. Správný přídavek vody na 50 – 60 % vlhkosti kompostu činí 150 – 180 l na každý 1 m³ (Váchalová 2012).

Teplota je řídicím faktorem kompostování. Pokud v kompostu převažuje teplota vyšší, než je okolní prostředí, mikroorganismy vykazují aktivitu v podobě mineralizace organické hmoty. V průběhu mineralizace se uvolňuje podstatné množství energie, která se spotřebuje při humifikaci. Nejdůležitějším aspektem není kvantita vytvořené energie, nýbrž množství energie převedené do humifikačních procesů. Proto se teplota považuje za funkci procesu kompostování (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

Nejprve se musí zabezpečit počáteční teplota, která dostane do pohybu procesy tlení. Nejrychlejší rozvoj nastává při +20 až +25 °C. Na další velikost optimální teploty se nechá pohlížet ze dvou úhlů pohledu. Za prvotní pohled se považuje potřebná teplota pro rozklad organické hmoty. Obvykle nabývá hodnoty +50 až +60 °C nebo v širším rozsahu od +43 až +65 °C. Jako druhý pohled se uvádí potřebná teplota k likvidaci lidských, rostlinných a živočišných patogenních

mikroorganismů, parazitů a přítomných semen plevelů a škodlivého hmyzu v různých stádiích vývoje. Potřebná teplota pro tento účel se uvádí od +55 °C až po +63 °C s požadavkem na dostatečný čas. Při dosažení optimálních podmínek se doba kompostování pohybuje od 25 do 45 dnů (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

Nedílnou vlastností ve spojení s teplotou se stává tepelná izolaci kompostu. Průtok tepla stěnami hromady úměrně závisí na ploše stěny a nepřímo úměrně na součiniteli tepelného odporu, uváděno v jednotkách $\text{m}^2 \cdot \text{hod} \cdot ^\circ\text{C} / \text{kJ}$. K výpočtu průchodu tepla povrchem kompostu se dopracuje přes rovnici Newton – Fouriera (Kolář a Kužel 2000):

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_s \quad [\text{kJ} / \text{hod}]$$

K = součinitel průchodu tepla v $\text{kJ} / \text{m}^2 \cdot \text{hod} \cdot ^\circ\text{C}$

F = plocha v m^2

Δt_s = střední teplota vně a uvnitř stěny v $^\circ\text{C}$ (Kolář a Kužel 2000)

Do výpočtu se zadává celková plocha kompostu, která přichází do kontaktu s okolní atmosférou a podkladem, součinitel průchodu tepla povrchové vrstvy hromady kompostu (viz tab. č. 5) a rozdíl teplot okolního vzduchu s průměrnými teplotami celého kompostu (Kolář a Kužel 2000).

Tab. č. 5. Přehled materiálů a jejich tepelné vodivosti (Kolář a Kužel 2000).

materiál	beton	led	piliny	písek	cihelné zdivo	vzduch
tepelná vodivost [kJ/m ² . hod . °C]	4,6	8,37	0,29	2,51	2,72	0,1

V tabulce se poukazuje na velmi nízkou tepelnou vodivost vzduchu a dřevěných pilin oproti ostatním materiálům. Z toho vyplývá, že podstatné ztráty tepla jsou patrné odvodem přes podloží kompostu. Východisko vede k podsypávání základů kompostu dřevěnými pilinami (Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

Přívod vzduchu se uskutečňuje ze třech důvodů. První účel spočívá ve snaze o vytvoření aerobiózy. Přívodem kyslíku (O₂) a odvodem vyprodukovaného oxidu uhličitého (CO₂) se zajistí v pórech příznivé podmínky pro život mikroedafonu.

Pokud by se postupně koncentroval CO_2 v kompostech, zpomalovala by se transformace organické hmoty. Druhým účelem je snižování vlhkosti. Teplý vzduch v kompostu pomáhá evaporaci vody. Tohoto efektu lze využít při zpracování vlhkých surovin. Třetím účelem je snížení teploty intenzivním větráním či překopáváním. Malá hodnota teploty způsobí zpomalení či zastavení procesů kompostování. Vyšší teploty jsou horší, poněvadž mikroorganismy odumírají a jejich ztráta je značná (Váňa 1997, Kolář a Kužel 2000, Váchalová 2012).

V další literatuře se uvádí čtvrtý účel. Provzdušňováním se docílí snížení nepříjemného zápachu a vlhkosti tím, že se upevňují vazby dusíku v kompostované hmotě. Vše má za následek snížení emisí amoniaku a metanu (Zemánek 2001).

Přestože vzduch je všeobecně špatný vodič tepla, může zapříčinit největší tepelné ztráty. V kompostech, s využíváním aktivního větrání ventilátorem, se nesmí zanedbat kontrola proudění vzduchu větracími prostory. Nezodpovědným kontrolováním a nesprávnou regulací vzduchu dochází k průvanu a tím k násobně vyššímu odvodu tepla a snížení vlhkosti. Lze tedy okamžitě zvýšit vlhkost po závlaze a přítomnost vzduchu aktivním větráním nebo překopávkou. Vyšší teploty docílíme u správně založeného kompostu jen vyrovnanou vlhkostí a provzdušněností (Kalina 2004, Váňa 1997, Kolář a Kužel 2000).

2.5.6 Pórovitost a zrnitost

Pórovitost je definována jako poměr objemu dutin k celkovému objemu kompostované hmoty. V úzké korelaci s pórovitostí souvisí zrnitost, protože velikost jednotlivých částic v kompostu ovlivňuje desintegrace vstupních surovin. Termín desintegrace znamená děj, při kterém se zvětšuje oxidační a styčná plocha látky k progresivnějšímu využití mikroorganismy a tím zrychlení biodegradačních procesů (Kalina 2004, Jelínek et al 2002, Plíva et al 2006, Plíva et al 2009, Zemánek 2001).

O rozměrech kompostované biomasy rozhoduje prvotní zpracování. Z pohledu zrychlení desintegrace se naskýtá možnost rozmělnit suroviny na co nejdrobnější částice. Docílilo by se tím navýšení styčných a oxidačních ploch a zvětšení izolační schopnosti hromady, ale složitěji by se pro práci mikroorganismů přiváděl vzduch. V opačné situaci, za přítomnosti velkých kusů surovin, by se zajistila pórovitost a provzdušněnost, ale malý poměr mezi povrchem plochy k

objemu částice by razantně zpomalil mikrobiální procesy. Doporučuje se velikost komponentů do délky 50 mm. K upřesnění se uvádí nikoliv délka, ale objem jednotlivých složek 5 – 50 mm³ (Kalina 2004, Jelínek et al 2002, Plíva et al 2006, Plíva et al 2009, Zemánek 2001).

Navíc se celou problematikou prolíná ekonomika. K drcení a rozmělnění se používají drtiče a štěpkovače. Jejich pořizovací cena a provoz představují značné náklady. Správná volba zmiňovaného zařízení se pozitivně odrazí na celkovém efektu provozu kompostárny (Jelínek et al 2002, Plíva et al 2006, Plíva et al 2009, Zemánek 2001).

2.5.7 Homogenizace

K zajištění potřebné pórovitosti se vstupní materiál homogenizuje překopávkou, jelikož jen ve výborně promíchaném kompostu mohou kompostovací procesy probíhat nejlépe. Pro tento úkon ve velkovýrobě poslouží přímo určená mechanizace, tzv. překopávače, které vstupní suroviny dokonale promísí a provzdušní. V zahrádkářské praxi nahrazuje strojní mechanizaci ruční nářadí v podobě vidlí, rýčů, lopat a koleček. Stejně prostředky se využívají i k účelům překopávání v průběhu kompostování. Překopávkou se kompostované složky promísí, ale hlavně provzdušní a tím se přivede potřebný kyslík pro mikroorganismy. Samozřejmě že dojde ke značným ztrátám tepla, avšak ve zdravém kompostu se optimální teplota relativně rychle obnoví. Povinnost překopávat se ukládá i tehdy, když se kompost nadměrně zavlhlil (silné deště, extrémní závlivka) kvůli obnovování aerace a snižování vlhkosti. U technologií s řízeným odvětráváním se doporučuje jedna překopávka, avšak u homogenní hmoty se realizovala výroba zdravého plnohodnotného kompostu bez potřeby překopávek. Ve zbývajících typech technologií je překopávání nutné minimálně dvakrát v celém průběhu kompostování (Kalina 2004, Plíva et al 2009, Zemánek 2001).

2.5.8 Mikroorganismy a zemina

Protože se jedná o spektrum živých organismů a pro nás nejcennější produktivní složku, musí se jim podřídit všechny výše zmíněné vlastnosti. Mikroorganismy se nejlépe naočkují zdravým vyzrálým kompostem či přídatkem mikrobiologicky aktivní ornice do kompostové hmoty. Složení mikroedafonu je ve

vyváženém poměru v obou variantách. Pokud se zvolí varianta očkovaním zeminy, dávka jílového mléka se může snížit v závislosti na obsaženém jílu v dodané půdě. Půdní složce se přiřazují další vlastnosti. Díky její přítomnosti se kompost lépe stává drobtovitý a zemitý, poskytuje vhodnější životní podmínky pro mikroorganismy. Dokonce se částečně omezí zápach v okolí kompostů, protože jej zemina na sebe poutá. Doporučuje se přidavek půdy 5 – 10 kg na 1 m³ (Kalina 2004, Kolář a Kužel 2000, Plíva et al 2006).

Prvotní rozvoj potřebných organismů potlačuje vyšší výskyt jejich nepřátel a nebezpečných látek. Mezi nepřátele řadíme používané chemické látky ze zemědělství (dezinfekční prostředky, xenobiotické látky, pesticidy atd.). K dalším nevhodným látkám ke kompostování řadíme organické polutanty, suroviny s vysokým podílem těžkých kovů a mikrobiálních jedů, tenzidy, tuky a oleje (Plíva et al 2006).

2.5.9 Výzkum ve světě

Mnozí odborníci ve světě se zabývají kompostováním kuchyňského odpadu. Zkoumají vliv zastoupení jednotlivých složek (bílkoviny, sacharidy, tuky) v určitém poměru. Sestavily se regresní rovnice na závislé na všech hlavních podmínkách kompostování, tj. hodnota pH, poměr C : N atd. Aby se rovnice mohly uvést s kompostováním v praxi, musel by se kuchyňský odpad z restaurací a kaváren třídit a pečlivě evidovat, což dnes činí velký problém (Chang a HSU 2008).

Na kompostování prasečí kejdy se svým vlivem podílí hořčík a fosfor. Zkoumala se účinnost v závislosti na množství přítomného MgCl₂ a PO₄⁻³. Pokud se nepřidal žádný hořčík ani fosfor, ztráty čpavku byly nejvyšší. S přidavkem jedné či druhé látky se únik čpavku úměrně snižoval. Ovšem po přidání 0,06 mol Mg a 0,09 mol PO₄ se prokázal inhibiční účinek na rozkladu organické hmoty. Potvrdilo se, že termofilní podmínky byly rychlejší pouze po přidání samotného hořčíku (Lee et al 2009).

2.6 Místo pro kompost

2.6.1 Polní základka (dočasné stanoviště)

Polní základka se nalézá přímo na kraji pozemku, na který se v budoucnu kompost bude aplikovat. Spíše se zakládají na daném pozemku, kde se získají

vstupní suroviny do kompostu (nekvalitní sláma a seno, nať brambor apod.) a výsledný kompost se na něm bude aplikovat. Tímto způsobem se ušetří značné finance, které by se jinak vynaložily na dopravu (Jelínek et al 2002, Plíva et al 2009, Zemánek a Burg 2012).

S výběrem pozemku jsou spojeny značné problémy. V době nepříznivého počasí se musí zajistit přístup techniky k základce (např. zpevněním příjezdových cest). Zakazuje se kompostovat na melioračních a svažitéch částech pozemku (po vrstevnici nad 3° sklonu svahu) a tam, kam zasahuje ochranné vodní pásmo. Hrozilo by riziko přemokření spodních pater hromad a vyplavení živin s nitráty a tím kontaminování podzemních a povrchových vod. Radí se vybudovat základku pod stromy, které by ji ochránily před slunečním zářením. Stanoviště pro polní kompostování je vždy podmíněno platnou legislativou. Doporučuje se projednání stanoviště s příslušnými státními orgány /hlavně referát životního prostředí/ (Jelínek et al 2002, Plíva et al 2009).

2.6.2 Stálé kompostárny

Stálé kompostárny se staví pro výrobu kompostů a také jako další alternativa likvidování biologického odpadu. Výstavba se podřizuje stavebním zákonům a požadavkům náležitých státních orgánů. Stavba se realizuje pouze na pozemcích se sklonem 3°, aby dešťová voda odtékala do svodné jímky. K tomu napomáhají žlaby lemující pracovní plochu kompostárny. Plochy kompostárny také podléhají vodohospodářskému zabezpečení a izolují se i zpevňují dle konkrétních podmínek. Obvykle se kolem kompostáren vysazují stromy a keře v důsledku zabránění šíření pachu, prachu, ruchu do okolí a snížení intenzity slunečního záření na komposty (Jelínek et al 2002, Plíva et al 2009).

2.6.3 Zahradní komposty

Obvykle se komposty stavěly v rohu zahrady kvůli zápachu a využití místa. Zápach však vznikal, protože se nedodržely aerobní podmínky. Částečně tuto povinnost odstraňují kompostéry, kde se provzdušnění zajišťuje otvory ve stěnách a dnu kompostéru. I v zahradním kompostu se podmiňuje přítomnost labilní organické hmoty s nízkým obsahem ligninu v podobě bylin, ovoce, zeleniny či nasekané trávy.

Základka ze zmíněných surovin se okyseluje, a proto přídavek pufrčního materiálu je nutný (Kalina 2004, Kolář a Kužel 2000).

2.7 Doba kompostování

Mnoho odpadů bohatých na labilní organickou hmotu se na zahradě a v zemědělství nahromadí na podzim (posklizňové zbytky, listí apod.). V domácnostech je produkce bioodpadů konstantní v celém roce. Ideální stav by nastal, kdyby se získala většina vstupních surovin na jaře. Vyhovovaly by teplotní podmínky a na podzim by se zapracoval do půdy vyzrálý kompost. Bohužel nejde tuto situaci efektivně realizovat mimo několika výjimek, např. kompostování travní hmoty a ořezů keřů (Kalina 2004, Váňa 1997).

Ke správnému průběhu kompostování je zapotřebí vyšší okolní teploty, jež podpoří především teplotní nárůst v první fázi kompostování po celém profilu hromady. K tomu chladnější počasí koncem podzimu a v zimě nepřispívá. Taktéž se komplikuje zálivka kompostů, jelikož závlahová kapalina může umrztat na povrchu hromad. Východisko spočívá v překrytí kompostu balíky slámy, ale povinně se zabezpečí intenzivnějším větráním nebo častější překopávkou. U zahradních kompostů se radí odpady skladovat mimo kompost a po nastřádání většího množství teprve je teprve promíchat do horní vrstvy kompostu, aby se teplo udrželo v jádře kompostu. Je logické, že při nedosažení vyšších teplot se doba kompostování prodlouží (Kalina 2004, Kolář a Kužel 2000).

2.8 Průběh fází kompostovacího procesu

2.8.1 Fáze rozkladu – mineralizace

První fáze kompostování se charakterizuje rychlým nárůstem teploty nejlépe na 60 – 70°C a pomalým klesáním ke 40°C v průběhu 3 - 4 týdnů. Za takových podmínek se množí termofilní organismy, které rozkládají složité organické sloučeniny na sloučeniny jednoduššího anorganického charakteru. Nejprve se v průběhu biodegradace rozkládají jednoduché cukry, škroby, bílkoviny a postupem času i celulóza a další dřevní hmoty. Výsledkem rozkladu jsou voda, oxid uhličitý a nitrátový aniont NO_3^- . Přebytek dusíku se ztrácí ve formě amoniaku. Kompostovaná hmota razantně ubývá na objemu a hmotnosti (až na 30% z původní hmotnosti). Průběh tohoto děje lze pozorovat na zhutňování hmoty a bilančním poklesu celkové

produkce z pohledu CO₂ a dalších plynných zplodin. Mikroorganismy nezužítávají organické kyseliny. Kyseliny kumulují v kompostu a razantně se snižuje hodnota pH. Tato hmota se neaplikuje do půdy, protože nevykazuje vlastnosti humusu a mohla by se částečně projevit fyto toxicky. Díky vyšší teplotě (60 - 70°C) se kompost hygienizuje od hnilobných patogenních bakterií a semen plevelů, které podlehnou působení teploty. Pokud se nezvýší teplota nad 40 °C, nevyhovují podmínky pro život rozkladných organismů. Ve většině případů se nalézá příčina v nedodržení optimální vlhkosti nebo poměru C/N (Hejátková 2008, Kalina 2004, Kolář a Kužel 2000).

2.8.2 Fáze přeměny

Období probíhá od 3. – 4. týdne do cca 7. týdne od založení základky. Kompost se opět pozvolna ochlazuje ze 40°C na 20°C. Termofilní bakterie odumírají a na své pozici se střídají s jinou skupinou mikroorganismů a plísní, popřípadě nižšími formami hmyzu. Ve většině případů se jedná o houby rodu actinomycetes, jež dokončují proces transformace (Hejátková 2008, Kolář 1988).

Ve fázi přeměny se ještě odbourávají hůře rozložitelné látky (zejména celulóza a lignin). Kompost zdaleka nepřipomíná původní základku. Struktura je drobtovitá, barva hnědá až hnědočerná a vůně lehce připomíná lesní zeminu. Kompostem lze hnojit, protože živiny se zmineralizovaly a vážou se na humusojílovitý komplex, odkud se nevyplavují a rostlina je bez problémů přijme (Hejátková 2008, Hejátková et al 2007, Kalina 2004).

Výše zmíněná tvrzení mají několik nedostatků. Hnojení kompostem v této fázi je neefektivní a nelogické. Účel kompostování, jak již bylo zmíněno, spočívá ve vytvoření kvalitního humusu (dostatek humínových kyselin), které se více vytváří až v konečné fázi přeměny a v průběhu procesu syntézy dozrávají. Aplikací kompostované hmoty v této fázi se dodá do půdy převážné množství fulvokyselin oproti potřebným humínovým kyselinám. Tímto se sice poskytne půdnímu prostředí velká část fosforu, která se nespotřebovala v procesu přeměny, ale zároveň v půdě snížíme pH hodnotu a prakticky neovlivníme schopnost poutání živin, protože převaha fulvokyselin okyselí půdu a nedokáže intenzivně poutat živiny. Zaoráním takového kompostu ztrácí smysl kompostování, jelikož i statkový hnůj obsahuje více

labilní organické hmoty, která se za nízkých nákladů a s vyšším efektem zapraví do půdy (Kolář 1988).

2.8.3 Fáze syntézy

V této fázi kompost dozrává. Díky mikroorganizmům se dokončuje syntéza vysokomolekulárních humínových kyselin a fulvokyselin a zajišťuje se následná polykondenzace. Teplota se v kompostu vyrovnává okolní teplotě a z pravidla neklesá. Přítomni jsou malí živočichové (hmyz, žížaly). Vznikají vazby mezi organickými a anorganickými látkami a dotváří se stabilní humus, který zvýší iontovýměnnou kapacitu (KVK) půdy (Hejátková 2008, Hejátková et al 2007).

2.9 Ukončení kompostovacího procesu

Za zralý kompost se považuje ten, který vykazuje známky stabilní hmoty. Takový kompost příjemně voní (po lesní půdě), připomíná zahradnickou zeminu, složky nejsou podobné vstupním surovinám, teplota i uvnitř jádra je stálá a bez větších rozdílů od okolní teploty prostředí (max. 20 °C) a nenachází se nikde povlaky hub (Plíva et al 2006).

2.10 Registrace kompostů

Faremním kompostem se nazývá produkt, který je vyrobený dle vzorové podnikové normy, kterou zpracovala skupina odborníků ze Spolku poradců v kontrolním a ekologickém zemědělství, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, VÚZT Praha – Ruzyně, Veterinární a farmaceutické univerzity Brno – Ústavu výživy, dietetiky, zoohygieny a hygieny a státního zdravotnického ústavu v Praze, a zástupců výrobců a prodejců kompostovací techniky. Charakteristiku kompostu přesně popisuje norma ČSN 45 5735 čl. 2.1 – kompost musí být černá, šedočerná až hnědá hmota hrudkovité až drobtovité struktury, bez větších a nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat žádné nepříjemné pachy, které signalizují přítomnost nežádoucích látek. Naopak kompost musí typicky příjemně vonět po lesní vůni (Jelínek et al 2002).

Hlavním problémem je to, že takto pojatý kompost plně slouží komunální hygieně, aby se zbavila značného objemu obtížného organického odpadu. Pro zemědělce, který žádá kompost jako humusové hnojivo, je však takový kompost

zcela bezcenný. To proto, že obsahuje pouze rozloženou primární organickou hmotu a neobsahuje žádný humus, očemž svědčí nízká kationová výměnná kapacita těchto kompostů, srovnatelná jen s lehkými čistě písčítými půdami (vlastní tvorba).

Vzorek takto vyrobeného kompostu může majitel poslat na analýzu do Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Praze jen po vyplnění příslušného formuláře pro schválení kompostu spolu s formulářem podnikové normy, dle které bude subjekt produkovat konečný výrobek. V příložené podnikové normě se popisuje konkrétní výrobní prostředí (Jelínek et al 2002). Bohužel, nejdůležitější vlastnost kompostu, tj. obsah nikoli C_{ox} , ale skutečného humusu a velikost kationtové výměnné kapacity mu tato analýza nepotvrdí (vlastní tvorba).

Pokud výsledky analýzy budou uspokojivé, umožní ÚKZÚZ uvést takto vyrobený faremní kompost jako hnojivo do běžného prodeje. Když výsledky nedosáhnou požadovaných parametrů, kompost nesmí být prodáván, ale může být použit jen pro vlastní účely (Jelínek et al 2002).

3. Vlastní práce

3.1 Průzkum urychlovacích přísad

V obchodních řetězcích se distribuuje velké množství přípravků k urychlení kompostů. Každý zaručuje urychlovací a zlepšující účinky. Bohužel efekt je mírný, nebo dokonce nulový. Prodej směřuje k drobným zahrádkářům, kteří veškerým reklamním propagacím důvěřují. Vše ovlivňuje snaha výrobců přicházet na trh s atraktivními novinkami a hlavně veškeré produkty prodat. V průzkumu urychlovačů (viz níže) většinu účinných látek tvoří mikroorganismy běžně žijící v půdě, které do kompostu dodáme v podobě živé ornice. Podobných přípravků se nalezne v sortimentu velká škála. Někteří výrobci raději bližší informace o účinné látce neuvádí, anebo jen zkráceně. Cenová relace se pohybuje od desítek korun do několika set korun (vlastní tvorba).

Pouze jeden výrobek částečně zlepšuje kvalitu kompostu obsahem namleté horniny zeolit, která zvyšuje provzdušněnost a kationtovou výměnnou kapacitu, avšak nezrychluje procesy kompostování (vlastní tvorba).

3.1.1 Přehled tuzemských prodávaných urychlovacích přísad s deklaroványi informacemi od výrobce

Název: **Urychlovač kompostu - Agro Radivit**

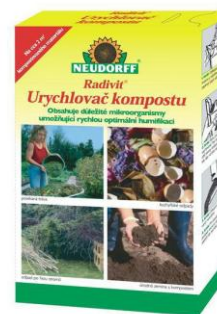
Účinná látka: velké množství humifikačních organismů ve speciálním živném substrátu z glycidů a proteinů

Popis účinku přípravku: Přípravek umožňuje rychlé a optimální kompostování kuchyňských a zahradních

odpadů, posečené trávy a spadaneho listí.

Dávka: 0,5 kg na 1 m³; Cena: 140 – 250 Kč;

(Anonym č. 1. 2014)



Obr. č. 1. Urychlovač kompostu – Agro Radivit, dostupné z:

<http://www.eleshop.cz/pripravek-agro-radivit-1-kg-urychlovac-kompostu>

Název: **Hnojivo agro urychlovač kompostu**

Účinná látka: Zeolit a směs nezávadných, užitečných rozkladných bakterií a enzymů

Popis účinku přípravku: Přípravek výrazně zkracuje dobu

potřebnou pro vznik kompostu.

Specifické vlastnosti jsou vysoká rychlost rozkladu organických látek, rychlé zrání kompostu, rychlé snížení

objemu kompostovaného odpadu a provzdušnění kompostu.

Dávka: 400 ml na 1 m³; Cena: 99- 211 Kč za balení 1 l

(Anonym č. 2. 2014)



Obr. č. 2. Hnojivo agro urychlovač kompostu, dostupné z: http://www.kokiskashop.cz/cz/hnojivo-agro-urychlovac-kompostu-1-l-P25408/?heureka_cz=1

Název: Urychlovač kompostů - **Biokompost**

Účinná látka: směsí nezávadných, nepatogenních užitečných bakterií a enzymů, které ekologicky rozkládají odpad organického původu.

Popis účinku přípravku: Ekologicky se rozkládá organický odpad, zvyšuje se rychlost zrání a snižuje objem

kompostu. Výsledný kompost je bohatý na potřebné živiny, nevyskytují se v něm plísně a nepříjemný zápach. Přípravek zpracuje veškerý zahradní a domácí biologický odpad.

Dávka: 20g na 1m³

Cena: 55 - 80 Kč za bal. 100g;

(Anonym č. 3. 2014)



Obr. č. 3. Urychlovač kompostů – Biokompost, dostupné z: <http://bakterie-a-enzymy.cz/urychlovac-kompostu-biokompost>

Název: Urychlovač zrání kompostu - **Bio kompostér**

Účinná látka: bakterie žijící v půdě a ve vodě a enzymy s živinami pro zlepšení kultivace bakterií

Popis účinku přípravku: Přípravek urychluje rozklad organických látek a zamezuje produkci toxinů a pachů.

Dávka: 200g na 1m³

Cena: 96 - 130 Kč za bal. 1 kg

(Anonym č. 4. 2014)



Obr. č. 4. Urychlovač zrání kompostu - Bio kompostér, dostupné z: <http://www.druchema.cz/z229-bio-komposter>

Název: Urychlovač kompostu - Kouzlo přírody

Účinná látka: koncentrovaný extrakt z 6 bylin

Popis účinku přípravku: Napomáhá rozložit organickou hmotu a přeměnit ji na bohatý kompost. Výrazně zkracuje dobu kompostování.

Dávka: 1 – 2 ml koncentrátu do 10 l vody na zalití každé nově přidané 20- ti cm vrstvy

Cena: 50 – 80 Kč za bal. 50 ml koncentrátu

(Anonym č. 5. 2015)



Obr. č. 5. Urychlovač kompostu – Kouzlo přírody, dostupné z:

<http://www.pasti.cz/urychlovac-kompostu-kouzlo-prirody-50ml>

3.1.2 Přehled zahraničních urychlovačů kompostování s deklaroványými informacemi od výrobce

Všechny zahraniční urychlovací přísady jsou vždy vyrobené pouze z přírodního materiálu a neobsahují žádné syntetické chemické látky. Zároveň přípravky nejsou nebezpečné k životnímu prostředí.

Název: EcoScraps Kompost Accelerator

Vyrobeno v: USA

Účinná látka: dusík pro potravu mikroorganismů, správný poměr minerálních živin v chelátové formě

Popis účinku přípravku: Dusík pro mikroorganismy zrychluje kompostování až trojnásobně. Ostatní živiny kryjí potřeby komponovacího procesu.

Dávka: 1 kg na 1 m³

Cena: cca \$10 za bal. 8 kg

(Anonym č. 6. 2015)



Obr. č. 6. EcoScraps Kompost Accelerator, dostupné z:

<http://ecoscraps.com/shop/product/compost-accelerator/>

Název: Compost accelerator - Mr. Green

Vyrobeno v: Kanadě

Účinná látka: vitamíny, aminokyseliny, minerály

Popis účinku přípravku: Díky stopovým prvkům urychluje kompostování. Navíc odstraňuje pachy z kompostu.

Dávka: 250 ml do 4 l vody a každý druhý víkend zalít kompost o 1 m³

Cena: cca \$12 za bal. 1 l

(Anonym č. 7. 2015)



Obr. č. 7. Mr. Green, dostupné z:
<http://www.homedepot.com/p/MrGreen-34-oz-Compost-Accelerator-3700101/203364950>

Název: Organic Kompost Accelerator

Vyrobeno v: USA

Účinná látka: přírodní mikroorganismy

Popis účinku přípravku: Urychlovač podporuje nárůst teploty a tím umožňuje zničit semena plevelů.

a patogenů.

Dávka: 1 kg na 1 m³ kompostu

Cena: cca \$15 za bal. 1kg

(Anonym č. 8. 2015)



Obr. č. 8. Organic Kompost Accelerator, dostupné z:
http://www.amazon.com/Gaiam-Compost-Accelerator-2lb-Frt/dp/B0009LD732/ref=sr_1_8?ie=UTF8&qid=1428598848&sr=8-8&keywords=compost+accelerator

Název: Enhanced Compost Accelerator Case of 6

Vyrobeno v: USA

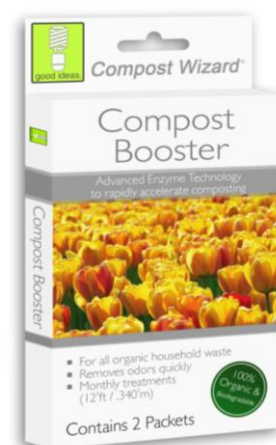
Účinná látka: směs užitečných bakterií

Popis účinku přípravku: Bakterie urychlují proces kompostování a zamezují úniku zápachů.

Dávka: 100g na 1 m³

Cena: cca \$18 za bal. 0,37 kg

(Anonym č. 9. 2015)



Obr. č. 9. Enhanced Compost Accelerator Case of 6, dostupné z: <http://www.garden.com/item/enhanced-compost-accelerator-case-of-6/G29544/>

Název: Urban Kompostér Kompost Accelerator Spray Bottle

Vyrobeno v: Austrálii

Účinná látka: kultury mikroorganismů, které obsahují EM-1, výtažky z ovoce

Popis účinku přípravku: EM - 1 - jsou fotosyntézní bakterie, které mají kladný účinek pro rozklad organické hmoty, zamezují hnití a tím potlačují choroboplodné zárodky.

Dávka: pečlivý postřík na každou přidanou hmotu

Cena: \$10 za bal. 500 ml

(Anonym č. 10. 2015)



Obr. č. 10. Urban Kompostér Kompost Accelerator Spray Bottle, dostupné z: <http://www.urbancomposter.com.au/product/compost-accelerator/>

Název: Green Earth Compost Accelerator

Vyrobeno v: Kanadě

Účinná látka: koncentrované přírodní enzymy, živiny

Popis účinku přípravku: Enzymy s přírodními živinami pomáhají rozložit organickou hmotu a tím docílí dřívějšího vzniku humusu.

Dávka: 100g na 10 kg

Cena: cca \$10 za bal. 700g

(Anonym č. 11. 2015)



Obr. č. 11. Green Earth Compost Accelerator, dostupné z: http://www.canadiantire.ca/en/outdoor-living/lawn-garden-care/soils-mixes/green-earth-compost-accelerator-0592271p.html?utm_campaign=bazaarvoice&utm_medium=SearchVoice&utm_source=RatingsAndReviews&utm_content=Default

Název: Compost Accelerator powder – Hydra Bio Compost

Vyrobeno ve: Spojeném království Velké Británie

Účinná látka: bakterie, houby a kyslíkový agenti

Popis účinku přípravku: Urychluje degradaci organické hmoty a sacharidů a tím přispívá k výrobě kvalitního kompostu. Zároveň odbourává nepříjemné pachy v kompostu.

Dávka: 500g na 1 m³ kompostu

Cena: cca \$120 za bal. 5 kg

(Anonym č. 12. 2015)



Obr. č. 12. Compost Accelerator powder – Hydra Bio Compost, dostupné z: <http://hydra-int.com/soil-composting-product.html>

Název: **Bio – P4 Organic kompost accelerator**

Vyrobeno ve: Spojeném království Velké Británie

Účinná látka: přírodní bakterie a enzymy

Popis účinku přípravku: Bakterie a enzymy účinně rozkládají organické látky a vytváří kvalitní kompost.

Dávka: 100g na 3 m³

Cena: cca £5

(Anonym č. 13. 2015)



Obr. č. 13. Bio – P4 Organic kompost accelerator, dostupné z: <http://www.bio-enzym.eu/eshop/49>

Název: **Oscorna Kompost Beschleuniger**

Vyrobeno v: Německu

Účinná látka: přírodní minerály a důležité stopové prvky

Popis účinku přípravku: Urychlují a optimalizují rozklad organické hmoty. Zároveň navýší sorpci vody. Za 8 - 12 týdnů lze kompostem hnojit.

Dávka: 1 kg na 1 m³

Cena: cca €10 za bal. 5 kg

(Anonym č. 14. 2015)



Obr. č. 14. Oscorna Kompost Beschleuniger, dostupné z: <http://www.oscorna.at/kompost.html>

3.2 Navržení urychlovací přísady pro kompostéry

V dnešní době je trend založit travní plochu (ve stylu anglického trávníku) před každým domem nebo v části zahrádky. Posekaná travní hmota představuje převážně největší pravidelnou složku v zahradním kompostu, což je prvotní důvod navržení urychlovací přísady pro tuto vstupní biomasu. K ulehčení aplikace přísady

nahrává fakt, že posekaná tráva jeví známky homogenní směsi. Proto každý kupec přípravku přimíchá pouze do biomasy jen určité množství přísady bez dalších látek kromě vody, poněvadž vlhkost v některých případech může kolísat. Ale zjištění retenční vodní kapacity hmoty není složité ani zdlouhavé (vlastní tvorba).

Princip navržené přísady spočívá v přítomnosti hořčíku. Hořčík aktivuje enzymatické reakce v rostlině během vegetace a saturuje všechny důležité prvky, čímž částečně sníží deficit mikroprvků v půdě. Při humifikaci se navíc zúčastní na stimulaci syntetizujících enzymů po zajištění pufovaného prostředí. Vhodným zdrojem se ukázal dolomitický vápenec firmy HASIT. Vápník z vápence ještě zneutralizuje vznikající kyseliny v procesech kompostování a tím urychlí proces fermentace a umožní fázi syntézy. Vzniklý kompost po zapravení malou měrou ovlivní půdní kyselost. Další suroviny pouze upraví poměry chemických vlastností založeného kompostu /viz níže/ (vlastní tvorba).

Nedílnou součástí přísady musí být látky k optimalizaci poměru $C_{ox} : N$. Travní hmota obsahuje v sušině 1,5 - 2,9 % dusíku. Množství odpovídá poměru $C_{ox} : N$ 20 – 25:1. Vhodnou surovinou se jeví močovina s obsahem 46 % dusíku.

Ke stabilizaci vznikajících humusových látek (nízkomolekulární humusové kyseliny) poslouží přídavek kvalitního jílového bahna. Bez jeho přídavku se humínové kyseliny spálí stejně jako labilní frakce organické hmoty. Přesné určení množství bahna do urychlovače komplikuje variabilní vlhkost, a proto se podíl sušiny zjistí přepočtem přes vzorce (vlastní tvorba):

$$V = 100 \times (m_1 - m_2) / m_1 \quad m_1 - \text{hmotnost nevysušeného vzorku [g]}$$

$$S = 100 - V \quad m_2 - \text{hmotnost vysušeného vzorku [g]}$$

$$S - \text{sušina [g]}$$

$$V - \text{vlhkost vzorku [%] (Kolář 1988)}$$

Další problém spočívá v samotné travní hmotě z pohledu zastoupení labilních a stabilních organických látek. Labilních látek obsahuje několikanásobně více než stabilních. Ale převážná část labilních látek se spotřebuje mikroorganismy ve fázi mineralizace a ve fázi syntézy nezůstává potrava pro půdní mikroorganismy

k dostatečné produkci tepla. Nejdostupnější zdroj energie představují čisté cukry a v této situaci krystalový sypaný cukr běžně dostupný v supermarketech a obchodech s potravinami (vlastní tvorba).

Všechny komponenty přípravku jsou navrženy tak, aby konečná podoba nejevila známky krátké trvanlivosti, všechny látky spolu bez problému vytvořily homogenní směs a současně cena a kvalita surovin byla co nejefektivnější. Aby komponenty byly dobře rozpustné ve vodě a byly dokonale mísitelné s travní hmotou. Kvantitativní složení receptury bylo nastaveno na C : N = 15 : 1, s 2 % jílu k sušině organické hmoty, s 3 % cukru k sušině organické hmoty a s 10 % pufracího dolomitického vápenec k sušině organické hmoty (vlastní tvorba).

Dle tabulky č. 6. se vstupní suroviny smíchají v jedné nádobě o objemu 5 l a do směsi se přilije voda, aby konečná hmotnost činila 4 kg. Směs v nádobě se dokonale rozmíchá. Zabráni se jejímu vysychání přikrytím potravinářskou fólií nebo se suspenze přelije do nádoby s uzávěrem. Tímto způsobem se vytvořila použitelná podoba přísady k aplikaci do cca 70 kg čerstvě nasekané trávy.

Tab. č. 6. Vstupní suroviny urychlovací přísady na 10 kg organické hmoty v sušině (vlastní tvorba).

složky	dolomitický vápenec mletý	močovina	cukr krystal	jílové bahno (v sušině)	Konečná podoba
množství	1 kg	0,66 kg	0,3 kg	0,15 kg	2,11 kg
přepočet cen	0,55 Kč	7,70 Kč	9 Kč	5,60 Kč	22,85 Kč
dostupné množství a běžná cena (včetně DPH)	1 t volně ložený - 551 Kč	25 kg - 290 Kč	1 kg - 30 Kč	10 kg - 130 Kč (sušina 35%)	

Původ a cena všech surovin byly výše zmíněny. Samozřejmě při velkovýrobě se cena urychlovače sníží výhodnějším nákupem velkého množství surovin od

vhodnějšího dodavatele. Konečná cena produktu bude zahrnovat náklady na reklamu, balení atd., které si stanoví firma HASIT.

4. Metodika

4.1 Kompostování travní hmoty a veřejné zeleně

Navážil jsem 9. května 2014 dvakrát 3,6 kg čerstvě nasekané zahradní trávy o vlhkosti 86 % (což odpovídá 0,5 kg organické hmoty) a uložil odděleně do PVC pytlů s označením A (pokusný vzorek) a B (kontrolní vzorek). Z nádoby se suspenzí urychlovače jsem rovnoměrně odměřil 200 g urychlovací přísady, přilil k odměřenému množství 200 g vody a vzniklou řídkou suspenzí jsem promíchal s fytomasou v pytli vzorku A. Travní hmotu ve druhém pytli (vzorek B) jsem zalil 400 g čisté vody. Tím jsem vyrovnal počáteční vlhkost do rozsahu 50 – 60 %. Oba pytle jsem umístil do termostatu na 34 dní. Teplotu jsem zpočátku nastavil na rozsah 28 – 35 °C pro prvotní rozvoj mikroorganismů. Po 11. dnu jsem teplotu upravil na rozsah 20 – 28 °C z důvodu uvolnění vyššího množství čpavku v pytli s urychlovačem. Každý den v průběhu zahřívání kompostu v termostatu jsem ručně v gumových rukavicích pravidelně rozdroboval a provzdušňoval kompostovanou hmotu, abych docílil aerační podmínky pro tlení. Po 34 dnech (12. června 2014) jsem oba pokusy zapravil do půdy. Původně bylo plánováno období 30 dnů. Opoždění zapříčinila hrozící předpověď silných lijáků, které by komposty mohly silně zavlážit a porušit požadovanou vlhkost. Komposty jsem odděleně vysypal z pytle do dvou výkopů hlubokých 15 cm v živé půdě na zahradě v Ředících (viz příloha). Vzdálenost mezi výkopy odpovídala 30 cm. Místo uložení kompostu s urychlovačem jsem označil čtyřmi dřevěnými kolíky ze slivoně švestky a druhé místo kompostu bez urychlovače jsem vytyčil rovněž čtyřmi dřevěnými kolíky z bezu černého. Komposty jsem zahrnul kyprou hlinitopísčitou půdou. Tento druh půdy jsem zvolil ze dvou důvodů. Za prvé se musel zajistit přístup vzduchu ke kompostu. Druhým účelem byly vlastnosti tohoto druhu půdy, jelikož předpokládané zvýšení iontovýmenné kapacity bude objektivnější, výraznější a lépe pozorovatelné při jejím stanovení. Po dobu 6 měsíců jsem kompost udržoval ve 40 – 60 % vlhkosti. Tedy každý 2. – 3. den bez dešťových srážek jsem pravidelně zaléval každý kompost 10 – 15 litry vody. Ve vysušeném vzorku by jinak nebyla optimální vlhkost pro mikroorganismy. Naopak nadměrná vlhkost nehrozila, poněvadž přebytek vody se bez obav rozlil do okolí.

Zálivku jsem prováděl do prvních mrazů začátkem 6. měsíce od zapravení kompostu (druhá půlka listopadu 2014). Za 6 měsíců, než nastaly velké mrazy, jsem odebral dva reprezentativní vzorky ze středů uložení kompostů. Následně jsem je sušil v chladné místnosti po dobu 21 dní pro získání na vzduchu suchého vzorku.

4.2 Stanovení iontovýměnné kapacity u vzorků půd

Odebral jsem pečlivě vzorek půdy z každého místa aplikace kompostu o hmotnosti cca 300 g. Kompost s přidavkem urychlovače se celý nerozložil po dobu přítomnosti v půdě. Zbytky kompostované hmoty tvořily asi cca 60 g z odebraného vzorku. Proto jsem všechny viditelné zbytky kompostu oddělil od vzorku a vytvořil z nich další zkoumaný vzorek (vzorek C) s původní půdou s urychlovačem v poměru 1 : 2. Získané vzorky jsem postupně umlel na přístroji Fristch (Soilmill) Pulverysette 8. Z každé zkoumané hmoty jsem odvážil na analytických vahách 10,00 g půdy do 250 ml kádinky a přilil k ní 100 ml 0,1 M kyseliny chlorovodíkové (následující postup jsem prováděl samostatně u každého vzorku půdy). Vzniklou emulzi jsem za občasného míchání zahříval 30 minut při 50 °C na varné desce. Poté jsem kvalitativně filtroval ohřátou emulzi přes filtrační papír a promýval ji destilovanou vodou tak dlouho, dokud nebyl přítomen Cl^- . Zkoušku přítomnosti jsem provedl zachycením odkapu na hodinovém sklíčku s přidavkem dusičnanu stříbrného (AgNO_3). Viditelná sraženina se nevytvořila. Filtrát jsem smyl 170 ml destilované vody z filtračního papíru zpět do původní kádinky. Objem vody jsem doplnil tak, aby při konduktometrickém měření byly měřící plochy elektrody zcela ponořeny do vzniklé směsi. Kádinku se vzorkem jsem umístil na vyhrazenou plochu, vložil do ní míchadlo a měřící elektrodu konduktometru. Zapnul jsem míchací zařízení s úměrnými otáčkami míchadla a konduktometr. Dle potřeby jsem měnil měřící rozsah přístroje a každou minutu v pravidelných intervalech jsem zapisoval naměřenou hodnotu vodivosti v μS a po změření vodivosti ihned přidával 2 cm^3 faktorizovaného 0,2 hydroxidu barnatého [$\text{Ba}(\text{OH})_2$]. Tak jsem postupoval do té doby, dokud 3 naměřené hodnoty za bodem ekvivalence nevykazovaly konstantní navýšení. Z naměřených hodnot jsem sestrojil graf (viz níže), ve kterém jedna tečna je sestrojena k vodorovné větvi grafu přes bod ekvivalence a druhá tečna protíná 3 konstantní nárůsty vodivosti. Průsečík tečen udává hodnotu spotřebovaného roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$, jež se zapíše do příslušného vzorce pro výpočet maximální iontovýměnné kapacity. Výsledné hodnoty jsem uvedl v tabulce /viz výsledky/ (vlastní tvorba).

Vzorec pro výpočet maximální iontovýměnné kapacity T konduktometricky dle Sandhoffa (Kolář 1988):

$$T = s * n * f * 1000 / N$$

s – spotřeba roztoku Ba(OH)₂

s – viz graf (bod ekvivalence)

n – normalita roztoku Ba(OH)₂

n = 0,2 N

f – faktor Ba(OH)₂

f = 0,9091

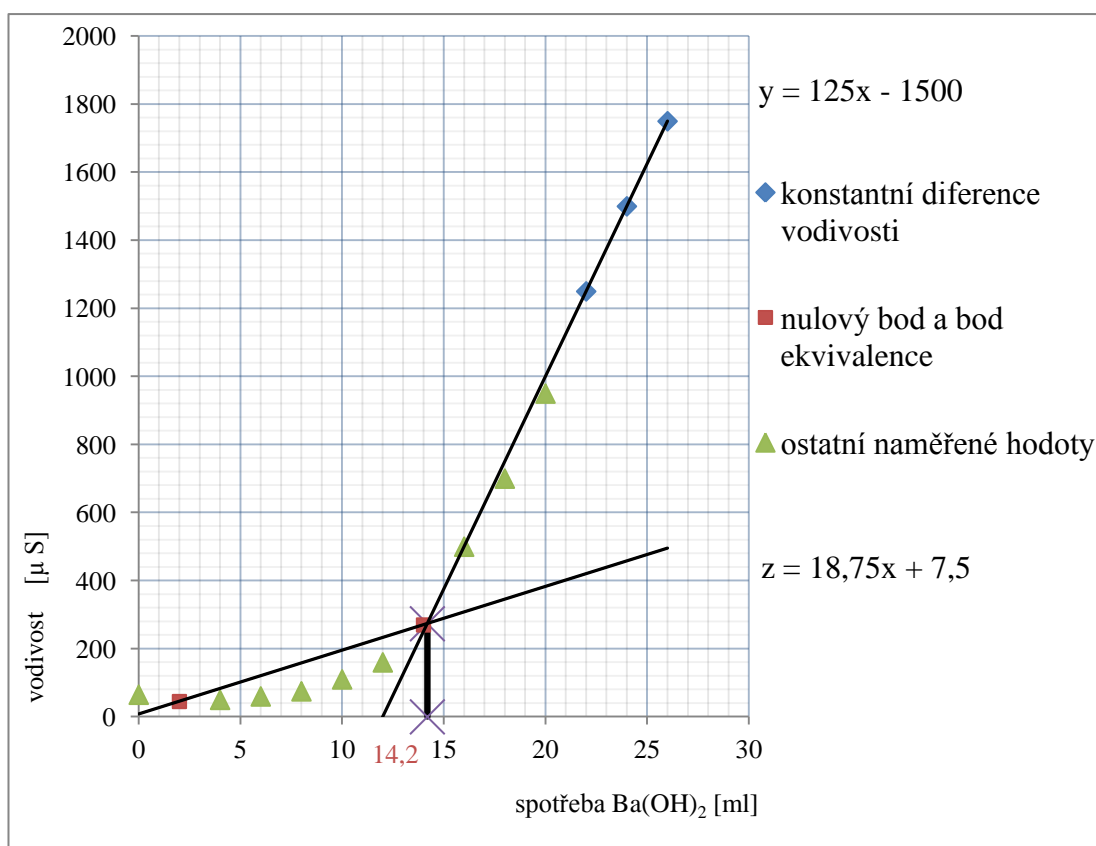
N – navážka

N = 10,00g

Tab. č. 7. Naměřené hodnoty vodivosti v závislosti na spotřebě Ba(OH)₂ /vzorek bez urychlovače/ (vlastní tvorba).

spotřeba Ba(OH) ₂ [ml]	0	2	4	6	8	10	12
vodivost [μ S]	60	45	50	60	75	110	160
spotřeba Ba(OH) ₂ [ml]	14	16	18	20	22	24	26
vodivost [μ S]	270	500	700	950	1250	1500	1750

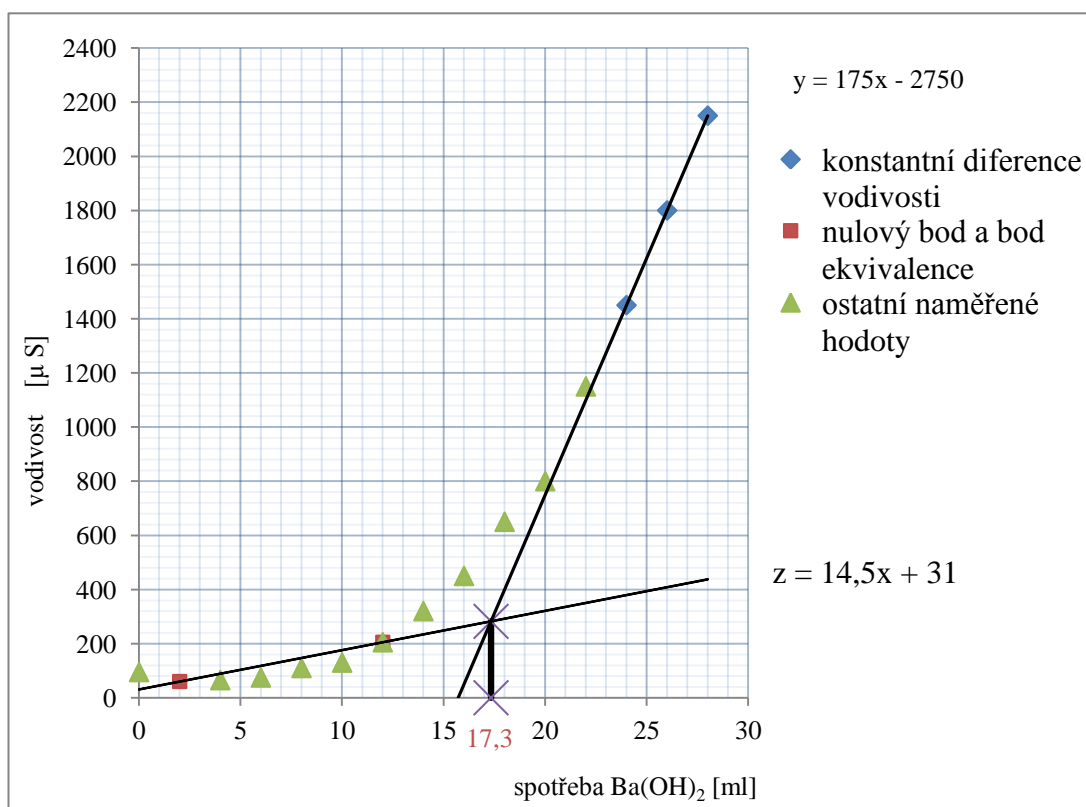
Graf č. 1. Vzorek bez urychlovače (vlastní tvorba).



Tab. č. 8. Naměřené hodnoty vodivosti v závislosti na spotřebě Ba(OH)₂ /vzorek s urychlovačem/ (vlastní tvorba).

spotřeba Ba(OH) ₂ [ml]	0	2	4	6	8	10	12	
vodivost [μ S]	95	60	65	75	110	130	205	
spotřeba Ba(OH) ₂ [ml]	14	16	18	20	22	24	26	28
vodivost [μ S]	320	450	650	800	1150	1450	1800	2150

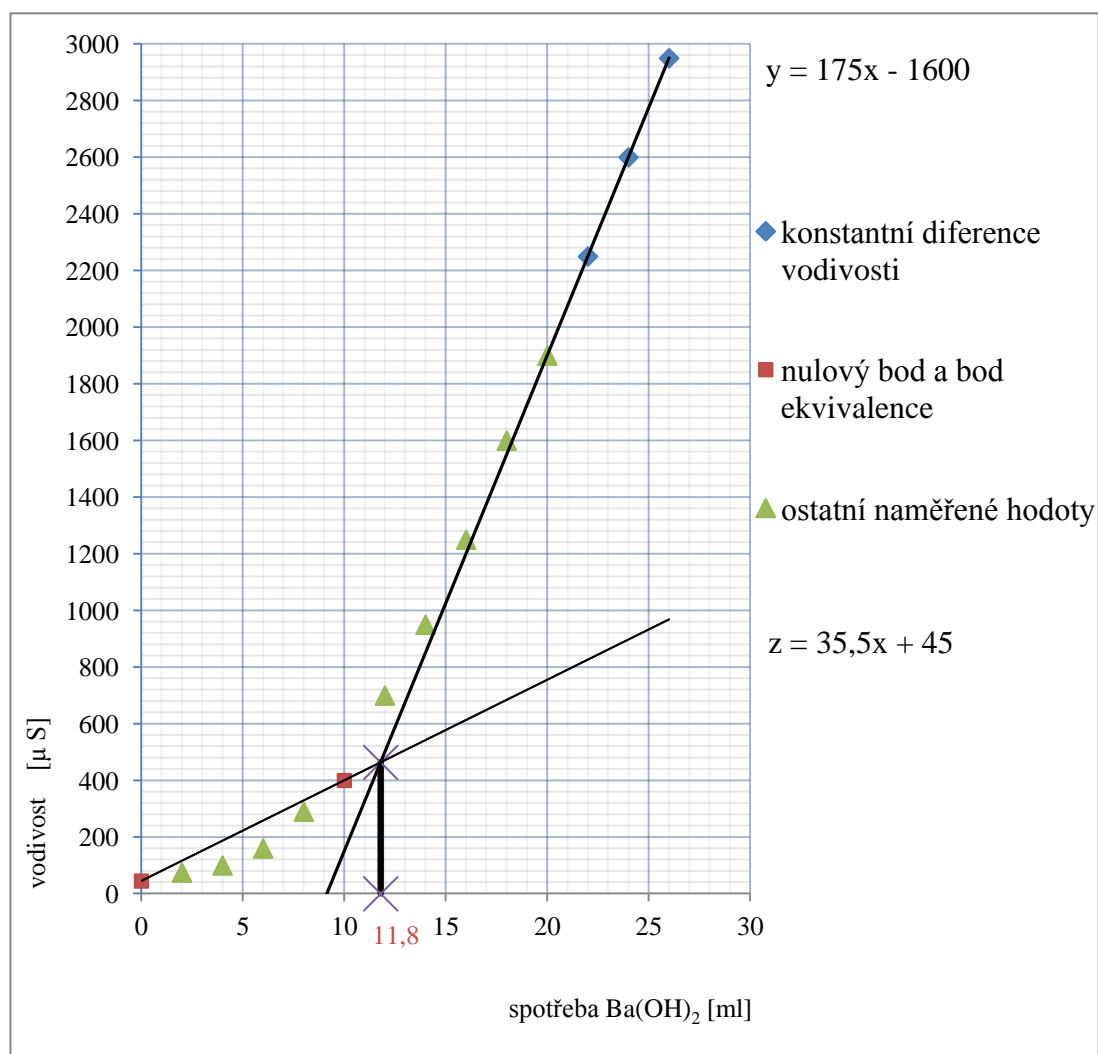
Graf č. 2. Vzorek s urychlovačem (vlastní tvorba).



Tab. č. 9. Naměřené hodnoty vodivosti v závislosti na spotřebě $\text{Ba}(\text{OH})_2$ /s nerozloženou organickou hmotou/(vlastní tvorba).

spotřeba $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [ml]	0	2	4	6	8	10	12
vodivost [μS]	45	75	100	160	290	400	700
spotřeba $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [ml]	14	16	18	20	22	24	26
vodivost [μS]	950	1250	1600	1900	2250	2600	2950

Graf č. 3. Vzorek s nerozloženou organickou hmotou (vlastní tvorba).



5. Výsledky a přínos práce

Tab. č. 10. Výsledky

vzorek	s urychlovačem	bez urychlovače	Se zbytky org. hmoty a urychlovačem
iontovýmnněná kapacita T [mmol chem. ekv. H ⁺ / 1000g půdy]	315	258	214

Změna KVK u pokusné varianty je tak rozdílná a tak značná ve srovnání s kontrolní variantou, že přínos - zlepšení kationové výměnné kapacity kompostu kompostovací přísadou - je zcela markantní (viz diskuze).

6. Diskuze

Výrobek kompostovací přísady, který byl jádrem bakalářské práce, byl uskutečněn jako cíl smlouvy mezi výrobcem vápenatých hmot, firmou HASIT, a katedrou Zemědělských ekosystémů (dnes katedrou Agroekologie) ZF JČU v Českých Budějovicích. Je známo, že na trhu je řada kompostovacích přísad, které mají ale jedno společné: Jsou to přísady na urychlení rozkladu organické hmoty. Jako kompostovací přísady jsou naprosto neúčinné, i když se tímto účinkem chlubí. Kdyby to byly opravdu účinné kompostovací přísady, musely by v hotovém kompostu proti kompostované směsi zvyšovat iontovýmnnou kapacitu způsobenou nově vzniklým humusem, tj. humínovými kyselinami, fulvokyselinami a humíny. Je totiž dnes známo, že jedině humus jako složka organické půdní hmoty vykazuje iontovýmnnou kapacitu, zatímco druhá složka půdní organické hmoty (primární organická hmota, ať rozložená či nerozložená) může mít kapacitu sorpční (pro molekuly), ale nikdy nemá schopnost iontové výměny, tedy iontovýmnnou kapacitu.

Proč jsou prodejné komponovací přísady neúčinné, ačkoliv to v popisu výrobku tvrdí? Není to snad ani tak chyba výrobců, ale spíše zcela zvrácené tradice. Naši přední světoví agrotechnici, např. prof. F. Duchoň Dr.Sc., považovali kompost

za zdroj humusu, a proto pokládali kompost za humusové hnojivo. Takové komposty vznikaly v rodinných zahradnictvích, kde fermentovaly léta. Ale potřeba likvidovat přebytky odpadní organické hmoty vedla k produkci krátce fermentovaných kompostů, které sice z hlediska zemědělského už představovaly jen rozloženou primární organickou hmotu, ale humus obsahovaly jen málo nebo vůbec ne. Jejich aplikace do půdy sice zlepšuje aktivitu půdního mikroedafonu, ale iontovou výměnu v půdě ovlivnit nemůže. Tak se účinek takových kompostů prakticky neliší od zemědělcem zapravené organické hmoty strniště nebo zeleného hnojení.

Tyto prodejné kompostovací přísady jsou tedy poplatné špatnému výkladu popisu kompostu v současnosti. I v normě pro tyto komposty se hodnotí obsah vody, živin, stupeň rozložení organické hmoty, ale nikoho nezajímá obsah humusu a iontovýměnná kapacita hotového kompostu. Prodejné kompostovací přísady ani humus vytvořit nemohou. Obsahují buď mikroorganismy, nebo jejich enzymy, které jsou hydrolázami, vyvolávají jen hydrolýzu, rozklad původní organické hmoty.

Navržená kompostovací přísada byla vytvořena jen zkusmo na předpokladu myšlenky, že v pufrovaném prostředí ionty Mg^{2+} mohou stimulovat činnost syntetizujících enzymů při humifikaci, což je obecně známo.

Jak ukazují mé výsledky, myšlenka se ukázala jako správná. Samotný kompostovací proces, jak jsem jej realizoval (vzorek B), vedl k iontovýměnné kapacitě $T = 258$ mmol chem ekv. $H^+ / 1000$ g a to je hodně – odpovídá to těžší dobré humózní půdě. Je zřejmé, že i tento způsob kompostování bez přísady by byl překvapivě dost úspěšný. S přísadou (vzorek A) jsem dosáhl $T = 315$ mmol chem. ekv. $H^+ / 1000$ g, to je sice o 20 % více, ale nikoliv tolik, kolik bylo očekáváno. Avšak dokazuje to, že zkusmo navržená cesta je správná a že další práce na přísadě je perspektivní.

V třetí alternativě (demonstrativní vzorek C) je hodnota $T = 214$ mmol chem. ekv. $H^+ / 1000$ g a to dokazuje, že stabilní organické zbytky jsou nerozložitelné i s kompostovací přísadou a že tedy labilní organická frakce musí být základem organické složky kompostové směsi ke kompostování. Pokles T pod hodnotu nulové varianty je jen přímo ukázkovým příkladem, že primární organická hmota iontovýměnnou kapacitu nemá a došlo jen k zředění iontovýměnně aktivních a humusových a koloidů původního vzorku kompostové směsi.

7. Závěr

Výsledek kompostu s urychlovací přísadou se prokázal pozitivně, oproti kompostované samotné travní hmotě. I když očekávané navýšení kationtové výměnné kapacity se nedostavilo, navržená přísada má v sobě značný kvalitativní potenciál. Prokázala se zlepšující činnost při stimulaci enzymů v průběhu humifikace. V závislosti na dalších pokusech by se složení urychlovače přesněji upravilo tak, aby výsledná kationtová sorpční kapacita představovala hodnotu okolo 400 mmol chem. ekv. H^+ / 1000 g.

Jako demonstrativní příklad je v práci uveden i vzorek s nerozloženými zbytky kompostu. I když se zbytky primární organické hmoty našly v místě zapravení kompostu s urychlovačem, kationtová sorpční kapacita značně poklesla, nikoliv vzrostla, jak by se někdo domníval. Prokázala se skutečnost, že primární organická hmota v půdě nezvyšuje důležitou půdní vlastnost, tj. kationtovou výměnnou kapacitu, jak mnozí předpokládají.

Princip urychlovače tkví v přítomnosti Mg^{+2} v dolomitickém vápenci firmy HASIT, který stimuluje enzymy v průběhu humifikace v pufrovaném prostředí. Část urychlovací směsi zastupuje močovina, aby se zajistil správný poměr $C_{ox} : N$. Další podíl směsi tvoří přídavek cukru. Cukr v kompostu zajišťuje zdroj energie pro mikroorganismy, který začínají působit až po první fázi rozkladu (mineralizace). Nedílnou složkou, přispívající ke stabilizaci nově vzniklých nízkomolekulárních látek, jsou jílové částice, jež se nachází v použitém jílovém bahně.

Průzkum prodávaných urychlovacích přípravků v tuzemsku prokázal, že naprostá většina vůbec neurychluje a nezlepšuje kompostovací procesy. Jejich účinná látka představuje spektrum mikroorganismů, kteří se běžně vyskytují v živé ornici. Tudíž takovéto přípravky jednoznačně nahradí dodaná půda z pozemku. Oproti tomu, ve světě jsou k dostání přísady založené na principu mikroorganismů (jako v tuzemsku), tak i na principu vyváženého poměru mikroprvků a ostatních živin, které by mohly být opravdu účinné.

Tuto navrženou přísadu firma HASIT bezpečně může uvést na trh po schválení od ÚKZÚZ. V porovnání s konkurencí se můj urychlovač prokazatelně osvědčil jako zlepšující přípravek pro kompostovací procesy. Cena vstupních surovin

je pouze orientační, ale nikoliv závratná. Při výrobě vyššího množství urychlovací směsi by se náklady surovin ještě snížily pořízením finančně výhodnějších surovin.

8. Seznam použité literatury

ANONYM č. 1.: Přípravek Agro Radivit 1 kg - urychlovač kompostu. *Agro-Ecosystems* [online]. 1976, vol. 3 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.eleshop.cz/pripravek-agro-radivit-1-kg-urychlovac-kompostu>

ANONYM č. 2.: Hnojivo Agro urychlovač kompostu 1 l. [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: http://www.kokiskashop.cz/cz/hnojivo-agro-urychlovac-kompostu-1-l-P25408/?heureka_cz=1

ANONYM č. 3.: Urychlovač kompostů - BIOKOMPOST. [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://bakterie-a-enzymy.cz/urychlovac-kompostu-biokompost>

ANONYM č. 4.: BIO KOMPOSTÉR 1 kg. [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.druchema.cz/z229-bio-komposter>

ANONYM č. 5.: Urychlovač kompostu - Kouzlo přírody 50ml. [online]. [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.pasti.cz/urychlovac-kompostu-kouzlo-prirody-50ml>

ANONYM č. 6.: EcoScraps Kompost Accelerator. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: Compost Accelerator - Mr. Green. [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.homedepot.com/p/MrGreen-34-oz-Compost-Accelerator-3700101/203364950>

ANONYM č. 7.: Compost Accelerator - Mr. Green. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.homedepot.com/p/MrGreen-34-oz-Compost-Accelerator-3700101/203364950>

ANONYM č. 8.: Organic Kompost Accelerator. [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: http://www.amazon.com/Gaiam-Compost-Accelerator-2lb-Frt/dp/B0009LD732/ref=sr_1_8?ie=UTF8&qid=1428598848&sr=8-8&keywords=compost+accelerator

ANONYM č. 9.: Enhanced Compost Accelerator Case of 6. [online]. [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.garden.com/item/enhanced-compost-accelerator-case-of-6/G29544/>

ANONYM č. 10.: Urban Kompostér Kompost AcceleratorSprayBottle. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.urbancomposter.com.au/product/compost-accelerator/>

ANONYM č. 11.: Green Earth Compost Accelerator. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://www.canadiantire.ca/en/outdoor-living/lawn-garden-care/soils-mixes/green-earth-compost-accelerator-0592271p.html?utm_campaign=bazaarvoice&utm_medium=SearchVoice&utm_source=RatingsAndReviews&utm_content=Default

ANONYM č. 12.: Compost Accelerator powder – Hydra Bio Compost 500g. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://hydra-int.com/soil-composting-product.html>

ANONYM č. 13.: Bio – P4 Organic kompost accelerator. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.bio-enzym.eu/eshop/49>

ANONYM č. 14.: Oscorna Kompost Beschleuniger. [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.bio-enzym.eu/eshop/49>

FARRELL, M., JONES, D.L.: Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresource Technology* [online]. 2009, vol. 100, issue 19, s. 4301-4310 [cit. 2015-02-02]. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.04.029.

HANC, A., TLUSTOS, P., SZAKOVA, J., HABART, J.: *Changes in cadmium mobility during composting and after soil application*. *Waste Management*[online]. 2009, vol. 29, issue 8, s. 2282-2288 [cit. 2015-03-11]. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.03.027.

HEJÁTKOVÁ, K.: Řešení bioodpadů v regionu, 2008, první vydání, Zemědělská a regionální agentura, o.s., Náměšť nad Oslavou, str. 60, ISB 80-903548-8-2

HEJÁTKOVÁ, K., DVORSKÁ, I., JALOVECKÝ, J., KOHOUTEK, A., KOLLÁROVÁ, M., MIČÁNKOVÁ, K., PLÍVA, P., VALENTOVÁ, L., VORLÍČEK, Z.: *Kompostování přebytečné travní biomasy: metodická pomůcka*.

Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2007, 74 s. ISBN 978-80-903548-6-9.

CHANG, J., I., HSU, T.-E.: *Effects of compositions on food waste composting*. Bioresource Technology [online]. 2008, vol. 99, issue 17, s. 8068-8074 [cit. 2015-03-10]. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.03.043

JELÍNEK, A., HEJÁTKOVÁ, K., MACOUREK, M., NOVÁK, P., OSTRATICKÝ, R., PLÍVA, P., ŠREFL, J., VOSTÁL, D., VSTOUPAL, B., ZEMÁNEK, P., ZÍMOVÁ, M.: *Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálním procesem: realizační pomůcka pro zpracování podnikové normy*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2002. 73 s. ISBN 80-238-8539-1.

KALINA, M.: *Kompostování a péče o půdu*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999, 109 s. Česká zahrada. ISBN 80-716-9697-8.

KALINA, M.: *Kompostování a péče o půdu*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2004, 116 s. Česká zahrada. ISBN 80-247-0907-4.

KAZDA, J., Výskyt škodlivých organizmů při kompostování, Biom.cz [online]. 2007-02-20 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyskyt-skodlivych-organizmu-pri-kompostovani>>. ISSN: 1801-2655.

KOLÁŘ, L.: *Organické hnojení a humus*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská Praha, 1988, 106 s.

KOLÁŘ, L., KUŽEL, S.: *Odpadové hospodářství*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 193 s. ISBN 80-7040-449-3.

KOLÁŘ, L., KUŽEL, S., PETERKA, J., ŠTINDL, P.: Jsou odpady z výroby bioplynu opravdu výborným organickým hnojivem?. [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/jsou-odpady-z-vyroby-bioplynu-opravdu-vybornym-organickym-hnojivem/>

KOLLÁROVÁ, M., PLÍVA, P.: *Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. 24 s. Metodika pro praxi. ISBN 978-80-86884-36-3.

LEE, J.E., M.M. RAHMAN a C.S. RA. Dose effects of Mg and PO₄ sources on the composting of swine manure. *Journal of Hazardous Materials* [online]. 2009, vol. 169, 1-3, s. 801-807 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.04.026.

PLÍVA, P.: *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2009, 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8.

PLÍVA, P.: *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006, 65 s. ISBN 80-86884-11-2.

SVOBODOVÁ, O.: *Posouzení obsahu a kvality humusu u rozdílných technologií zpracování půdy*. [Diplomová práce]. *Evaluation of humus content and quality in different tillage systems*. České Budějovice, 2011. 165 s.

TANDY, S., HEALEY, J.R., NASON, M.A., WILLIAMSON J.C., JONES, J.C.: *Heavy metal fractionation during the co-composting of biosolids, deinking paper fibre and green waste*. *Bioresource Technology* [online]. 2009, vol. 100, issue 18, s. 4220-4226 [cit. 2015-03-9]. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.02.046.

VÁŇA, J.: *Výroba a využití kompostů v zemědělství: realizační pomůcka pro zpracování podnikové normy*. Vyd. 2. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997, 38 s. Rostlinná výroba. ISBN 80-710-5144-6.

VÁCHALOVÁ, R.: *Aerobní zpracování biomasy: studijní texty pro obor "Biotechnologie využití a zpracování fytomasy"*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012, 150 s. ISBN 978-80-7394-379-0.

ZEMÁNEK, P.: *Speciální mechanizace: mechanizační prostředky pro kompostování*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 113 s. ISBN 80-7157-561-5.

ZEMÁNEK, P., BURG, P.: *Technologie a nákladovost při aplikaci vyšších dávek kompostů: metodika pro praxi*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 2012, 24 s. ISBN 978-80-7375-675-8.

9. Přílohy

9.1 Stanovení kationtové výměnné kapacity dle Sandhoffa

Stanovení maximální sorpční kapacity T konduktomericky dle Sandhoffa

Princip: Půda převedena do t.zv. H^+ cyklu (nahrazení vým. bazických kationtů vodíkem) se titruje $Ba(OH)_2$. Přitom Ba^{2+} nahrazuje vodík v sorpčním půdním komplexu a vzniká málo disociovaná voda, takže vodivost systému se prakticky nemění. Před dosažením bodu ekvivalence (nasycení) vodivost již mírně stoupá, poněvadž se na ni již začínají podílet ionty Ba slabě poutané v silně nasyceném sorpčním komplexu půdy. Po úplném nasycení (za bodem ekvivalence) se začínají uplatňovat volné ionty titračního roztoku a vodivost prudce a rovnoměrně stoupá.

Provedení:

K odvážené jemnozemi ve vysoké 250 ml kádince (cca 5 g u T a do 10 g u L půd - ovšem přesně na 0,01 g !) se přidá cca 100 cm³ přibl. 0,1 M HCl a postaví se na půl hodiny do vodní lázně max. 50°C teplé (zde topná deska v digestoři). Poté se obsah baňky kvantitativně přemístí na filtr a to tak, abychom tam jako první dostali hrubé podíly (filtrační zařízení se skládá z násypky a širokohrdlé Erlenky). Zeminu na filtru promýváme destilovanou vodou tak dlouho, až ve filtrátu není dokazatelný Cl^- (roztok $AgNO_3$). Potom ji spláchneme pomocí stříčky a protržení filtru zpět do původní kádinky (vys. 250 ml), doplníme destilovanou H_2O na cca 150-200 ml tak, aby po vsunutí konduktrometrické elektrody byly všechny tři Pt kroužky ponořeny a za stálého míchání na elmg. míchačce suspenzi filtrujeme faktorizovaným 0,2 N $Ba(OH)_2$. Hydroxid barnatý přidáváme po 1 cm³ v intervalu 1', kdy vždy těsně před dalším přidávkem odečteme vodivost roztoku na konduktometru (v prostředních 2/3 stupnice - pozor na rozsahy !)

Výpočet:

Do grafu se vynáší na osu x počet ml přidaného hydroxidu, na osu y příslušná vodivost suspenze, nejlépe v μS . U získané konduktometrické křivky vedeme jednu tečnu s její vodorovnou (až mírně stoupající) větví a druhou tečnu s prudce stoupající větví, kde jsou alespoň tři po sobě naměřené difference vodivosti konstantní. Průsečík obou tečen udává spotřebu $\text{Ba}(\text{OH})_2$ v b.e., neboli při dosažení hodnoty maximální sorpční kapacity T vyšetřované půdy. Hodnota T v $\text{mval} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ půdy se vypočte ze vztahu:

$$T = \frac{s \cdot n \cdot f \cdot 100}{N} \quad [\text{mval} \cdot 100^{-1} \text{ g} \text{ půdy}]$$

s - spotřeba roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ odečtená z grafu [cm^3]

n - normalita roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$

f - faktor $\text{Ba}(\text{OH})_2$

N - navážka půdy [g]

Hodnocení:

velmi vysoká	> 30	$\text{mval} \cdot 100^{-1} \text{ g}$
vysoká	25-30	"
střední	13-24	"
nízká	8-12	"
velmi nízká	< 8	"

9.2 Obr. č. 15. Komposty aplikované do půdy

vlevo s urychlovače

vpravo bez urychlovače

