



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY PIEŠŤANY

VYUŽITIE FYTOMASY TRÁVNÝCH PORASTOV NA KOMPOSTOVANIE

METODICKÁ PRÍRUČKA



Štefan Pollák, Mariana Jančová, Zuzana Dugátová



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV RASTLINNEJ
VÝROBY PIEŠŤANY

VYUŽITIE FYTOMASY TRÁVNÝCH PORASTOV NA KOMPOSTOVANIE

METODICKÁ PRÍRUČKA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky
Výskumný ústav rastlinnej výroby – **Ústav trávnych porastov
a horského poľnohospodárstva**

Banská Bystrica

2023

VYUŽITIE FYTOMASY TRÁVNÝCH PORASTOV NA KOMPOSTOVANIE

Autori: RNDr. Štefan Pollák
Ing. Mariana Jančová, PhD.
Ing. Zuzana Dugátová

Editori: RNDr. Štefan Pollák
Ing. Mariana Jančová, PhD.
Ing. Zuzana Dugátová

Grafická úprava: RNDr. Štefan Pollák
Ing. Mariana Jančová, PhD.
Ing. Zuzana Dugátová

*© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky
Výskumný ústav rastlinnej výroby
Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Banská Bystrica 2023*

ISBN 978-80-89800-23-0

OBSAH

1. Úvod	7
2. Prehľad literatúry k riešenej problematike.....	8
3. Využitie fytomasy na výrobu kompostu pomocou biopreparátov urýchľujúcich rozklad organickej hmoty.....	9
3.1 Vplyv biopreparátov urýchľujúcich rozklad organickej hmoty na kvalitu produktu kompostovania	13
4. Zhodnotenie prebytočnej biomasy formou kompostovania – Kvantitatívne hodnotenie	15
5. Zhodnotenie prebytočnej biomasy formou kompostovania – Kvalitatívne hodnotenie	19
6. Prebytočná biomasa využitá kompostovaním a jej ekonomické hodnotenie ..	22
7. Aplikácia kompostu na trávny porast	24
7.1 Pôdna respiračná aktivita trvalého trávneho porastu po aplikácii kompostu	25
7.2 Vplyv aplikácie kompostu na produkciu a zloženie trávneho porastu	33
7.3 Výživná hodnota trávneho porastu po aplikácii kompostu	37
8. Všeobecné zásady kompostovania	39
9. Vermikompostovanie – Kompostovanie s pomocou dážďoviek	49
10. Kompostový čaj ako domáce ekologické hnojivo	51
11. Kompostovanie lesných ťažobných zvyškov	52
Zoznam použitej literatúry.....	54

ZOZNAM SKRATIEK

BRO	- biologicky rozložiteľný odpad
MB	- mikrobiálna biomasa
MRH	- medzirodové hybridy tráv
BNLV	- bezdusíkaté látky výťažkové
ME	- metabolizovateľná energia
NDV	- neutrálnedetergentná vlákna
NEL	- netto energia laktácie
NEV	- netto energia výkrmu
OH	- organická hmota
PDIE	- nedegradované N-látky krmiva skutočne stráviteľné v tenkom čreve a mikrobiálne bielkoviny krmiva, ktoré môžu byť v bachore syntetizované z využiteľnej energie, keď nie je obsah degradovaných N-látok krmiva a ďalších živín limitujúci
PDIN	- nedegradované N-látky krmiva skutočne stráviteľné v tenkom čreve a mikrobiálne bielkoviny krmiva, ktoré môžu byť v bachore syntetizované z degradovaných N - látok krmiva, keď nie je obsah využiteľnej energie a ďalších živín limitovaný
PMP_{NEL}	- produkčný mliekový potenciál krmiva podľa obsahu NEL
PMP_{PDI}	- produkčný mliekový potenciál krmiva podľa obsahu PDI
SOM	- pôdne organické látky
TKO	- tuhý komunálny odpad
TTP	- trvalý trávny porast

1. ÚVOD

Kompostovanie je pravdepodobne najstaršia recyklačná technológia, ktorá je súčasne najflexibilnejšou technológiou nakladania s biologicky rozložiteľnými odpadmi. Má veľký význam v poľnohospodárstve, lesníctve a komunálnej sfére. V súčasnosti sa kompostujú rôzne druhy surovín cez záhradné, domové či kuchynské produkty, čo pomáha redukovať organické odpady na skládkach a zamedziť tvorbe skládkových plynov, ktoré sú klasifikované ako skleníkové plyny. Výsledkom procesu kompostovania je kompost obsahujúci minerálne látky a živiny, ktoré majú priaznivý vplyv na rast rastlín a môžu konkurovať umelým hnojivám. Zachovať a zvýšiť obsah pôdných organických látok (SOM) v poľnohospodárskej pôde je nevyhnutné pre dosiahnutie udržateľného poľnohospodárstva. Slovenská republika ako členská krajina EÚ, už pri svojom vstupe, prijala záväzky v oblasti nakladania s odpadmi, z ktorých vyplýva záväzok obmedziť množstvo skládkovaných biologicky rozložiteľných odpadov (ďalej len BRO) prostredníctvom recyklácie, kompostovaním, výrobou bioplynu alebo na materiálové a energetické využitie. Stratégia má ambiciózne ciele na zaistenie trvalého znižovania objemu BRO - do 5 rokov na 75 %, do 8 rokov na 50 % a do 15 rokov na 35 % množstva vzniknutého v roku 1995.

Plochy pasienkov sa dajú racionálne udržiavať a využívať pre chov polygastrických zvierat, pričom je potrebné popri ekonomickej stránke prihliadať aj na mimoprodukčné aspekty. Pasienky sa väčšinou nachádzajú v horších podmienkach horskej a podhorskej oblasti, úroveň prátotechnických opatrení je minimálna až žiadna, poklesom stavov zvierat sa znížilo zaťaženie na jednotku plochy. Nedostatočne sa uplatňujú progresívne systémy pasenia, navyše využiteľnosť pasienkových plôch je nižšia (nálet krovín a stromov). V európskom priestore tvorcovia poľnohospodárskej politiky i poľnohospodári stále intenzívnejšie uplatňujú multifunkčné využívanie krajiny. Prebieha nové ohodnocovanie všetkých aktivít, ktoré môže poľnohospodárstvo poskytnúť spoločnosti. Popri regulácii trhu tradičných poľnohospodárskych komodít sa v poľnohospodárskej politike zdôrazňuje stimulácia funkcií poľnohospodárstva v oblasti tvorby a údržby krajiny a ochrany životného prostredia. V tomto kontexte ponúka krajina i poľnohospodárska prax široké možnosti využitia zdrojov pre kompostovanie a výrobu biopalív.

Pri odstraňovaní drevitého náletu, nežiaducich bylín a nivelizácii mikroreliefu, dochádza ku kontaktu fytomasy s pôdnymi časticami, exkrementami zvierat a príslušnou mikroflórou. Týmto spôsobom vzniká značný objem fytomasy, nepoužiteľnej na krmovinárske účely. Jedným z možných riešení spracovania tohto druhu biomasy je kompostovanie na rovnakom stanovišti s využitím existujúcej techniky. Kompostovaním zvyškovej alebo nepoužiteľnej biomasy z údržby TTP je možné získať stabilizovanú organickú hmotu s humusovými látkami a rastlinnými živinami, ktorá je ďalej využiteľná ako účinné organické hnojivo.

2. PREHĽAD LITERATÚRY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE

Posledné roky ustupuje do úzadia potreba produkovať krmivo z trávnych porastov pre polygastrické zvieratá z dôvodu značného poklesu ich stavov. Naproti tomu sa však dostávajú do popredia mimoprodukčné aspekty trávnych porastov. Postupne sa prechádza k multifunkčnému využívaniu krajiny a k stimulácii funkcií poľnohospodárstva v oblasti údržby krajiny a ochrany životného prostredia. STARZYK (2014) popisuje poľské reálie kde vzrástol záujem o možnosť zaradiť do organického hnojenia rôzne odpadové hmoty biologického, najmä rastlinného pôvodu. Katalóg odpadov rozdeľuje odpady do 20 skupín podľa miesta ich vzniku. Medzi skupinami zaujíma významné postavenie spracovateľný organický odpad. Do tejto skupiny patria odpady z poľnohospodárstva, sádov, lesov a spracovania dreva. Komplexné preskúmanie dôsledkov zmeny klímy spojené s kompostovaním, skládkovaním, spaľovaním na výrobu elektrickej energie a anaeróbnej digestie zhrnul v podrobnom prehľade HUANG a kol. (2022).

Zelený odpad, ktorý sa skladá zo záhradného odpadu, lístia, odrezkov stromov a pokosenej trávy, má vo všeobecnosti nízku vlhkosť, vysoký obsah organických látok (OM) a nízky stav živín (REYES-TORRES et al., 2018). Kompost, založený výlučne z biomasy trvalých trávnych porastov (TTP) a náletov z údržby zanedbávaných plôch TTP, má svoje špecifiká pri zakladaní, a tiež vo svojich charakteristických vlastnostiach. Najčastejšie sa v praxi pre voľbu podielu vstupných materiálov využíva odhad hodnôt ich chemicko-fyzikálnych vlastností, ktorý nezohľadňuje variabilitu zloženia materiálov, a tak môže byť príčinou nesprávneho pomeru zložiek kompostovaného substrátu, následného spomalenia procesu rozkladu a zníženia kvality produktu. Častým nedostatkom je hodnota pomeru uhlíka k dusíku (C:N) vyzretého kompostu mimo normou odporučený rozsah. Pri kompostovaní biomasy trávneho porastu je pomer C:N prevažne užší. WOLF a SNYDER (2003) tvrdia, že udržateľné poľnohospodárstvo je nový spôsob riadenia poľnohospodárstva a predstavuje odlišný prístup k zabehnutej praxi. Existuje niekoľko možností, ako zlepšiť obsah SOM v pôde a znížiť tak riziko straty prirodzených vlastností pôdy (úrodnosť pôdy). Najdostupnejšou metódou je aplikácia organického odpadu, ktorý môže byť rôzneho pôvodu (napríklad: organický komunálny odpad, zvyšky po zbere plodín, organický odpad z bioplynu alebo organický odpad vznikajúci pri výrobe biopalív). Kladie sa dôraz na lokáciu výroby v blízkosti poľnohospodárskej pôdy, kde sa bude uplatňovať. Tento faktor je veľmi dôležitý pre ziskovosť aplikácie SOM (WOLF a SNYDER, 2003; HALBERG, 2006). Priemyselné krajiny v strednej Európe využívajú proces kompostovania predovšetkým na likvidáciu komunálneho odpadu, organického odpadu a organického odpadu z poľnohospodárstva. Naopak, rozvojové krajiny nemajú také zdroje a musia hľadať nové možnosti v poľnohospodárstve (HALBERG, 2006; CHATUVERDI et al., 2009).

Surový alebo čerstvý kompost možno pri intenzívnom rozklade použiť už po niekoľkých týždňoch. Táto forma obsahuje ešte veľa živých organizmov, ktoré sústavne zabezpečujú uvoľňovanie živín (MOŇOK, 2001). Predstavuje tak možnosť použitia čerstvého kompostu na krátkodobé rozprúdenie prísunu živín (HEJÁTKOVÁ, 2003). Zrelý kompost napriek vyššiemu obsahu živín nepôsobí už tak rýchlo. Počas dlhšieho obdobia rozkladu sa však vytvorí viac humusu, ktorý stabilizuje štruktúru pôdy (NOSKOVIČ, 2003). Zrelý kompost sa pri najrýchlejšom priebehu rozkladu môže použiť po 4 mesiacoch, spravidla však až po 6-12 mesiacoch (KOMPOSTFORUM SCHWEIZ, 2008).

Správnym použitím kompostov sa predovšetkým zabezpečuje dostatok živín pre rastliny počas celej vegetácie vo vhodnej forme a pomere, súčasne sa udržiavajú a vylepšujú mechanicko-fyzikálne vlastnosti pôdy, jej pórovitosť, najmä schopnosť udržiavať vlhkosť. Aktivizuje sa biologická činnosť v pôde zvýšením množstva pôdnych mikroorganizmov, zlepšujú sa chemické a fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy obohatením o organické látky a humus (MOŇOK, 2002). Kompost je podľa REGALA a KRAJČOVIČA (1963) najvhodnejším a nutným predpokladom pre zapracovanie semien pri príseve preriednutých porastov, obohacuje mačinu o mikroorganizmy, ktoré tvorbou CO₂ zaistujú uhlíkatú výživu porastu. Zohľadnením miestnych podmienok, minimálnych nákladov, revitalizáciou trávnych porastov a výrobou kompostu z fytomasy trávneho porastu sa zaoberali KOLLÁROVÁ, HÁJKOVÁ, STONAWSKÁ, 2007, a tiež POLLÁK a JAVORKA (2010). Prihliadali aj na agroenvironmentálne hľadisko starostlivosti a údržby krajiny. ALEXANDER (2008) vo svojej práci vidí naliehavú potrebu použitia kompostu, aby sa prostredníctvom jeho aplikácií do životného prostredia revitalizovali svahy, zadržavala dažďová voda. Zmeny obsahu dusíka (N) a uhlíka (C) v komposte hodnotili GRIFFIN, HUTCHINSON (2007) v priebehu 130 dňovej aeróbnej inkubácie na piesčito-hlinitej pôde. Účinok zrelosti kompostu na rast rastlín bol hodnotený v pokuse s trávami a inými plodinami. Vplyv kompostu na zmenu vlastností pôd na narušených stanovištiach v rôznych prostrediach skúmali SINGER a kol. (2006). Podľa ich štúdie povrchové použitie kompostov pri výstavbe a rekultivácii hrádzí môže zvýšiť zadržiavanie vody po daždi a podporiť rast rastlín.

3. VYUŽITIE FYTOMASY NA VÝROBU KOMPOSTU POMOCOU BIOPREPÁRÁTOV URÝCHĽUJÚCICH ROZKLAD ORGANICKEJ HMOTY

Napriek znižujúcej sa hospodárskej sebestačnosti na úrovni obcí i v rámci Slovenska, využiteľná hodnota BRO, ktorá môže byť príspevkom k dosahovaniu konkurencieschopnosti, ekologickej stabilizácii životného prostredia a k skvalitneniu poľnohospodárskej výroby nie je zatiaľ napĺňaná.

Veľké množstvo živín a energie produkovaných trávnyimi porastami je nevyužitá a vylúčená z poľnohospodárskej sústavy, pričom môže následne ohrozovať stabilitu ekosystémov. V súčasnosti nie je v praxi dostatočne zavedená technológia výroby bioplynu preto je aktuálna možnosť spracovania množstva nahromadenej biomasy - ktorej hodnota sa znižuje z kvalitnej krmoviny na úroveň tzv. biologického odpadu - kompostovaním. Týmto spôsobom je možné obmedziť objemovú hmotnosť odpadu, produkciu skládkových plynov, kontamináciu podzemných vôd a zároveň získať kvalitný zdroj výživy rastlín. Význam má preto výskum optimalizácie tohoto procesu, s cieľom získať poznatky pre zaistenie správneho priebehu procesu a kvalitný produkt použiteľný ako stabilizované hnojivo.

Ciele riešenia

- spracovanie biomasy produkovanej ekosystémom trávneho porastu kompostovaním,
- zhodnotenie vplyvu vybraných bioprepáratov urýchlujúcich rozklad organickej hmoty na priebeh procesu a kvalitu produktu kompostovania, z ekonomického a ekologického hľadiska.

Vplyv biopreparátov sa sledoval v štyroch variantoch, z ktorých tri boli ošetrované rôznymi biopreparátmi (variant 2 – Bactofil, variant 3 – OxyBreak, variant 4 – Biokomp) a jeden variant bol založený bez aplikácie biopreparátu (variant 1 – kontrola). Pokus prebiehal v uzavretej miestnosti suterénu budovy ÚTPHP (Obr. 1). Varianty boli vyhodnocované v štyroch opakovaníach. Substrát čerstvej biomasy získavaný na stanovišti Suchý Vrch, bol kombinovaný s materiálmi vhodnými na skladovanie, t.j. zeminou a dendromasou, ktoré sa pripravili a uskladnili krátko pred naplnením nádob variantov kompostovaným substrátom. Fáza zrenia kompostu pri ktoromkoľvek variante určovala koniec jedného cyklu. Pred založením pokusu sa vzorky jednotlivých substrátov fytomasy a pôdy analyzovali v chemickom laboratóriu a určil sa pomer C:N a obsah P_2O_5 v sušine. V priebehu kompostovacieho procesu sa pozorovala teplota, ktorá by nemala prekročiť hodnotu $68^{\circ}C$ a vlhkosť, pri ktorej je 70 % pórovitosti kompostu zaplnených vodou. V procese kompostovania sa sledovala aj produkcia CO_2 .

Obr. 1 Pokusné nádoby naplnené biomasou s čidlami na meranie parametrov.



Vlhkosť kompostu bola stanovená gravimetricky. Obsah celkového N sa stanovil metódou podľa Kjeldahla, pomer C:N, nerozložiteľné prímеси a homogenita celku rovnako aj hodnotenie zrelosti kompostu podľa metodiky STN 465735.

Jednotlivé varianty sa zhodnotili z hľadiska priebehu a produktu procesu kompostovania na základe chemických analýz, záznamu teplôt a vlhkosti pomocou porovnávacích testov štatistických metód a analýzou rozptylu. Redukcia objemovej hmotnosti sa posúdila na základe rozdielov množstva pri založení kompostu a po fáze zrenia.

Pre zabezpečenie dostatočnej aerácie kompostovacieho procesu v 50 l nádobách bol kompostovaný materiál prevzdušňovaný ručným premiešavaním. Od založenia pokusu sa zaznamenávali hodnoty teploty, vlhkosti, objemu a hmotnosti, produkcia CO₂. Zaznamenalo sa aj množstvo prebytočnej vlhkosti s následnou analýzou obsahu NO₃ a PO₄.

Dosiahnuté výsledky riešenia

V kompostovacom cykle sa po 10 týždňoch objem substrátu znížil celkovo o 37,0-60,6 %; v priemere za 4 opakovania bola redukcia objemu najvyššia vo variante č. 3. V porovnaní s kontrolným variantom bola redukcia objemu vo variantoch 2 a 3 (ošetrených biopreparátmi) nižšia o 3,0-4,1 %. Úbytok hmotnosti substrátu bol sledovaný pred aplikáciou preparátov - v prvých fázach biodegradácie s najvyššími hodnotami produkovanej teploty a po ich aplikácii, v období, v ktorom je pre použitie mikrobiologických prípravkov vytvorené vhodné prostredie. Hmotnosť klesala v prvých 10 dňoch výraznejšie: 0,07-0,27 kg/deň, v ďalších 18 dňoch – po aplikácii prípravkov a po odstránení prebytočnej vlhkosti bol úbytok hmotnosti 0,01-0,04 kg/deň a po 67 dňoch (po aplikácii preparátov) až 0,01-0,02 kg/deň. Rýchlosť redukcie klesala v tomto poradí: 2. variant, 3. variant, kontrola, 4. variant. Produkcia CO₂ bola zaznamenaná v týždňových intervaloch, po poklese teplôt na cca. 21,2 °C. Medzi produkciou CO₂ a teplotou sa potvrdil predpoklad vysokej korelácie: 0,76 (Spearmanov korelačný koeficient). Stálosť rozdielov medzi variantami nebola vyrovnaná, no celkovo možno pozorovať najvyššiu aktivitu mikroorganizmov v 3. variante, pomerne vysokú v kontrolnom variante (vzhľadom na absenciu biopreparátu) a nižšiu v 4. a 2. variante. Na priemernú hmotnosť substrátu 6,2 kg sa uvoľnilo 100-455 ml. Výsledok pozorovania možno zovšeobecniť ako vplyv medziproduktov biodegradácie, v prípade pokusu v množstve 16-73 ml kvapaliny/kg biomasy. Analyzované vzorky uvoľnenej kvapaliny obsahovali pomerne nízke množstvo NO₃ (0,004-0,289 mg/l), avšak vysoké množstvo PO₄ (až 165,72 mg/l) (Tab.1), čo bolo pravdepodobne spôsobené prítomnosťou exkrementov domácich zvierat v použitej fytomase mestskej zelene.

Tabuľka 1 Objem prebytočnej kvapaliny, obsah NO₃ a PO₄

Variant	objem prebytočnej kvapaliny, ml/kg	obsah NO ₃ mg NO ₃ /6,2kg substrátu	obsah PO ₄ mg PO ₄ /6,2kg substrátu
1	39,72	0,13	43,77
2	45,77	0,15	78,87
3	35,89	0,08	47,89
4	34,68	0,06	27,12
priemer	39,012	0,101	49,411
min	16,129	0,004	4,714
max	73,387	0,285	165,720

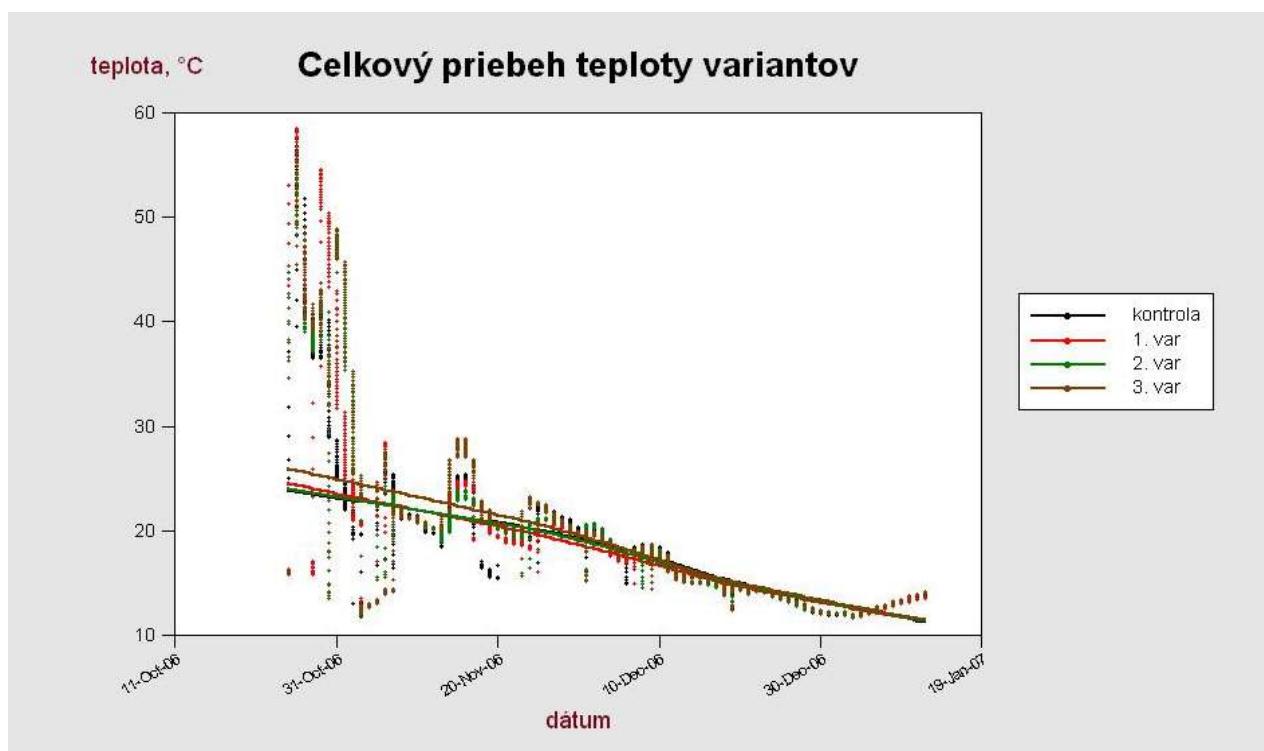
Podrobnejší popis priebehu pokusu dokumentuje tabuľka 2 kde sú uvedené sumy priemerov teplôt za variant, priemerná denná suma teplôt za kompostovací cyklus, vplyv variantu na sumu teplôt v porovnaní s kontrolou. Prehľadné zhodnotenie priebehu teploty variantov v procese kompostovania znázorňuje graf 1.

Tabuľka 2 Suma priemerov teplôt za variant, priemerná denná suma teplôt a vplyv variantu na sumu teplôt v porovnaní s kontrolou

variant	Suma priem. teplôt, °C (x 10 ³)	denná suma priem. teplôt, °C	Vplyv variantu, %
1	410,0	1 496	0,00
2	409,4	1 494	0,15
3	412,2	1 504	-0,54
4	414,9	1 514	-1,20

Percentuálny pokles vlhkosti v priebehu kompostovania dokumentuje tabuľka 3, kde najvýraznejší pokles o 21 % nastal vo variante 2. Tabuľka 4 uvádza priemernú hmotnosť variantov a redukciu hmotnosti variantov v priebehu kompostovania, kde sme najvyššiu redukciu o 69,93 % zaznamenali vo variante 2. Pri hodnotení vplyvu variantov na redukciu hmotnosti (tab. 5) sme rovnako v 2. variante zaznamenali výrazný rozdiel (-10,98 %) oproti kontrole.

Graf 1 Celkový priebeh teploty hodnotených variantov



Tabuľka 3 Pokles vlhkosti v priebehu kompostovania (%)

variant	pri založení substrátu	na konci procesu	rozdiel
1	50	33	17
2	50	29	21
3	50	34	16
4	50	33	17

Priemerný objem variantov a redukcia objemu variantov v priebehu procesu kompostovania uvádza tabuľka 5, kde sme najväčšiu redukciu 80,40 % zaznamenali na variante 3 a 4.

Tabuľka 4 Priemerná hmotnosť variantov a redukcia hmotnosti variantov

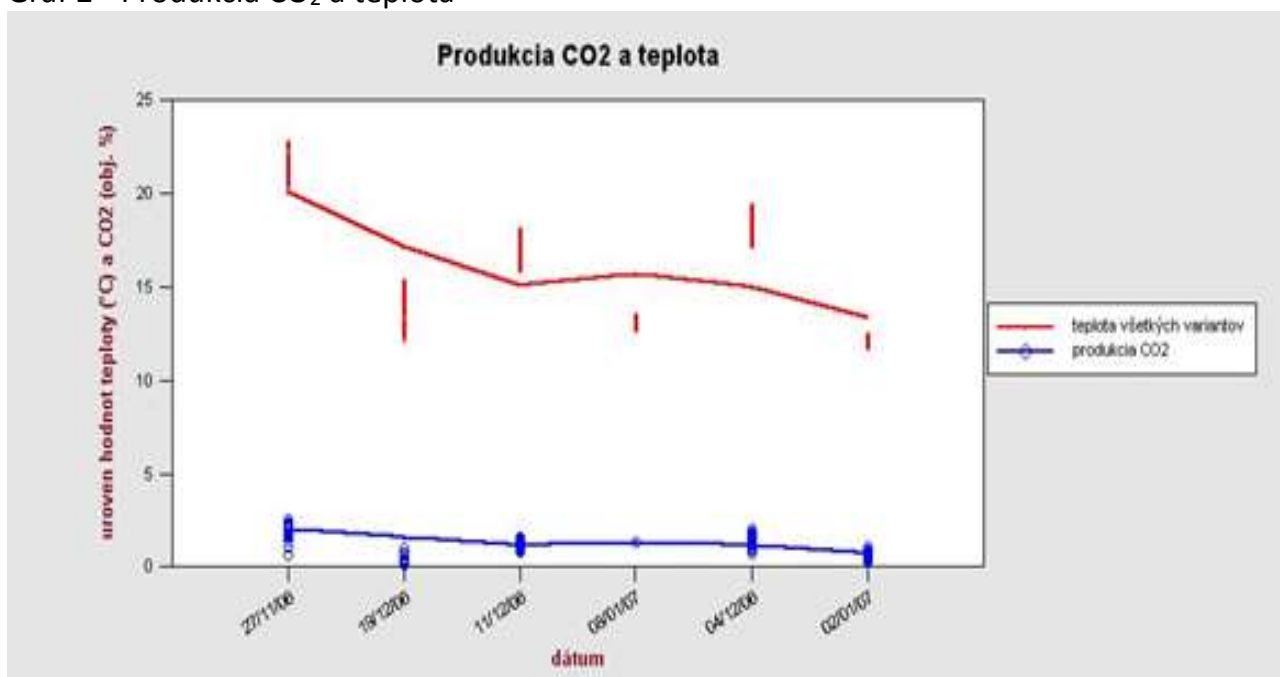
variant	hmotnosť, kg	minimum	maximum	rozsah	redukcia, %	rozdiel oproti kontrole, %
1	4,26	2,46	6,65	4,19	63,01	0,00
2	4,47	2,06	6,85	4,79	69,93	-10,98
3	4,46	2,47	6,75	4,28	63,41	-0,63
4	4,41	2,43	6,75	4,32	64,00	-1,57

Tabuľka 5 Priemerný objem variantov a redukcia objemu variantov

variant	objem, l	minimum	maximum	rozsah	redukcia, %
1	24,95	10,15	48,73	38,58	79,17
2	23,85	9,16	45,77	36,60	79,98
3	25,17	9,16	46,76	37,59	80,40
4	25,14	9,16	46,76	37,59	80,40

Priebeh produkcie CO₂ a teplotu v procese kompostovania dokumentuje graf 2. V prvom meranom termíne sa prejavil vplyv prípravku na zvýšenej produkcii CO₂ v 3 a 4 variante.

Graf 2 Produkcia CO₂ a teplota



3.1 Vplyv biopreparátov urýchľujúcich rozklad organickej hmoty na kvalitu produktu kompostovania

V hodnotení podľa STN 46 5735 mal v porovnaní s kontrolným variantom najvyšší vplyv na kvalitu produktu biopreparát použitý v 2. variante (v 5 zo 7 parametrov), naopak najnižší vplyv mal biopreparát použitý v 3. variante (v 5 zo 7 parametrov) (Tab. 6). Celkovo sa však hodnoty všetkých znakov kvality v kontrolnom variante aj vo variantoch ošetrených biopreparátmi pohybovali v požadovanom rozsahu.

Tabuľka 6 Hodnotenie kvality produktu kompostovania podľa STN 46 5735

variant	vlhkosť, %	spáliteľné látky	N, %	C:N	pH	nerozložiteľné prímesi	homogenita celku
1	33,2	48,0	2,98	8	7,5	1,0	4
2	28,8	46,8	2,76	9	7,6	1,0	-11
3	34,1	47,4	2,89	8	7,5	1,0	6
4	33,2	46,7	2,81	8	7,5	1,0	1

Vlhkosť všetkých variantov nedosiahla spodnú hranicu (min. 40 %) požadovanú v STN 46 5735. Priemerná vlhkosť všetkých variantov bola 32 %. Najvyššia vlhkosť sa zachovala v 3. variante, najnižšia v 2. variante. V porovnaní s kontrolou mal v priemere najvýraznejší vplyv na obsah vlhkosti biopreparát použitý v 2. variante a najnižší biopreparát v 4. variante. V priemere sa vplyv preparátov prejavil v rozsahu -2,8 až 13,2 %, oproti kontrole. Obsah celkového N spĺňala požiadavku STN 46 5735 (min. 0,60 %) vo všetkých variantoch. Priemerný obsah celkového N bol vo všetkých variantoch 2,86 %. Vplyv preparátov sa v porovnaní s kontrolou prejavil v rozsahu 3,11 až 7,39 %. Najvyšší obsah celkového N bol v 1. variante (kontrola), v 3. variante nižší o 3,11 % oproti kontrole a najnižší v 2. variante (o 7,39 % menej oproti kontrole).

Vo všetkých variantoch celkový obsah spáliteľných látok vyhovoval požiadavke (min. 25,0 %) STN 46 5735. Priemerný obsah spáliteľných látok vo všetkých variantoch bol 47,2 %. Najvyšší obsah bol v kontrole a najnižší v 4. variante. V porovnaní s kontrolou mal na parameter najvyšší vplyv preparát v 4. variante (o 2,7 % z obsahu v kontrolnom variante menej), najnižší vplyv mal preparát v 3. variante. Vplyv preparátov sa v porovnaní s kontrolou prejavil v rozsahu 1,2 - 2,7 %. Požiadavke STN 46 5735 na max. hodnotu 30 vyhovuje pomer C:N vo všetkých variantoch (C:N v rozsahu 8-9). Pomer C:N bol v priemere vo všetkých variantoch 8,3. Najvyšší pomer bol v kontrolnom variante, najnižší v 2. variante. V porovnaní s kontrolou mal na parameter najvyšší vplyv preparát 2. variantu a najnižší 3. variantu. Pomer C:N bol vplyvom preparátov širší o 2,1 až 5,5 %. Požiadavke STN 46 5735 na hodnotu pH od 6,0 do 8,5 vyhovujú výsledky hodnotenia všetkých variantov s priemernou hodnotou 7,5-7,6. V priemere bola za všetky varianty hodnota pH substrátu 7,5. Najnižšia hodnota pH bola v 3. variante, najvyššia v 2. variante. Parameter bol najviac ovplyvnený preparátom v 2. variante, najmenej preparátom v 3. variante. Biopreparáty ovplyvnili hodnotu pH v rozsahu 0,1 až -1,9 %.

Obsah nerozložiteľných prímesí spĺňal požiadavku STN 46 5735 na max. obsah v hodnote 2,0 %, v priemere za každý variant s obsahom do 1 %. V hodnotení homogenity celku podľa STN 46 5735 sa všetky hodnoty vo variantoch pohybovali v požadovanom rozsahu ± 30 relatívnych %. Posudzoval sa rozdiel hodnoty jednotlivých vzoriek oproti priemeru ostatných vzoriek v znakoch akosti - vlhkosť, spáliteľné látky a hodnota pH. V priemere za všetky varianty bol rozdiel 0,1 %. Najvyšší rozdiel bol v 2. variante (-11). Vplyv biopreparátu sa v porovnaní s kontrolou najviac prejavil v 2. variante, najmenej v 3. variante.

Zhrnutie:

- podľa sumy priemerov teplôt mali varianty s preparátmi nepatrný vplyv na vývoj teploty;

- v hodnotení podľa STN 46 5735 mal v porovnaní s kontrolným variantom najvyšší vplyv na kvalitu produktu biopreparát použitý v 2. variante, najnižší vplyv mal biopreparát použitý v 3. variante;
- v porovnaní s kontrolným variantom bola redukcia objemu vo variantoch 2 a 3 (ošetrených biopreparátmi) nižšia o 3,0-4,1 %;
- vplyv biopreparátov mal v podmienkach (vzhľadom na prax) s pomerne malým množstvom sledovaného substrátu nízky vplyv na urýchlenie procesu degradácie.

4. ZHODNOTENIE PREBYTOČNEJ BIOMASY FORMOU KOMPOSTOVANIA – KVANTITATÍVNE HODNOTENIE

Na pokusnom stanovišti NPPC-VÚRV-ÚTPHP sme založili pokus, ktorého cieľom bolo sledovanie vplyvu podielu uhlíkatej zložky vstupných substrátov na výsledný pomer C:N kompostu.

Pokus pozostával z 2 variantov:

1. variant: 8 % hmotnostný podiel C zložky
2. variant: 15 % hmotnostný podiel C zložky

Na začiatku pokusu sa jednotlivé vzorky substrátov biomasy a zeminy, ktoré boli použité na spracovanie kompostovaním, analyzovali v chemickom laboratóriu a určil sa pomer C:N a obsah P_2O_5 v sušine. Biomasa trávneho porastu sa zberala v období prvej kosby. Po zmulčovaní porastu malou horskou technikou VITHAR bola trávna hmota zhrabaná do riadku hrabačkou MT 08 a zberaná zberacími vozmi. Na mieste založenia kompostoviska bola fytomasa TP rovnomerne rozložená do 2 úzkych pásov (pre 2 varianty) ktoré tvorili prvú vrstvu substrátu (obr.2), ďalej sa pridala dendromasa vo forme štiepky, pilín a suchých listov, hrabanka a zvyšná fytomasa (obr.3).

Obr. 2 Zmulčovaná hmota pripravená v pásoch tvorí prvú vrstvu



Následne po takto navrhšenom páse biomasy prešiel pri najnižšej pojazdovej rýchlosti horský traktor VITHAR s mulčovacím prípojným zariadením (obr.4). Hmota bola premiešaná, prevlhčená a uložená do kompostovacích hroblí. Každý variant bol založený s počiatočným objemom 3 m³. Povrch substrátu bol zakrytý geotextíliou z dôvodu ochrany pred vymývaním počas dažďov a ako ochrana pred prílišným vysychaním počas slnečných dní i odnosu jemných frakcií za veterného počasia (obr.5). V priebehu kompostovania bol substrát premiešavaný. Zrelosť kompostu bola stanovená podľa teploty (znakom stability je teplota blízka teplote okolia alebo teplota nižšia ako 45 °C).

Obr. 3 Pridanie dendromasy vo forme štiepky, pilín, suchých listov a hrabanky



Obr. 4 Prejazd horského traktora VITHAR s mulčovacím prípojným zariadením pri najnižšej pojazdovej rýchlosti



Obr. 5 Kompostovacie hroble boli zakryté geotextíliou z dôvodu ochrany pred vymývaním počas dažďov



Kvantitatívne zmeny počas procesu zrenia kompostu sú uvedené v tabuľke 7. Objem substrátu 1. variantu sa v priebehu kompostovania v prvom kompostovacom cykle znížil z pôvodných 3,0 m³ na 0,7 m³, t.j. redukcia objemu dosiahla 77 %. Objem substrátu v druhom kompostovacom cykle sa znížil z pôvodných 3,0 m³ na 0,6 m³, t.j. redukcia objemu dosiahla 80 %.

Tabuľka 7 Kvantitatívne hodnotenie vyrobených kompostov

Cyklus	Variant	Úroda sušiny, t.ha ⁻¹	Objem kompostu (pri hustote 200-300 kg.m ⁻³), m ³	Redukcia objemu, %	Hmotnosť kompostu, t.ha ⁻¹
1	1.	2,34	9,32 - 6,21	-77%	0,93
	2.		19,05 - 12,69	-53%	0,93
2	1.	4,53	15,7 - 10,4	-80%	1,81
	2.		26,69 - 17,79	-66%	1,81

Objem substrátu 2.variantu sa v priebehu kompostovania znížil z pôvodných 3,0 m³ na 1,4 m³ (53 % redukcia objemu) a v druhom cykle kompostovania sa objem znížil z 3,0 m³ na 1,0 m³, redukcia objemu bola 66 %. Redukcia celkového objemu kompostu v druhom sledovanom období bola výraznejšia o 5 až 20 % oproti prvému a pri variantoch s nižším podielom C v obidvoch cykloch pokusu.

Z ekologického hľadiska riešenie upresňuje technológiu výroby kompostu, a tak obmedzuje vplyv nekontrolovaného pohybu C a ostatných prvkov v ekosystéme v procese biodegradácie. Kompostovaním biomasy trávnych porastov možno určiť množstvo využiteľných živín. V špecifických podmienkach pokusu sa pre ekosystém TP do podoby

stabilizovaného organického hnojiva z 1 ha TP transformovalo 8,92 – 22,30 kg N; 1,11 – 3,19 kg P a 8,56 – 24,3 kg K (tab. 8).

Tabuľka 8 Obsah N, P a K získaný kompostovaním biomasy z 1 ha TP

Cyklus	Variant	N (kg)	N (%)	P (kg)	P (%)	K (kg)	K (%)
1	1.	11,5	1,24	1,66	0,18	12,4	1,33
	2.	8,92	0,96	1,11	0,12	8,56	0,92
2	1.	20,5	1,13	2,82	0,16	24,3	1,34
	2.	22,3	1,23	3,19	0,18	22,8	1,26

Obr. 6 Odkryté kompostovacie hroble, v popredí 1. variant (8 % hmotnostný podiel C zložky) v pozadí 2. variant (15 % hmotnostný podiel C zložky)



Obr. 7 Pohľad na 1. variant (8 % hmotnostný podiel C zložky) a detail štruktúry kompostu



Obr. 8 Pohľad na 2. variant (15 % hmotnostný podiel C zložky) a detail štruktúry kompostu. Na detaile vidieť výrazne vyšší podiel pilín a dendromasy

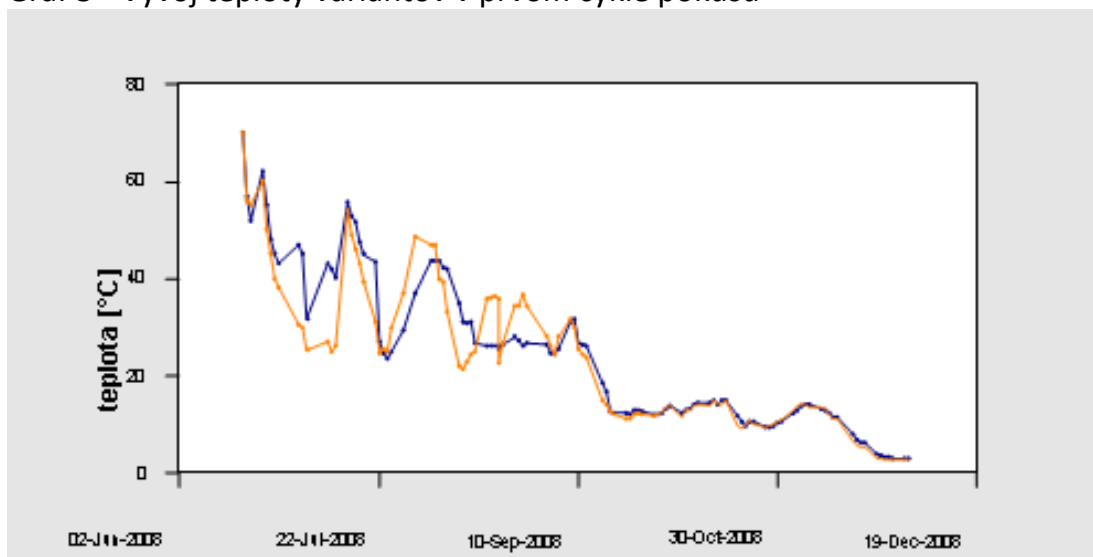


5. ZHODNOTENIE PREBYTOČNEJ BIOMASY FORMOU KOMPOSTOVANIA – KVALITATÍVNE HODNOTENIE

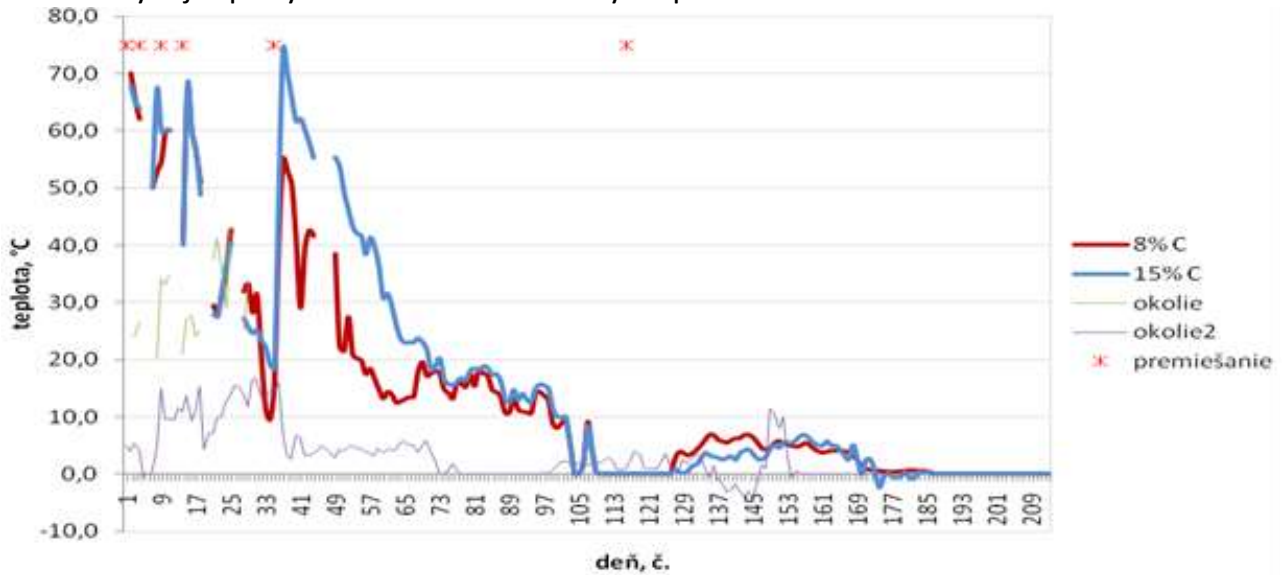
Zo založených variantov sa odobrali vzorky na chemický rozbor, odber sa zopakoval na jeseň. Vzorky boli odobrané na 4 rôznych miestach v rámci variantu, ako priemer z profilu zakládky. V prvom týždni boli varianty premiešané v intervale 2 dní, neskôr v intervaloch 1 krát týždenne, v priebehu pokusu sa interval premiešavania postupne predlžoval. Zrelosť kompostu bola určená podľa stavu substrátu s minimálnym rozdielom vlastnej teploty oproti teplote okolia.

Priemerná teplota bola v prvom cykle v 2. variante s vyšším obsahom C o 1,1 °C vyššia. Teploty sa pohybovali v rozsahu 2,9 - 72,8 °C (graf 3). Rozdiel vo vývoji produkcie tepla bol v porovnaní variantov výraznejší do 13. týždňa. V tomto období bolo kolísanie teplôt spôsobené premiešavaním a dovlhčovaním substrátu. Priemerná teplota bola v druhom cykle v 2. variante s vyšším obsahom C o 1,7 °C vyššia.

Graf 3 Vývoj teploty variantov v prvom cykle pokusu



Graf 4 Vývoj teploty variantov v druhom cykle pokusu



Teploty sa pohybovali v rozsahu 2,1 – 75 °C (graf 4). Rozdiel vo vývoji produkcie tepla bol v porovnaní variantov výraznejší do 11. týždňa. Efekt pridávanej dendromasy ako donora uhlíkatej zložky sa prejavil na začiatku kompostovacieho procesu (vyššia produkcia tepla vo variante s 15 % C).

Hodnotenie zrelosti kompostu bolo vykonané podľa STN 46 5735 (tabuľka 9). Pri založení substrátu do kompostovanej hromady v oboch pokusných cykloch bola celková vlhkosť cca 50 %, vlhkosť fytomasy 52 %, vlhkosť použitých pilín 8 – 10 %, lesnej hrabanky 15 % a drevnej štiepky 20 – 25 %. V priebehu kompostovania sa substrát dovľhčoval v intervale 1, 2, 3 a 4 týždňov v množstvách 50 l, 60 l, 30 l a 80 l vody. Parametre kvalitatívneho hodnotenia vyrobených kompostov uvádzame v tabuľke 10. Vlhkosť vyrobeného kompostu oboch variantov bola v normou požadovanom rozsahu 40 - 65 % v oboch pokusných cykloch. Vlhkosť prvého variantu (48,9 %) bola v prvom cykle kompostovania o 0,5 % nižšia ako vo variante s vyšším obsahom C. V druhom pokusnom cykle bola vlhkosť prvého variantu o 2,97 % vyššia ako vo variante s vyšším obsahom C (44,89 %). Po ukončení kompostovania dosiahli oba varianty obsah spáliteľných látok podľa podmienky STN 46 5735 viac ako 25 %. Nižšie hodnoty tohto ukazovateľa kvality sme zaznamenali pri variante s nižším vstupným podielom C v oboch cykloch (33,5 % a 35,2 %). V priebehu zrenia kompostu sa hodnota spáliteľných látok v porovnaní s odberom na začiatku kompostovania pri prvom variante znížila o 7 % (z 732,33 g,kg⁻¹ na 606,46 g,kg⁻¹) v prvom cykle a o 12,7 % (z 758,23 g,kg⁻¹ na 661,94 g,kg⁻¹) v druhom pokusnom cykle. Zníženie obsahu spáliteľných látok v porovnaní so vstupným odberom sme zistili aj vo variante s vyšším podielom C, a to o 2 % (z 705,30 g,kg⁻¹ na 674,56 g,kg⁻¹) v prvom cykle kompostovania a o 13,77 % (z 796,00 g,kg⁻¹ na 686,00 g,kg⁻¹) v druhom cykle pokusu. V priebehu kompostovania sa obsah celkového N v oboch variantoch zvýšil, výraznejšie však vo variantoch s vyšším podielom C v oboch cykloch kompostovania. Obsah celkového dusíka v 1. variante dosiahol na konci kompostovania 2,12 % zo sušiny v 1. cykle pokusu a 2,30 % v druhom. V druhom variante bol obsah celkového dusíka v prvom cykle na úrovni 1,82 % zo sušiny a 2,36 % v druhom pokusnom cykle. Oba varianty splnili požiadavku STN na obsah celkového N, a to min. 0,60 %.

Tabuľka 9 Požiadavky STN 46 5735 na kvalitu zrelého kompostu

Znak kvality	Hodnota
Vlhkosť (%)	Od zistenej hodnoty spáliteľných látok, do jej dvojnásobku, avšak min. 40,0 a max. 65,0
Spáliteľné látky vo vysušenej vzorke (%)	min. 25,0
Celkový dusík vo vysušenej vzorke (%)	min. 0,6
Pomer C:N	max. 30
Hodnota pH	6,0 - 8,5
Nerozložiteľné prímesi (%)	max. 2,0
Homogenita celku, relat. (%)	+/- 30,0

Hodnota pomeru C:N sa počas kompostovania v prvom cykle znížila v 1. variante z 23,37 na 15,82 a v 2. variante z 37,52 na 20,33. V druhom pokusnom cykle kompostovania sme rovnako u oboch variantov zaznamenali zúženie pomeru C:N kompostovaním, a to v 1. variante na hodnotu 15,82 (pokles o 17,37 %) a kompost 2. variantu dosiahol hodnotu 15,35 (pokles o 22,25 %). Všetky vyrobené komposty mali vyhovujúci pomer C:N podľa normy (max. 30). Pre užší pomer C:N v zrelom komposte podľa požiadavky na kvalitu humusu (10:1).

Tabuľka 10 Kvalitatívne parametre vyrobených kompostov

Znak kvality	1.var/C8/ 1.cyklus	2.var/C15/ 1.cyklus	1.var/C8/ 2.cyklus	2.var/C15/ 2.cyklus
vlhkosť (%)	48,9	49,4	47,7	44,9
C (%)	33,5	37,1	35,2	36,4
N (%)	2,12	1,82	2,30	2,36
C:N	15,8	20,4	15,3	15,4
pH	8,2	7,3	6,7	6,2
nerozložiteľné prímesi (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
homogenita celku (%)	5	3,8	4	3

V obidvoch variantoch sa ku koncu kompostovania hodnota pH zvýšila, výraznejšie v 1. variante v prvom cykle (z 5,45 na 8,17) a druhom pokusnom cykle tiež v 1. variante (z 6,61 na 6,69). Hodnota pH v druhom variante bola na konci kompostovania v prvom cykle 7,26, v porovnaní s prvým odberom na začiatku procesu sa hodnota zvýšila (z 5,37), v druhom cykle naopak klesla (z 6,93 na 6,19). Hodnoty pH sa pohybovali v požadovanom rozsahu 6,0 - 8,5. Výrazne užší rozdiel v hodnotách pH v celom priebehu druhého pokusného obdobia pripisujeme kvalitnému rozdrobeniu strojnými sústavami a homogenizácii substrátu. Na konci prvého i druhého sledovacieho obdobia vzorka kompostu v 1. variante obsahovala cca 1 % nerozložiteľných prímesí. Pri variante s vyšším podielom C na konci 1. cyklu vzorka kompostu obsahovala cca 1 % nerozložiteľných prímesí, v druhom cykle menej ako 1 % nerozložiteľných prímesí. V hodnotení homogenity celku podľa STN 46 5735 sa hodnoty pohybovali v požadovanom rozsahu ± 30 relatívnych % v obidvoch pokusných cykloch. Posudzoval sa rozdiel hodnoty jednotlivých vzoriek oproti priemeru ostatných vzoriek v znakoch akosti, vlhkosť, spáliteľné látky a hodnota pH.

Zhodnotenie

Výsledky dosiahnuté v našom pokuse potvrdili, že z prebytočnej biomasy TTP sa dá vyrobiť kompost požadovanej kvality široko uplatniteľný v praxi. Pre poľnohospodárov môže byť prínosným zdrojom živín, ktorý si dokážu zabezpečiť vlastným úsilím. Napríklad pri revitalizácii kratší či dlhší čas opustených TTP sa môže vyrobiť kompost so širším rozsahom uhlíkovej zložky. Jednotlivé varianty majú mierne odlišné vlastnosti, ktoré je následne potrebné zohľadniť pri aplikácii. Pre prax odporúčame obidva varianty. Doporučujeme poznať podiel uhlíka (C) vo vstupnom substráte pred kompostovaním a neodhadovať len jeho množstvo, ale určiť ho laboratórnym rozborom.

6. PREBYTOČNÁ BIOMASA VYUŽITÁ KOMPOSTOVANÍM A JEJ EKONOMICKÉ HODNOTENIE

V texte hodnotíme dva varianty kompostu vytvoreného z prebytočnej hmoty TTP s upraveným hmotnostným podielom uhlíka na úrovni 8 % a 15 %. Po spriemerovaní vzoriek a prepočítaní na 1 tonu kompostu sme dosiahli obsahy živín, ktoré uvádzame v tabuľke 11. Dôsledným dodržiavaním technologickej disciplíny pri výrobe kompostu v intraviláne výskumného ústavu sa nám podarilo v jednom variante dosiahnuť obsah N na úrovni 22,26 kg z 1 ha fytomasy TTP (tab. 12) s podielom drevitého náletu, čo simulovalo zrást opusteného TTP náletom drevín v horizonte 10 až 15 rokov.

Tabuľka 11 Obsahy živín (kg.t⁻¹)

Živiny obsiahnuté	N	P	K	Na	Ca	Mg
1 t zmiešaného kompostu	11,7167	3,3584	12,5809	2,4005	8,207	4,7

Tabuľka 12 Obsahy a cena živín získaných kompostovaním biomasy TTP – ceny 2023

cyklus	variant	N, kg	Cena N (4,11 €)	P, kg	Cena P (6,66 €)	K, kg	Cena K (3,34 €)	NPK spolu, kg	Cena N+P+K spolu, €	Cena 1 kg N+P+K, €
1	1	11,53	47,39	1,66	11,06	12,38	41,35	25,57	99,80	3,90
	2	8,92	36,66	1,11	7,39	8,56	28,59	18,58	72,64	3,90
2	1	20,45	84,05	2,82	18,78	24,30	81,16	47,57	183,99	3,87
	2	22,26	91,49	3,19	21,25	22,84	76,28	48,29	189,02	3,91

variant 1: 8 % uhlíka (C), variant 2: 15 % uhlíka (C), cena prepočítaná na kg⁻¹ NPK

Je dôležité kontrolovať faktory vplývajúce na proces tvorby a fixácie C a N v rámci dvoch podmienok:

1. Podpora tvorby a fixácie humusových látok. Dostatočná areácia hmoty substrátu zabezpečená intenzívnym premiešavaním, hlavne v prvých dvoch týždňoch; areácia od spodných vrstiev zabezpečená ukladaním do hromád na paletách a sklolaminátovej sieťke (obr.9).
2. Obmedzenie straty prvkov polouzavretého systému hmoty a energie substrátu. Využili sme ochranu kompostovanej hmoty geotextíliou pre obmedzenie vplyvu slnečného žiarenia a vetra a zabránenie vymývaniu živín prudkými zrážkami. V prípade poklesu optimálnej vlhkosti substrátu bolo účelné kompostovanú hmotu odokryť, dovlhčiť

vodou a súčasne mechanicky premiešať. Substrát môžeme nechať dovlhčiť aj dažďom, no tento prirodzený spôsob má len čiastočný vplyv na kontrolu vlhkosti.

Obr. 9 Detailný pohľad na uloženie kompostu. Areácia od spodných vrstiev je zabezpečená ukladaním do hromád na paletách a sklolaminátovej sieťke



Finančné vyjadrenie obsahu živín môžeme stanoviť cez porovnanie ceny živín v komerčne dostupnom hnojive NPK v priemernej cenovej hladine (tab. 12) v roku 2023. Cena čistých živín v 1 t kompostu podľa variantu a cyklov sa pohybovala v rozmedzí od 72,64 do 189,02 €. Vo vyjadrení ceny za 1 kg NPK nami vyrobeného kompostu sme sa pohybovali v rozmedzí 3,87 až 3,91 €/kg.

Ekonomické zhodnotenie celého cyklu výroby, nasadenia strojných sústav a pracovných postupov v rôznych dotačných hladinách dokumentuje tabuľka č. 13. Ak uvážime, že 1 tona kompostu vyrobená z plôch TTP mimo znevýhodnenia sa dá vyrobiť s nákladmi -121,7 € a pri plnej dotácii v oblastiach TTP HO + Natura 2000 sa dosiahne ekonomický výsledok -6,7 € (tab. 13), čo môže byť pre poľnohospodárov lákavý údaj. Navyše pri započítaní ceny čistých živín obsiahnutých v komposte je výsledná suma ešte priaznivejšia. V prvej oblasti + 72,64 € a druhej + 189,02 €, prípadne za NATURU 2000 + 21 €.

Tabuľka 13 Náklady na pestovanie, zber a naskladňovanie trávnej hmoty pre výrobu kompostu

	TTP mimo znevýhodnenia	TTP HO + Natura 2000
Modelové náklady na kompost (€,t ⁻¹)	-121,7	-6,7

TTP HO + Natura 2000: Trvalé trávne porasty v horských oblastiach plus Natura 2000

Primárny cieľ úlohy, ktorým sa akcentovali riešenia vychádzajúce zo snahy o zlepšenie stavu v poľnohospodárskej výrobe, predovšetkým v oblasti racionálneho využívania pôdneho fondu, nákladovosti produkcie, zachovania produkčného potenciálu poľnohospodárskej pôdy a využívania ekologicky citlivých území tak, aby nebola narušená ich stabilita bol splnený.

Kompostovaním využitá prebytočná biomasa môže byť zaujímavým spôsobom použitá pre revitalizáciu opustených trávnych porastov. V stave v akom sa nachádzajú môžeme vidieť aj príležitosť a výhody. Ako dokumentujeme, táto činnosť nemusí byť ekonomicky nezaujímavá. Do podoby stabilizovaného organického hnojiva z 1 ha TTP sa transformovalo 8,92 – 22,30 kg N; 1,11 – 3,19 kg P a 8,56 – 24,3 kg K. Cena vyrobených živín je v rozmedzí (3,87 - 3,91 Eur za 1 kg N+P+K). Modelové náklady v oblastiach TTP HO + Natura 2000 dosahujú -6,7 € plus cena získaných živín do 189,02 € čím môžeme dosiahnuť ziskovú hladinu 182,32 €, pri spracovaní biomasy z 1 ha takejto plochy TTP do podoby 1 tony stabilizovaného kompostu.

7. APLIKÁCIA KOMPOSTU NA TRÁVNÝ PORAST

V poľnom experimente sme overovali vplyv rôznych úrovní hnojenia kompostom na botanické zloženie, produkciu a kvalitu fytomasy trvalého trávneho porastu na výskumnej báze NPPC-VÚRV-ÚTPHP Suchý vrch, v nadmorskej výške 480 m, na mierne sklonitom svahu so SV expozíciou. Oblasť patrí do regiónu Kremnických vrchov. Priemerné ročné zrážky 853 mm, za vegetačné obdobie 441 mm. Priemerné ročné teploty 7,7 °C, za vegetáciu 13,6 °C. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá pôda. Laboratórne rozborý pôdy sa uskutočnili podľa Vyhlášky MP SR č. 338/2005, čiastka 142 Z.z. zo 6. júla 2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdnych vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd. Agrochemické vlastnosti pôdy pod trvalým trávnym porastom sú uvedené v tabuľke 15.

Tabuľka 14 Agrochemické vlastnosti pôdy pred založením experimentu

Hĺbka	pH/KCl	NH ₄ _N	NO ₃ _N	Cox	Humus	N	P	K	Ca	Mg
0-100 mm	pH	mg,kg ⁻¹		g,kg ⁻¹			mg,kg ⁻¹		g/kg	mg,kg ⁻¹
	4,29	6,14	0,95	28,30	48,79	3,50	12,30	112,84	1,74	382,74

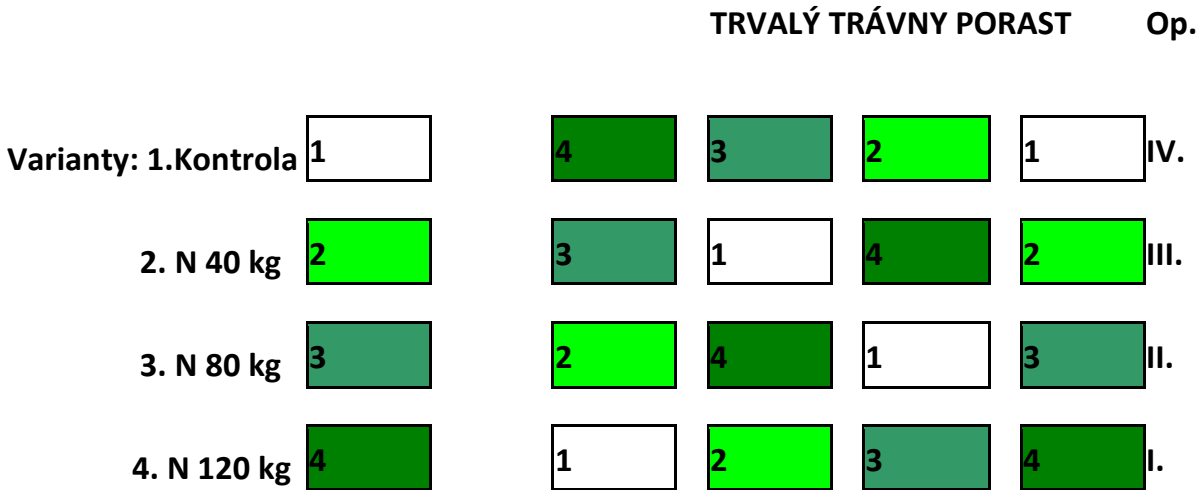
Vývoj terajšieho trvalého trávneho porastu prebiehal na stanovišti 30 – 40 rokov, v priebehu ktorých sa vyvinulo spoločenstvo s dominanciou *Trisetum flavescens*. Na základe druhového botanického zloženia možno sledovaný porast zaradiť do zväzu *Arrhenatherion*. Podľa chemického zloženia kompostu (N 11,71 g.kg⁻¹ sušiny, P 3,35 g.kg⁻¹ sušiny, K 12,58 g.kg⁻¹ sušiny, Na 2,4 g.kg⁻¹ sušiny, Ca 8,2 g.kg⁻¹ sušiny, Mg 4,7 g.kg⁻¹ sušiny) sme stanovili aplikačné dávky kompostu v závislosti od obsahu dusíka.

Na stanovenie primárnej produkcie sa porast využíval trikrát počas vegetačného obdobia: 1. kosba – začiatok metania prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 35 dní po 1. kosbe, 3. kosba – v 1. dekáde septembra (resp. kosby vo vhodných agrotechnických termínoch). Pred každou kosbou sa zisťovalo botanické zloženie trávneho porastu metódou projektívnej dominancie. Stanovila sa pokryvnosť hlavných agrobotanických skupín (trávy, bôbovité rastliny a byliny) a prázdnych miest.

Variety hnojenia:

1.variant - nehnojená kontrola, 2.variant - 40 kg N.ha⁻¹ č.ž., 3.variant - 80 kg N.ha⁻¹ č.ž., 4. variant - 120 kg N.ha⁻¹ č.ž. v komposte vyprodukovanom z fytomasy TTP.

Obr. 10 Schéma pokusu



Počet kosieb: 3

Opakovanie: I, II, III, IV.

Vo vzorkách odobranej fytomasy (cca. 500 g) sa laboratórne stanovil obsah sušiny, dusíkatých látok (Nx6,25) a vlákniny podľa pokynov uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004–100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív a podľa ďalších pokynov uvedených vo výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z č. 149/2/2003-100. Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sa podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100 vypočítala výživná hodnota fytomasy (PDI, NEL) a potencionálna produkčná účinnosť vyjadrená produkčným mliekovým potenciálom (PMP) v kg FCM mlieka (mlieko korigované na 4 % obsah tuku) bola vypočítaná pre PMP_{PDI} ($PDI/50$) a pre PMP_{NEL} ($NEL/3,13$).

7.1 Pôdna respiračná aktivita trvalého trávneho porastu po aplikácii kompostu

Z kompostu sme na začiatku pokusu odobrali vzorky na chemické analýzy v laboratóriu NPPC-VÚRV-ÚTPHP Banská Bystrica, aby sme vedeli jeho presné chemické zloženie (tab.15) a mohli aplikovať dávku dusíka stanovenú v metodike (tab. 16). Prepočet potreby hnojenia na 1 ha daným kompostom pri určených hladinách obsahu N uvádza tabuľka 17. Pred založením pokusu a aplikáciou kompostu boli odobrané pôdne vzorky (odber 1), následne boli odobrané pôdne vzorky v termíne prvej kosby (odber 2). V druhom a treťom roku pokusu sa vykonával jarný a jesenný odber pôdy. Pokus sme založili v jarnom termíne. Kompost sa na trvalý trávny porast aplikoval povrchovo vo frakcii 0 – 15 mm jednorazovo. Na pokusnej ploche TTP boli vytýčené štvorce 10 x 4 metre v 4. variantoch a 4. opakovaniach, celkove teda 16 štvorcov po 40 m² (obr. 10).

Tabuľka 15 Charakteristika aplikovaného kompostu (kg.t⁻¹)

1 t kompostu	N	P	K	Na	Ca	Mg
	11,7167	3,3584	12,5809	2,4005	8,207	4,7
Pri hnojení 40kg N/ha	40,00	11,47	42,95	8,20	28,02	16,05
Pri hnojení 80kg N/ha	80,00	22,93	85,90	16,39	56,04	32,09
Pri hnojení 120kg N/ha	120,00	34,40	128,85	24,59	84,05	48,14

Dávky kompostu pre jednotlivé štvorce boli navažované na mieste a ručne rovnomerne aplikované (tab. 16). Odber pôdnych vzoriek [hĺbka 0-100 mm] jednotlivých variantov sme vykonávali formou priemernej vzorky.

Tabuľka 16 Dávka aplikovaného kompostu na pokusnú plochu s plochou 40 m²

Variant	kg/40 m ²
1 kontrola	0
2 40 kg N/ha	13,65
3 80 kg N/ha	27,31
4 120 kg N/ha	40,91

Zo vzoriek pôd sme selektovali pôdnu fytomasu a skelet. Na analytický rozbor bola pripravená frakcia jemnozeme (preosiatím cez sito s veľkosťou zŕn 2 mm), na mikrobiologický rozbor udržiavaná pri teplote + 4° C, na agrochemický rozbor vysušená pri teplote miestnosti laboratória (tab. 18).

Tabuľka 17 Prepočet potreby hnojenia kompostom

Pri hnojení 40kg N.ha ⁻¹ potreba komp. v tonách	Pri hnojení 80kg N.ha ⁻¹ potreba komp. v tonách	Pri hnojení 120kg N.ha ⁻¹ potreba komp. v tonách
3,4139	6,8279	10,2418

Z jednotlivých variantov, odberov a rokov sme aritmetickým priemerom hodnôt mikrobiologických analýz zistili hodnotu základných štatistických parametrov na úrovni variantu, odberu a stanovišťa.

Priemerná hodnota pôdnej vlhkosti za varianty a za odbery bola 215,74 g.kg⁻¹, Graf 5. Zápis základného agrochemického rozboru (tab. 18) dokumentuje v ukazovateli humus pokles obsahu po aplikácii kompostu so zvyšujúcou sa dávkou z 50,25 g/kg na 42,08 g/kg vo variante 4. Následne v tomto variante obsah humusu stúpol a dosiahol najvyššiu hodnotu 63,86 g/kg v jesennom odbere druhého roku pokusu. Tretí variant reagoval tiež poklesom obsahu humusu ale dosiahol spätne najvyššiu hodnotu obsahu už v jarnom odbere druhého roku. Najnižšia aplikovaná dávka, variant 2, veľmi mierne zvýšila obsah humusu a jej množstvo stúpalo až ku koncu sledovaného obdobia. Podobný trend sme zaznamenali aj pri ukazovateli Cox.

Pôsobenie aplikácie kompostu na zmenu hydrologických pomerov v pôdnej vrstve 0-100 mm sme zistili vyhodnotením obsahu momentálnej pôdnej vlhkosti gravimetrickou metódou v jednotlivých variantoch oproti nehnojenému variantu.

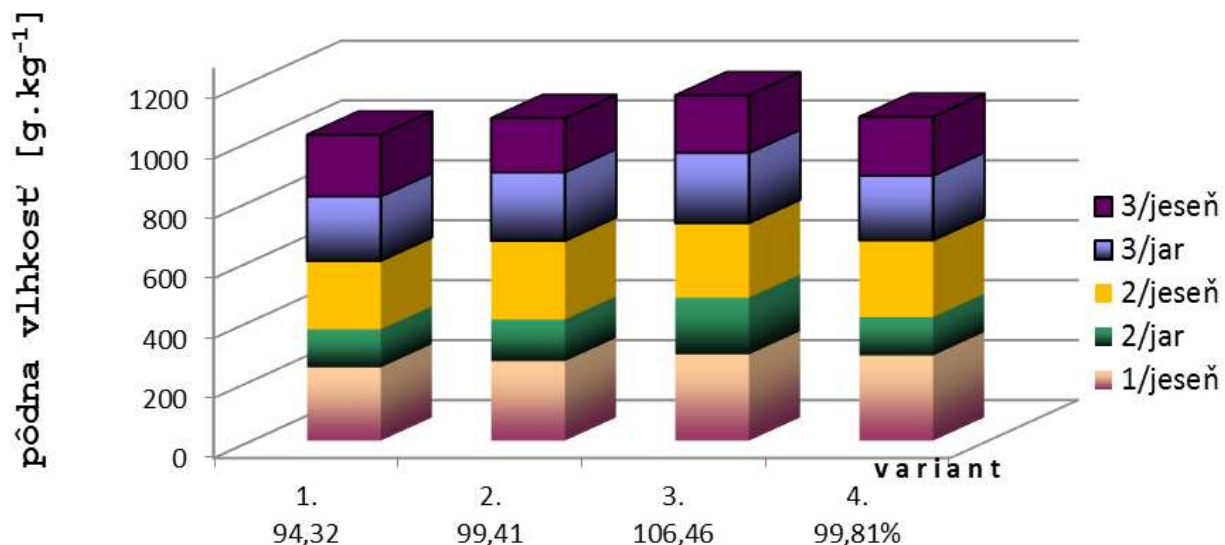
Tabuľka 18 Rozbor pôdnych vzoriek

Rok / odber	Variant	pH	NH ₄ _N	NO ₃ _N	Cox	Humus	N	P	K	Ca	H/FK	Mg
			mg/kg		g/kg		g/kg	mg/kg		g/kg		mg/kg
1/1	1	4,35	6,00	1,25	26,99	46,52	3,54	5,93	123,08	1,38	0,43	290,73
	2	4,05	7,09	0,78	27,91	48,12	3,66	28,77	110,81	1,54	0,44	263,05
	3	4,22	6,29	0,69	29,15	50,25	3,49	7,03	110,81	1,97	0,41	383,01
	4	4,55	5,17	1,06	29,15	50,25	3,29	7,46	106,67	2,08	0,40	594,16
1/2	1	4,01	7,16	0,31	25,34	43,68	2,87	4,40	89,81	1,22	0,43	260,15
	2	4,08	8,31	1,37	29,05	50,08	3,62	5,52	114,92	1,43	0,63	359,70
	3	4,25	6,80	1,47	25,96	44,75	2,98	3,57	106,67	1,52	0,40	430,07
	4	4,64	4,27	1,47	24,41	42,08	3,02	5,51	102,50	1,80	0,40	587,39
2/jar	1	4,13	0,32	6,35	21,57	37,19	2,34	2,03	97,47	0,93	0,49	141,31
	2	4,32	0,30	7,03	27,69	47,74	3,12	6,55	101,81	1,07	0,47	276,31
	3	4,50	0,16	6,58	35,95	61,99	3,03	3,59	110,34	1,27	0,41	338,62
	4	4,46	0,27	8,49	28,61	49,33	2,58	2,11	110,34	1,55	0,43	539,86
2/jeseň	1	4,27	2,43	18,47	27,97	48,22	2,88	1,90	110,36	1,26	0,45	172,43
	2	4,54	2,29	17,71	28,19	48,60	3,30	10,69	117,77	1,27	0,39	299,68
	3	4,35	2,14	8,87	34,24	59,02	3,65	2,68	132,06	1,40	0,40	289,28
	4	4,57	2,29	19,13	37,04	63,86	3,48	2,41	155,69	1,40	0,38	455,88
3/jar	1	4,13	2,01	14,80	26,50	45,68	3,05	4,56	98,47	1,07	0,46	273,10
	2	4,47	3,01	14,16	25,06	43,20	3,04	5,87	98,47	1,24	0,47	371,27
	3	4,57	2,89	22,05	29,38	50,64	2,68	5,81	114,73	1,32	0,40	586,39
	4	4,40	1,77	17,30	29,38	50,64	3,04	7,21	114,73	1,34	0,38	431,64
3/jeseň	1	4,28	0,19	6,07	30,59	52,74	3,08	2,82	100,65	1,89	0,43	339,43
	2	4,36	1,07	5,51	35,05	60,42	3,27	4,45	109,91	2,27	0,45	410,67
	3	4,49	0,42	8,06	39,50	68,10	3,54	7,96	127,85	2,27	0,45	490,98
	4	4,57	0,62	10,63	37,42	64,52	3,71	3,95	127,85	2,46	0,39	680,91
Odber		-	++	++	++	++	+	-	+	++	-	+
Variant		++	+	-	+	+	-	-	-	++	+	++

V pôdnej vzorke variantu bez aplikácie organickej hmoty sme namerali za sledované obdobie podpriemerné hodnoty 204,38 g.kg⁻¹ (t.j. 94,34 %) pôdnej vlhkosti za stanovište. V úzkom rozpätí hodnôt sa pohybovali variant 2 (94,32 %) a variant 4 (99,81 % priemernej hodnoty za odbery). Najvyššiu schopnosť v absorbovaní a udržiavaní vlhkosti v pôdnej štruktúre s vyhodnotením za odbery sme zaznamenali na variante 3 (priemerná hodnota variantu za odbery 230,69 g.kg⁻¹, čo tvorilo dominantných 108,04 % priemernej hodnoty vlhkosti v priebehu sledovaného obdobia. V pozorovaných variantoch medzi hodnotami kvantity pôdnej vlhkosti sme zistili kladný korelačný vzťah s obsahom mikrobiálnej biomasy ($r=0,3900^{++}$, $n=60$), s poinkubačným obsahom dusíka v nitrátovej forme ($r=0,7744^{++}$, $n=60$), s nitrifikačnou schopnosťou ($r=0,6452^{++}$, $n=60$) a s celkovou mineralizačnou schopnosťou ($r=0,6292^{++}$, $n=60$).

Celkové množstvo obsahu anorganického dusíka v pôde veľmi presne dodržiavalo stúpajúcu tendenciu obsahu aplikovaného dusíkatého hnojiva v pozorovaní po prvom, druhom i v treťom roku aplikácie kompostu. Obsah amónnej formy dusíka sme za sledované obdobie zaznamenávali v nízkych hodnotách (od 0,99 - 1,34 mg N.kg⁻¹). Celkový obsah dusíka s priemernou hodnotou (od 13,27 - 17,74 mg N.kg⁻¹) sme stanovili najmä v nitrátovej forme (od 12,05 - 16,75 mg N.kg⁻¹), pre variant 1 = 90,80 %, pre variant 2 = 90,37 %, pre variant 3 = 92,08 % a pre variant 4 = 94,42 %. (tab. 19).

Graf 5 Grafické znázornenie priemerných hodnôt absolútnej pôdnej vlhkosti gravimetrickou metódou [g.kg⁻¹]



Tabuľka 19 Hodnoty absolútnej pôdnej vlhkosti [g.kg⁻¹] a hodnoty obsahu N [mg N.kg⁻¹suš.]

Rok /odber	Variant	Vlhkosť	Obsah dusíka		Celkový N
			NH ₄ -N	NO ₃ -N	
1/jeseň	1	244,83	1,15	14,55	15,70
	2	265,44	0,04	18,55	18,59
	3	287,11	0,00	19,63	19,63
	4	284,36	0,00	28,20	28,20
2/jar	1	126,92	0,32	6,35	6,67
	2	122,66	0,30	7,03	7,33
	3	187,80	0,16	6,58	6,74
	4	128,48	0,27	8,49	8,76
2/jeseň	1	229,10	2,43	18,47	20,90
	2	262,57	2,29	17,71	20,00
	3	249,15	2,14	8,87	11,01
	4	256,36	2,29	19,13	21,42
3/jar	1	214,66	2,01	14,80	16,81
	2	228,79	3,01	14,16	17,17
	3	233,83	2,89	22,05	24,94
	4	215,64	1,77	17,30	19,07
3/jeseň	1	206,58	0,19	6,07	6,26
	2	181,09	1,07	5,51	6,58
	3	192,83	0,42	8,06	8,48
	4	196,54	0,62	10,63	11,25
priemer	1	204,42	1,22	12,05	13,27
	2	212,11	1,34	12,59	13,93
	3	230,14	1,12	13,04	14,16
	4	216,28	0,99	16,75	17,74

Aj pri vyhodnotení množstva uhlíka mikrobiálnej biomasy (C_MB) fumigačnou metódou sme zistili (tab. 20), že variant 3 a variant 4 má nadpriemernú hodnotu C_MB (104,53 % a 103,48 %) v rámci stanovišťa, najnižší obsah C_MB (76,60 %) sme zistili na kontrolnom variante 1, kde sme zaznamenali aj minimálne hodnoty mikrobiálneho uhlíka za variant (409,80 mg.kg⁻¹suš.). Pedologické pomery v tomto variante sa prejavujú s najnižšou zásobou pôdnej organickej hmoty. Znížené hodnoty uhlíka mikrobiálnej biomasy sú ukazovateľom nižšieho zásobovania biotopu základnými živinami. Výsledky sme vyhodnotili z aritmetických priemerných hodnôt produkcie CO₂ stanovenej metódou plynovej chromatografie. Na základe týchto meraní sme zistili kladnú koreláciu medzi obsahom mikrobiálnej biomasy a nitrifikačnou schopnosťou pôdnych mikroorganizmov ($r = 0,4607^{++}$, $n = 60$), ako aj s obsahom celkovo mineralizovaného dusíka ($r = 0,3949^{++}$, $n = 0,60$).

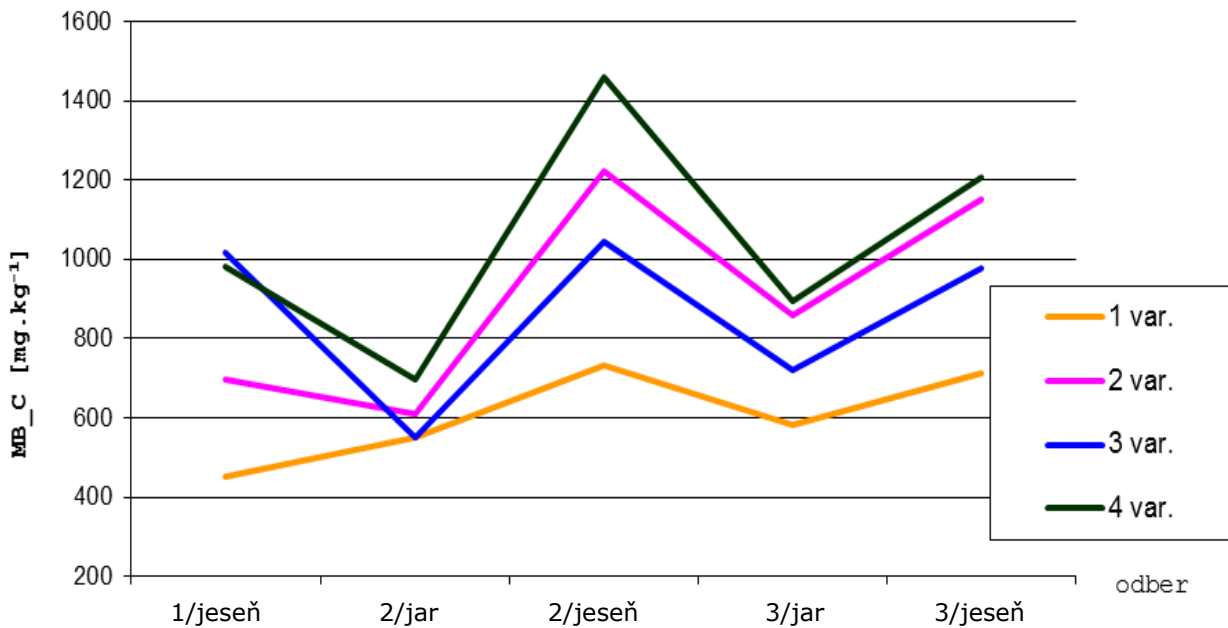
Tabuľka 20 Hodnoty sumy produkcie CO₂ jednotlivých fumigačných fáz a obsahu uhlíka celkovej mikrobiálnej biomasy (C_MB) - mikrobiologický test (14 dňová izotermická inkubácia vzoriek pri teplote 25°C)

Rok /odber	Variant	Obsah MB_C [mg.kg ⁻¹ suš.]		
		x	MIN	MAX
1/jeseň	1	451,75	409,8	488,76
	2	695,09	580,09	768,68
	3	1018,15	1011,54	1030,77
	4	980,29	959,88	1003,22
2/jar	1	549,75	513,99	569,19
	2	609,23	590,93	640,31
	3	550,53	537,04	560,66
	4	696,57	678,03	721,43
2/jeseň	1	693,15	693,15	693,15
	2	678,38	678,38	678,38
	3	718,45	718,45	718,45
	4	540,67	540,67	540,67
3/jar	1	508,07	508,07	508,07
	2	559,35	559,35	559,35
	3	716,92	716,92	716,92
	4	684,00	684,00	684,00
3/jeseň	1	736,37	736,37	736,37
	2	368,91	368,91	368,91
	3	362,86	362,86	362,86
	4	372,65	372,65	372,65
priemer	1	730,38	730,38	730,38
	2	695,13	695,13	695,13
	3	762,83	762,83	762,83
	4	1223,67	1223,67	1223,67

Stupeň aktivity mikrobiálnej biomasy (MB) v komunikácii s okolitým prostredím bol vyhodnotený na základe metabolickej činnosti MB (príjem a premena látok) na princípe nepriameho merania tvorby produkcie CO₂ v [mg.kg⁻¹suš.24h⁻¹] respirometrickým testom (s predchádzajúcou stabilizáciou pôdnej vzorky pri teplote 25,0°C) analyzovaný

chromatograficky. Metódou obohatených techník boli hodnotené indexy G:B a NG:B (Novák) z bazálnej respirácie pôdy CO_2 (B) a z respirácie vyvolanej odpovede pridaním roztoku glukózy (G); dusíka a glukózy (NG) po 20-tich hodinách inkubácie [$\text{mg.kg}^{-1}\text{suš.20h}^{-1}$]. Vyššie množstvo ľahkorozložiteľných látok sme zaznamenali vo variante 2 a 3. Miera využitia potencionalnej schopnosti mikroflóry mineralizovať organické látky (Graf 6) v porovnaní s reálnou mineralizáciou poukazuje na najväčšiu ekologickú stabilitu pôd vo variante 4 (tab. 21).

Graf 6 Priemerné hodnoty obsahu mikrobiálnej biomasy



V sledovaných vzorkách sme metódou aeróbnej inkubácie zistili mineralizačné procesy a obsahy dusíka v minerálnych formách (tab. 22). Po inkubačnej dobe sme stanovili obsah dusíka v amónnej a nitrátovej forme. Hodnoty priemernej celkovej mineralizácie dusíka tvorila predovšetkým nitrátová forma dusíka (96,16 % $\text{NO}_3\text{-N}$). Obsah dusíka v nitrátovej forme dosahoval za stanovište značnejšie rozpätie od 7,72-35,19 mg N.kg^{-1} sušiny, pričom minimálna hodnota bola nameraná na variante 1 a maximálna na variante 4 (40,12 a 74,59 mg N.kg^{-1} sušiny).

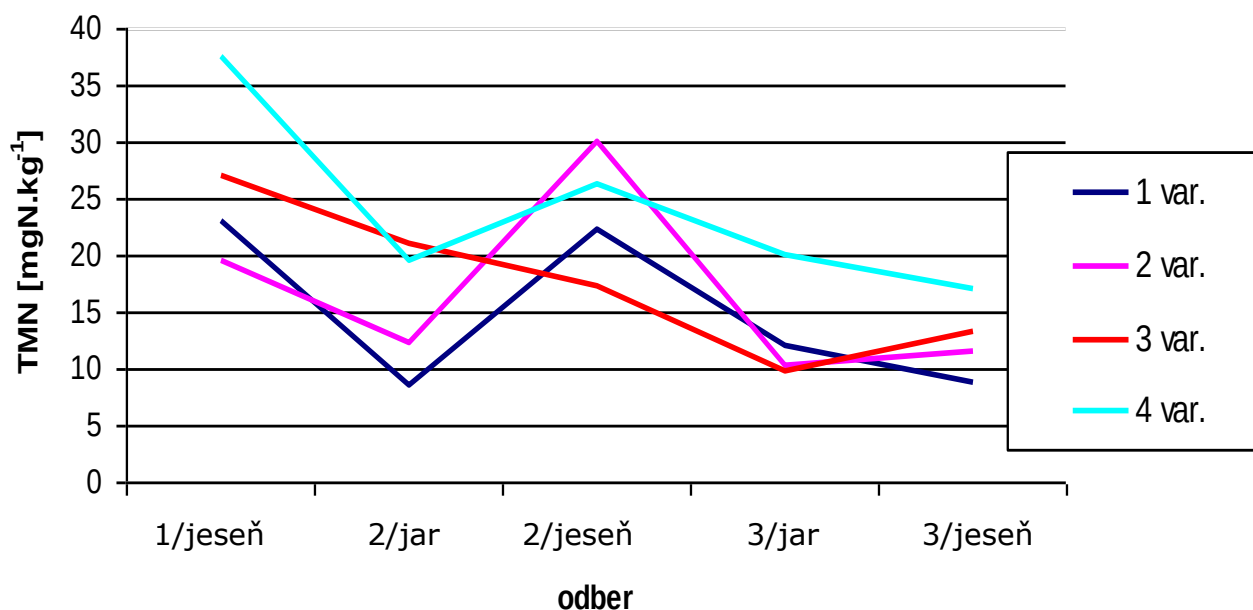
Potencionalnou nitrifikáciou (Graf 7) za jednotlivé varianty sme zistili, že variant 4 má nitrifikačnú schopnosť hodnotenú v rámci stanovišta ako nadpriemernú (134,71 %), priemernú (99,92 %) dosahuje variant 3 a podpriemerné hodnoty (87,39 a 78,00 %) sme stanovili na variante 1 a variante 2. Táto postupnosť hodnotenia variantov bola pozorovaná aj pre hodnotenie celkovej mineralizácie dusíka, veľmi úzkou závislosťou sme potvrdili korelačný vzťah ($r=0,9896^{++}$, $n=20$) medzi hodnotami celkovej mineralizácie dusíka a jeho nitrifikačnou schopnosťou. Obsah MB_C koreluje s hodnotou celkovej potencionalnej mineralizácie TMN ($r=0,5460^{++}$, $n=20$), s hodnotou potencionalnej nitrifikácie ($r=0,6166^{++}$, $n=20$), s hodnotou absolútnej pôdnej vlhkosti ($r=0,54903^{++}$, $n=60$), s hodnotou reakcie pôdy na kyslosť ($r=0,5737^{++}$, $n=20$). Obsah MB_C má zápornú koreláciu s pomerom HK/FK ($r=-0,5779^{++}$, $n=20$).

Tabuľka 21 Respirometrický test prirodzene vlhkej pôdy so stabilizačnou predinkubačnou dobou 5 dní v izotermii (25°C)

Rok /odber	Variant	Prod.CO ₂ po 20 hod [mg.kg ⁻¹ suš.20h ⁻¹]			pomer	
		x	MIN	MAX	G/B	NG/B
2/jar	1	55,06	486,57	482,73	8,84	8,77
	2	77,53	367,31	475,47	4,74	6,13
	3	109,82	602,90	613,88	5,49	5,59
	4	78,66	522,70	580,03	6,65	7,37
2/jeseň	1	93,00	921,69	729,08	9,95	7,87
	2	135,32	1301,27	1296,39	9,62	9,59
	3	121,04	893,41	949,19	7,40	7,85
	4	120,71	1202,67	1210,39	9,98	10,05
3/jar	1	67,31	729,83	570,15	10,84	8,47
	2	84,24	750,07	793,47	8,90	9,42
	3	80,00	859,52	939,52	10,74	11,74
	4	84,24	814,51	777,95	9,67	9,23
3/jeseň	1	103,72	807,51	739,71	7,79	7,13
	2	103,41	657,32	733,41	6,36	7,09
	3	105,50	652,56	689,92	6,19	6,54
	4	91,04	1009,20	848,87	11,08	9,32
priemer	1	79,77	736,40	630,42	9,35	8,06
	2	100,13	768,99	824,68	7,40	8,06
	3	104,09	752,10	798,13	7,45	7,93
	4	93,66	887,27	854,31	9,34	9,00

Priemerné hodnoty produkcie CO₂: bazálna produkcia (B), potenciálna respirácia pôdy s glukózou (G), s glukózou a minerálnym dusíkom (NG)

Graf 7 Priemerné hodnoty celkového obsahu mineralizovaného dusíka TMN



Tabuľka 22 Priemerné hodnoty celkového mineralizácie schopného dusíka (TMN) a hodnoty intenzity nitrifikácie (NIT) laboratórnym experimentom po inkubácii pôdnych vzoriek v termostate (14 dní, pri teplote 25°C)

Rok /odber	Variant	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TMN	NIT
		[mg N.kg ⁻¹ suš.]			
1/jeseň	1	3,73	40,12	23,07	20,86
	2	2,3	42,53	19,52	17,28
	3	2,09	52,42	26,97	24,88
	4	2,25	74,59	37,44	35,19
2/jar	1	1,01	13,2	8,5	7,72
	2	3,15	15,09	12,25	9,05
	3	3,35	21,05	20,98	17,19
	4	1,51	24,46	19,42	18,02
2/jeseň	1	5,22	33,78	22,25	18,82
	2	2,78	41,01	30,04	29,42
	3	3,45	21,33	17,2	15,56
	4	2,38	39,97	26,3	26,18
3/jar	1	3,25	30,87	12,02	12,71
	2	4,97	28,49	10,13	11,19
	3	5,31	38,46	9,68	11,22
	4	2,50	41,96	19,90	20,14
3/jeseň	1	1,40	16,37	8,72	9,88
	2	1,94	18,12	11,39	12,03
	3	3,53	23,29	13,31	16,32
	4	2,14	30,13	16,90	18,27
priemer	1	2,92	26,87	14,91	14,00
	2	3,03	29,05	16,67	15,79
	3	3,55	31,31	17,63	17,03
	4	2,16	42,22	23,99	23,56

Najvyššiu schopnosť v absorbovaní a udržaní vlhkosti v pôdnej štruktúre sme zaznamenali na variante 3. Sledované pokusné plochy jednotlivých variantov sú rozložené v teréne na svahu, prakticky na vrstevnici, čo eliminuje rozpätie pôsobiacich abiotických faktorov na jednotlivé varianty (zhodná expozícia, svahovitost', zhodné klimatické prvky – vietor, teplota pôdy, teplota vzduchu, slnečné žiarenie, zrážky), na veľmi nízky rozptyl, čím sa zvyšuje rovnomernosť vonkajších vplyvov a podmienok na pozorovanie pôdnych podmienok aplikácie fytomasy z TP s využitím pre organické hnojenie.

Rovnomernosť vlhkostných podmienok pôdy sa potvrdila veľmi tesnou hodnotou štandardnej odchýlky za všetky štyri varianty (7,24 %), s rozpätím od minimálnej hodnoty variant 1 (244,83 g.kg⁻¹) do maximálnej hodnoty variant 3 (287,11 g.kg⁻¹). Minimálna hodnota kontrolného variantu dosahovala 90,53 % priemernej hodnoty vlhkosti za odberové stanovište Suchý vrch. Celkové množstvo obsahu anorganického dusíka v pôde veľmi presne dodržiavalo stúpajúcu tendenciu aplikovaného dusíkatého hnojiva. Obsah amónnej formy dusíka sme nezaznamenali vo variantoch 3 a 4. V pozorovaných variantoch sme zistili významnú pozitívnu koreláciu ($r = + 0,7545$) medzi hodnotami kvantity vlhkosti pôdy a dusičnanového dusíka.

Aj pri vyhodnotení množstva uhlíka mikrobiálnej biomasy (C_MB) fumigačnou metódou sme zistili (Tab. 20), že variant 3 a variant 4 má nadpriemernú hodnotu C_MB (124,60 % a 130,74 %) v rámci stanovišťa, najnižší obsah C_MB (57,62 %) sme zistili na kontrolnom variante, kde sme zaznamenali aj minimálne hodnoty mikrobiálneho uhlíka (380,07 mg.kg⁻¹ suš.). Pedologické pomery v tomto variante sa prejavujú najnižšou zásobou pôdnej organickej hmoty. Znížené hodnoty uhlíka mikrobiálnej biomasy sú ukazovateľom nižšieho zásobovania biotopu základnými živinami. Výsledky sme vyhodnotili z aritmetických priemerných hodnôt produkcie CO₂ stanovenej metódou plynovej chromatografie. Na základe týchto meraní sme zistili vysokú koreláciu medzi jednotlivými fumigačnými fázami (r=0,9883).

Zhrnutie

Pôdna reakcia sa mierne zvýšila vo všetkých hnojených variantoch o 0,03 resp. 0,11 pred aplikáciou v jarnom termíne a odbere v prvej kosbe. Pomer HK a FK zostal nezmenený v kontrolnom variante a variantoch s vyššími dávkami. Výraznejšiu zmenu pomeru HK a FK sme zaznamenali vo variante 40 kg N/ha z 0,44 na 0,63. Obsah humusu poklesol medzi skorým jarným a letným odberom vo všetkých variantoch okrem variantu 40 kg N/ha, kde došlo k miernemu nárastu obsahu humusu z 48,15 g/kg na 50,08 g/kg.

- Z porovnania hodnôt pôdných rozborov sa nám črtá trend nárastu pH so zvyšujúcou sa dávkou kompostu, taktiež ako aj vzrastajúcu biologickú aktivitu v pôde vyjadrenú stúpajúcou amplitúdou pohybu dusíka v amónnej NH₄-N a dusičnanej NO₃-N forme.
- Pomer HK a FK sa zmenil vo variante 40 kg N/ha z 0,44 na 0,63.
- Obsah humusu poklesol vo všetkých variantoch okrem variantu 40 kg N/ha kde došlo k miernemu nárastu obsahu humusu z 48,15 g/kg na 50,08 g/kg.

7.2 Vplyv aplikácie kompostu na produkciu a zloženie trávneho porastu

NOVÁK (2008) uvádza optimálny pomer agrobotanických skupín v trvalom trávnom poraste nasledovne: 50-70 % tráv, 15-25 % bôbových druhov a 5-25 % ostatných lúčnych alebo pasienkových bylín.

Pri zbere pokusných parciel sme z každého variantu odobrali priemernú vzorku zelenej fytomasy (cca. 500 g) na laboratórne rozbor. Vo vzorkách fytomasy sme laboratórne stanovili obsah sušiny, dusíkatých látok (Nx6,25), tuku, popola a vlákniny podľa pokynov uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004–100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív a podľa ďalších pokynov uvedených vo výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z č. 149/2/2003-100. Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sme podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100 vypočítali výživnú hodnotu fytomasy vyjadrenú ukazovateľmi PDIN, PDIE, NEL, NEV a ME.

Poloprírodný trávny porast, ktorý sa vyvinul zatrávnením ornej pôdy. Na základe druhového zloženia sme zaradili do asociácie *Arrhenatherum elatioris trisetetosum pratensis* Horvatic 1930 zväzu *Arrhenatherion*. V poraste dominovali trávy, ktorých priemerné zastúpenie dosahovalo 40 %. Bôbovité mali priemerné zastúpenie 30 % a byliny

sa na zložení porastu podieľali 30 percentami. Pre trávny porast bola charakteristická druhová bohatosť, zaznamenaných bolo 37 druhov. Na stavbe spoločenstva sa podieľali najmä *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata*, *Avenula pubescens*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* a *Achillea millefolium*.

Pokusný trvalý trávny porast sa každoročne využíval kosbou trikrát počas vegetačného obdobia v obvyklých agrotechnických termínoch. Dočasnú stabilitu produkcie sušiny sme vypočítali pomocou postupu LEHMAN a TILMAN (2000), $S=\sigma/\mu$, kde σ predstavuje smerodajnú odchýlku a μ priemer. Čím je výsledná hodnota vyššia, tým je meraný ukazovateľ stabilnejší.

V prvom roku pokusu dominovali v sledovanom poraste trávne druhy (38 - 48 %), bôbovité sa na poraste podieľali v priemere 29-timi % a zastúpenie bylín predstavovalo 20 - 35 % (graf 5). V druhom pokusnom roku sme zaznamenali zvýšený percentuálny podiel tráv (44 %) a znížený podiel bôbovitých rastlín (25 %) pri všetkých variantoch pokusu (Tab. 23). Najnižšie zastúpenie bôbovitých v poraste (19 %), sme zaznamenali v treťom pokusnom roku (10 % pokles oproti prvému roku pokusu). Počas vegetačného obdobia dochádzalo k zmenám v plošnom zastúpení hodnotených botanických skupín. V prvých kosbách mali v poraste vyššie zastúpenie trávne druhy (48 %), v druhých a tretích kosbách sa zvyšovalo zastúpenie bôbovitých a bylín vo všetkých pokusných rokoch a pri všetkých variantoch pokusu. Vyšší počet druhov rastlín sme zistili v prvých kosbách (34 druhov) a pri kontrolnom variante vo všetkých rokoch pokusu.

Tabuľka 23 Zastúpenie agrobotanických skupín porastu (%)

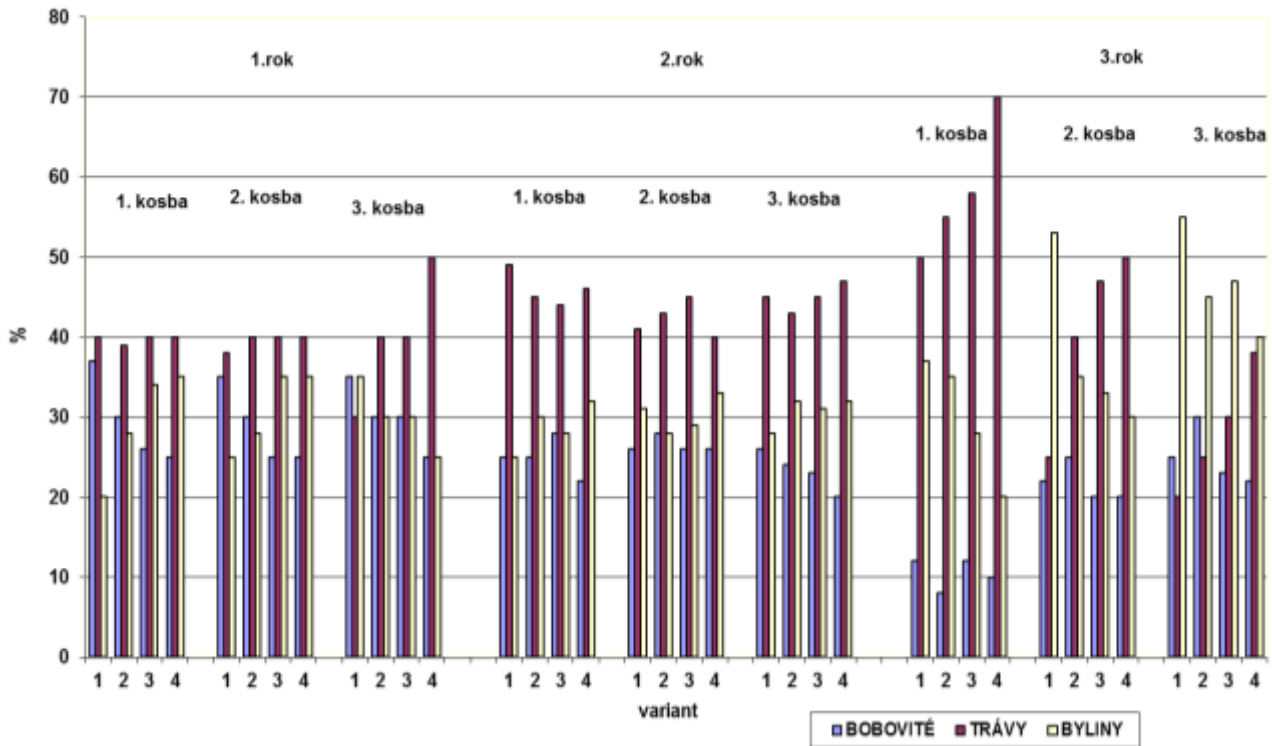
Priemerné	hodnoty	Prázdne miesta	Bôbovité	Trávy	Byliny	Počet druhov
Rok	1	0,46	29,42	39,75	30,00	28,33
	2	0,79	24,92	44,42	29,92	35,42
	3	0,50	19,08	42,33	38,17	31,17
Kosba	1	0,88	21,67	48,00	29,33	34,42
	2	0,54	25,67	40,75	31,92	31,50
	3	0,33	26,08	37,75	35,83	29,00
Variant	1	0,83	27,00	37,56	34,33	34,00
	2	0,72	25,56	41,11	32,33	30,22
	3	0,39	23,67	43,22	32,78	31,44
	4	0,39	21,67	46,78	31,33	30,89
Hd (rok,kosba) 0,05		0,611	4,326	8,076	6,664	3,787
Hd (rok,kosba) 0,01		0,782	5,536	10,333	8,528	4,845
Hd (variant) 0,05		0,779	5,512	10,289	8,491	4,824
Hd (variant) 0,01		0,973	6,882	12,847	10,603	6,024

Medzi jednotlivými variantmi s kompostom neboli zaznamenané výrazné rozdiely v počte druhov. Druhová diverzita porastu sa ku koncu každého pokusného roku znižovala.

Pri hodnotení variantov hnojenia sme so zvyšujúcou sa dávkou kompostu zaznamenali zvyšovanie zastúpenia tráv ($r = 0,365^{**}$) v poraste (najmä *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*) a pokles podielu bôbovitých ($r = - 0,316^{**}$) a bylín (najmä *Taraxacum officinale*, *Leontodon hispidus*).

Varianty hnojené vyššími dávkami kompostu (3. a 4. variant) mali vyššie zastúpenie tráv (43 – 47 %) ako porast hnojený najnižšou dávkou (41 %) a lepšie zapojenie porastu. V kontrolnom poraste sme počas všetkých sledovaných rokov pokusu zaznamenali vyššie zastúpenie bôbovitých (27 %) a bylín (34 %) a nižší percentuálny podiel tráv (38 %) oproti variantom hnojených kompostom.

Graf 8 Priebeh zmien botanického zloženia porastu počas sledovaného obdobia (%)



Okrem zástupcov čeľade bôbovité, ktoré sa nachádzali v uvedenom intervale, sa ostatné hlavné agrobotanické skupiny nenachádzali v optimálnych pásmach. Zatiaľ, čo podiel trávnych druhov bol nižší, skupina ostatných lúčnych a pasienkových bylín bola nad uvedenými rozsahmi. Aplikácia kompostu zvýšila priemerný podiel tráv v poraste o 3,8 %. Tento rozdiel nebol štatisticky preukazný (ANOVA $F_{3, 71} = 1,439$; $P > 0,239$; tabuľka 24). Počas vegetačného obdobia dochádzalo k zmenám v plošnom zastúpení hodnotených botanických skupín. S poradím kosieb sa znižovalo zastúpenie tráv v porastoch ($r = -0,214$; $P = 0,0100$) a zvyšovalo sa zastúpenie bylín ($r = 0,172$; $P = 0,0393$). V druhých a tretích kosbách sa zaznamenalo aj vyššie zastúpenie skupiny bôbovitých, rozdiely však neboli štatisticky významné. Vyšší počet druhov rastlín bol zistený v prvých kosbách (31 druhov) a pri kontrolnom variante vo všetkých rokoch pokusu. Medzi jednotlivými variantmi s kompostom neboli zaznamenané výrazné rozdiely v počte druhov ($r = -0,056$; $P = 0,5050$). Druhovú diverzitu porastu sa ku koncu každého pokusného roku znižovala ($r = -0,325$; $P < 0,0001$). Pri hodnotení variantov hnojenia sa so zvyšujúcou sa dávkou kompostu zaznamenalo zvyšovanie zastúpenia tráv ($r = 0,239$; $P = 0,0007$) v poraste (najmä *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*) a pokles podielu bôbovitých ($r = -0,267$; $P = 0,0012$). Náš prístup, založený na zvyšujúcej sa dávke dusíka v komposte, tak korešponduje s očakávaniami známymi z literatúry (napr. LICHNER et al., 1977, 1983;

HOLÚBEK et al., 2007; NOVÁK, 2008; GIBSON, 2009). Nejednoznačný vplyv mala jednorazová dávka kompostu na bylinné druhy. Vyššia dávka kompostu (variant 3) zvýšila ich prezenciu oproti nehnojenej kontrole (+1,3 %). Avšak v ďalších dvoch variantoch sa ich zastúpenie znížilo o 0,4 % (variant 4) resp. o 0,6 % (variant 2). Rozdiely medzi variantmi neboli signifikantné (ANOVA $F_{3, 71} = 0,263$; $P > 0,851$).

Tabuľka 24 Botanické zloženie trvalého trávneho porastu (%) ovplyvneného jednorazovou aplikáciou kompostu (priemer šiestich rokov)

Variant	1	2	3	4
Trávy	41,9 ± 2,3	44,4 ± 2,0	45,1 ± 1,8	47,8 ± 1,9
Bôbovité	25 ± 1,6	24 ± 1,7	22 ± 1,4	21 ± 1,5
Byliny	31,4 ± 2,3	30,8 ± 1,2	32,7 ± 1,4	31 ± 1,4

Poznámka: údaje sú zobrazené v percentách ako priemer ± štandardná chyba priemeru

Priemerná celková produkcia sušiny nadzemnej fytomasy ($y = 0,2282x + 3,8133$; $r = 0,148$, $P = 0,3154$) sa medzi jednotlivými variantmi preukazne nelíšila (tabuľka 25). Vyššia produkcia v priemere za 6 ročné obdobie bola zaznamenaná pri najvyššej jednorazovej dávke kompostu (4,67 t,ha⁻¹). Najnižšiu priemernú ročnú produkciu mal kontrolný variant (3,92 t,ha⁻¹), z variantov hnojenia zas variant s najnižšou dávkou kompostu (variant 2). Zistili sme priamu závislosť medzi výškou produkcie a zastúpením bôbových druhov v trávnom poraste. Tento vzájomný vzťah bol štatisticky preukazný ($y = 0,0357x + 0,6423$; $r = 0,285$; $P < 0,001$). Produkcia sušiny nezávisela na podiele trávnych druhov ($y = -0,0064x + 1,7499$; $r = -0,066$; $P = 0,4349$) a ostatných lúčnych a pasienkových bylín ($y = -0,0184x + 2,0396$; $r = -0,151$; $P = 0,0708$) v trvalom trávnom poraste.

Dočasná stabilita nadzemnej produkcie bola najvyššia na variante s najnižšou aplikovanou jednorazovou dávkou kompostu (variant 2). Najviac variabilná, t.j. najmenej stabilná produkcia sa zistila na nehnojenom 1. variante (tabuľka 33). Zaznamenaný pokles úrod nadzemnej fytomasy v priebehu sledovaného obdobia šiestich rokov ($y = -0,9268x + 7,6275$; $r = -0,916$; $P < 0,001$) pripisujeme agroklimatickým podmienkam a postupnému odčerpávaniu živín produkciou nadzemnej fytomasy v trojkosnom systéme využívania. Najvyšší pokles celkových úrod bol zistený pri kontrolnom variante ($r = -0,96$; $P = 0,0053$). Všetky porasty hnojené kompostom mali preukazne nižší pokles celkových úrod v poradí pokusných rokov, ktorý priamo úmerne závisel od množstva použitého kompostu v jednorazovej dávke (2. variant ($r = -0,90$; $P = 0,0133$); 3. variant ($r = -0,93$; $P = 0,0072$); 4. variant ($r = -0,94$; $P = 0,0053$). Z uvedeného rezultuje potreba ďalšieho experimentálneho sledovania nielen jednorazovej aplikácie, ale aj chronickej, t.j. každoročnej aplikácie alebo periodicky sa opakujúcej aplikácie s viac ako jednoročným odstupom medzi hnojením trvalých trávnych porastov.

Tabuľka 25 Priemerná produkcia sušiny nadzemnej fytomasy (t,ha⁻¹) a jej dočasná stabilita

Variant	1	2	3	4
Produkcia	3,92 ± 0,64	4,45 ± 0,83	4,49 ± 0,78	4,67 ± 0,79
Stabilita produkcie	0,40	0,46	0,43	0,41

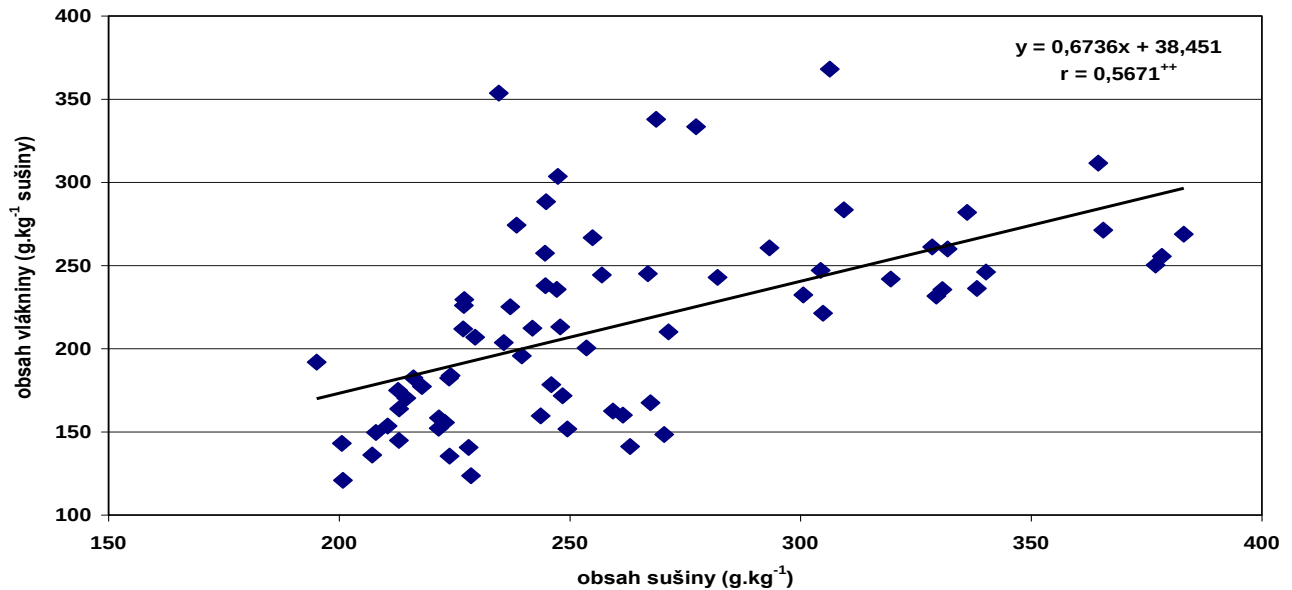
7.3 Výživná hodnota trávneho porastu po aplikácii kompostu

Priemerný obsah živín a výživnú hodnotu fytomasy pri jednotlivých variantoch uvádzame v tabuľke 26. Preukazne ($P < 0,01$) najvyšší obsah sušiny ($301,46 \text{ g,kg}^{-1}$) sme zaznamenali v 3. pokusnom roku, oproti predchádzajúcim pokusným rokom. Vyšší obsah sušiny mali porasty zberané v 3. kosbe ($275,80 \text{ g,kg}^{-1}$). Priemerný obsah sušiny sa v rámci hodnotených variantov nachádzal v rozpätí $255,37 \text{ g,kg}^{-1}$ (3.variant) – $267,72 \text{ g,kg}^{-1}$ (4.variant), rozdiely hodnôt koncentrácie sušiny neboli medzi variantmi štatisticky preukazné. Najvyšší obsah N-látok sme zaznamenali v 1. roku pokusu ($118,53 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny) oproti tomu mala najnižší obsah N-látok fytomasa v 3. roku pokusu ($103,80 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny). Najvyšší ($P < 0,01$) priemerný obsah N-látok sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 2. kosbe oproti ostatným kosbám. So zvyšujúcou sa dávkou kompostu sme nezaznamenali zvyšovanie obsahu N-látok vo fytomase sledovaných variantov. Obsah N-látok sa u nich nachádzal v rozpätí $107,20 - 112,69 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny. Vyšší obsah vlákniny ($251,73 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny) sme zaznamenali v 3. pokusnom roku, čo dávame do súvisu s najvyšším obsahom sušiny fytomasy v tomto pokusnom roku. Fytomasa zberaná v 3. kosbe mala preukazne ($P < 0,01$) vyšší obsah vlákniny ($242,39 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny) oproti fytomase z druhej kosby ($188,84 \text{ g,kg}^{-1}$ sušiny). So zvyšovaním obsahu sušiny vo fytomase zberaných porastov (graf 9, 10) sme zaznamenali zvyšovanie obsahu vlákniny ($r = 0,5671^{**}$) a znižovanie obsahu N-látok ($r = -0,5758^{**}$).

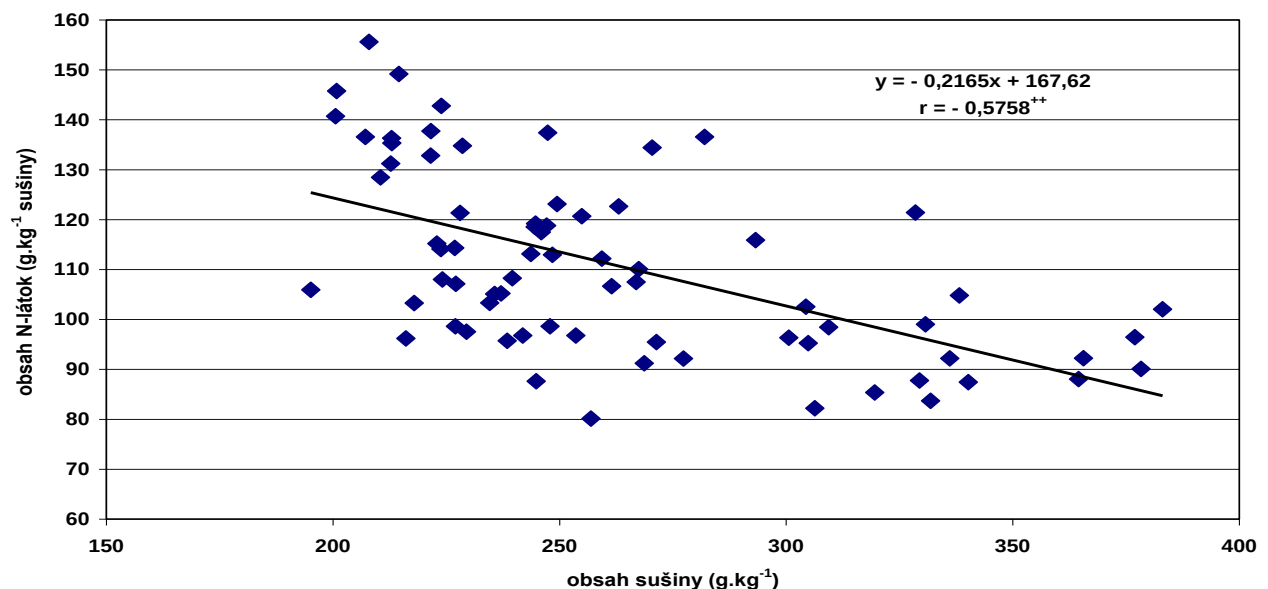
Tabuľka 26 Priemerný obsah živín a výživná hodnota fytomasy pri jednotlivých variantoch

Priemerné hodnoty		Sušina	N - látky	Tuk	Popol	Vláknina	PDIN	PDIE	NEL	NEV	ME
		g.kg ⁻¹ sušiny					g.kg ⁻¹ sušiny		MJ.kg ⁻¹ sušiny		
rok	1	233,37	118,53	35,58	90,19	171,61	73,88	74,56	5,334	5,129	9,109
	2	252,72	110,08	34,40	84,61	222,54	68,61	73,43	5,364	5,154	9,165
	3	301,46	103,80	35,11	84,39	251,73	64,70	72,21	5,362	5,147	9,167
kosba	1	264,19	100,03	27,42	72,15	214,65	62,35	72,97	5,454	5,268	9,290
	2	247,56	124,16	39,47	89,35	188,84	77,39	75,30	5,329	5,106	9,118
	3	275,80	108,22	38,21	97,70	242,39	67,46	71,93	5,278	5,055	9,034
variant	1	260,85	111,97	35,93	87,48	209,28	69,79	73,47	5,346	5,135	9,136
	2	266,09	112,69	34,59	86,23	216,07	70,24	73,81	5,354	5,144	9,149
	3	255,37	107,20	35,08	85,24	218,56	66,82	73,80	5,361	5,152	9,159
	4	267,72	111,35	34,53	86,64	217,27	69,40	73,53	5,352	5,142	9,145
Hd (rok,kosba) 0,05		25,224	10,038	4,020	5,549	30,854	6,257	1,636	0,036	0,042	0,056
Hd (rok,kosba) 0,01		31,816	12,662	5,070	6,999	38,917	7,892	2,063	0,046	0,053	0,070
Hd (variant) 0,05		32,021	12,743	5,103	7,044	39,167	7,943	2,076	0,046	0,054	0,071
Hd (variant) 0,01		39,392	15,677	6,277	8,666	48,184	9,772	2,554	0,057	0,066	0,087

Graf 9 Závislosť medzi obsahom vlákničky a obsahom sušiny vo fytomase TP



Graf 10 Závislosť medzi obsahom N-látok a obsahom sušiny vo fytomase TP



Výživná hodnota trávnych porastov je určovaná jej bielkovinovou (PDIN, PDIE) a energetickou hodnotou (NEL, NEV, ME), ktorá úzko súvisí s chemickým zložením trávnej fytomasy. Najvyšší obsah PDIN (73,88 g.kg⁻¹ sušiny) a tiež PDIE (74,56 g.kg⁻¹ sušiny) sme zaznamenali v 1. pokusnom roku čo dávame do súvisu s najvyšším obsahom N-látok vo fytomase tohto roku. V uvedených ukazovateľoch bielkovinovej zložky výživnej hodnoty sme zaznamenali preukaznosť rozdielov medzi prvým a tretím rokom pokusu ($P < 0,01$). Preukazne vyšší ($P < 0,01$) obsah PDIN a PDIE sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 2. kosbe oproti ostatným kosbám. Znižovanie obsahov dusíkatej zložky výživnej hodnoty so zvyšovaním obsahu sušiny v poraste sme potvrdili korelačnými koeficientmi $r = - 0,5758^{++}$ pre hodnoty PDIN a $r = - 0,5571^{++}$ pre hodnoty PDIE. Hodnotením ukazovateľov degradovateľných N-látok v rámci jednotlivých pokusných variantov sme nezaznamenali preukazný vplyv zvyšovania dávok kompostu na ich obsah vo fytomase TP. Obsah PDIN sa

nachádzal v rozpätí hodnôt 66,82 – 70,24 g.kg⁻¹ sušiny a obsah PDIE v rozpätí hodnôt 73,47 – 73,81 g.kg⁻¹ sušiny.

Nižšie hodnoty NEL (5,334 MJ.kg⁻¹ sušiny) a tiež NEV (5,129 MJ. kg⁻¹ sušiny) sme zaznamenali v prvom pokusnom roku oproti ostatným pokusným rokom.

Preukazne vyššie hodnoty ($P < 0,05$) ME sme zaznamenali v 2. a 3. roku pokusu, oproti hodnotám ME v 1. roku pokusu (9,109 MJ.kg⁻¹ sušiny). Najvyššie hodnoty všetkých ukazovateľov energetickej zložky výživnej hodnoty sme zaznamenali vo fytomase zberanej v 1. kosbe oproti ostatným kosbám. Vyššie hodnoty NEL, NEV a ME sme zaznamenali pri variantoch hnojených kompostom oproti kontrole a vo fytomase 3. variantu oproti všetkým hodnoteným variantom, uvedené rozdiely však nedosiahli štatistickú preukaznosť.

Zhrnutie

Počas šiestich rokov sme sledovali vplyv jednorazovej aplikácie kompostu na zastúpenie hlavných agrobotanických skupín v trvalom trávnom poraste a na výšku produkcie porastu pri stúpajúcej dávke kompostu. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že hnojenie kompostom spôsobilo preukazné zmeny v zastúpení hlavných agrobotanických skupín tráv a bôbových, ktoré sa signifikantne prejavili aj na produkcii sušiny. Porasty hnojené kompostom mali výrazne stabilnejšie úrody ako neošetrený porast. Z tu prezentovaných výsledkov predstavuje hnojenie kompostom environmentálne šetrný spôsob obhospodarovania, pri ktorom je možné zlepšiť produkčné a mimoprodukčné funkcie trávnych porastov a zároveň zachovať ich primeranú ekologickú stabilitu.

- Preukazne vyšší obsah sušiny sme zaznamenali v 3. roku pokusu, oproti obom predchádzajúcim pokusným rokom a vo fytomase porastov zberaných v 3. kosbe.
- Najvyšší obsah N-látok sme zistili v 1. roku pokusu a vo fytomase porastov zberaných v 2. kosbe oproti ostatným kosbám.
- So zvyšovaním obsahu sušiny vo fytomase zberaných porastov sme zaznamenali zvyšovanie obsahu vlákny ($r = 0,5671^{++}$) a znižovanie obsahu N-látok ($r = - 0,5758^{++}$).
- Vplyv zvyšovania dávok kompostu v rámci jednotlivých variantov sme pri hodnotách N-látok, PDIN a PDIE nezaznamenali.
- Vyššie hodnoty NEL, NEV a ME sme zaznamenali pri variantoch hnojených kompostom oproti kontrole a vo fytomase 3. variantu oproti ostatným variantom.

8. VŠEOBECNÉ ZÁSADY KOMPOSTOVANIA

Z celkového vyprodukovaného odpadu z domácností tvorí bioodpad 30 až 45 % podiel. Nemali by sme sa však pozeráť na bioodpad ako na odpad a problém, ale skôr by sa náš pohľad mal zmeniť na príležitosť a bioodpad považovať za hodnotnú surovinu. Bolo by lepšie keby sme túto hodnotnú surovinu nemuseli vyhadzovať do komunálneho odpadu a zbytočne platiť za jej odvoz a likvidáciu, ale naopak mohli ju využiť a pomocou kompostovania získať kvalitné hnojivo. V domácnosti alebo rodinnom dome sa dajú vyčleniť bioodpady pochádzajúce poväčšine z kuchyne, údržby zelene a záhrad. Preto domáce kompostovanie je považované za jednu z najlepších environmentálnych možností (SERAFINY a kol. 2023). Problematickejšie sú živočíšne bioodpady, ako kosti prípadne

exkrementy od mäsožravcov. Tie si vyžadujú predkompostovanie predtým ako sú kompostované s ostatným biologicky rozložiteľným materiálom.

Predkompostovanie je monitorovaná urýchlená reakcia aeróbnej fermentácie v uzavretých kompostéroch - fermentoroch, kde je zabezpečená aj hygienizácia vstupného materiálu (zahriatie na 70°C po dobu min. 60 minút). Nasleduje dozrievanie materiálu na kompostovacích hromadách. Fermentor by mal byť navyše vybavený zariadením na filtráciu unikajúcich plynov, vrátane biofiltrácie.

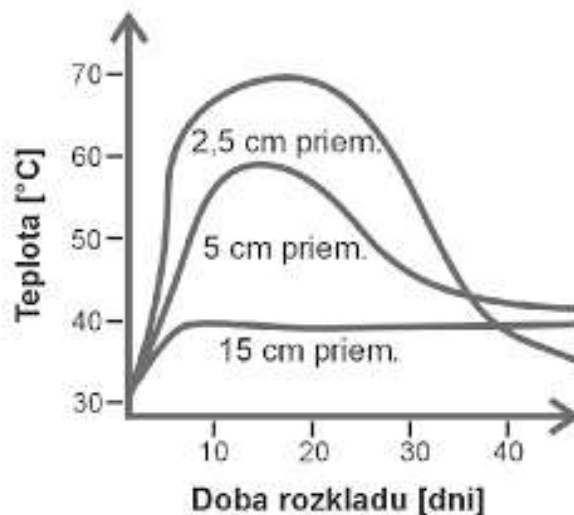
Štyri zlaté pravidlá kompostovania

Podmienkou pre úspešný priebeh kompostovacieho procesu je vytvorenie optimálnych podmienok pre činnosť a rozvoj mikroorganizmov a pôdných organizmov, ktoré sa na kompostovaní podieľajú. Je dôležité dodržiavať tieto pravidlá:

1. Správna veľkosť vstupných surovín

Bioodpad alebo iné zhromaždené suroviny je potrebné pred kompostovaním, alebo zamiešaním do kompostu upraviť na správnu veľkosť. Tá je individuálna pri každom vstupnom materiály. Ťažko rozložiteľný materiál ako konáre, drevo (zdroj uhlíka) podrvíme na záhradnom drviči na veľkosť štiepky (na veľkosť palca na ruke). Mäkké šťavnaté materiály (zdroj dusíka) ako sú rôzne rastlinné stonky a listy, ktoré sú ľahko rozložiteľné, nie je nevyhnutné zmenšovať. Platí zásada, že čím sú menšie častice ktoré chceme kompostovať tým sa rýchlejšie skompostujú (obr.11). Drvením vstupných surovín zväčšujeme plochu na ktorú môžu mikroorganizmy a pôdne organizmy pôsobiť. Menšia veľkosť častí je výhodná aj pri manipulácii s kompostom, predovšetkým pri prekopávaní.

Obr.11 Vplyv veľkosti vstupných surovín na úspešnosť kompostovacieho procesu



2. Optimalizácia surovinovej skladby kompostu

Do pripravovaného kompostu, zakládky by sme mali starostlivo vrstviť jednotlivé vstupné suroviny. Každá surovina má iné vlastnosti. Z hľadiska kompostovania je najdôležitejší pomer uhlíka a dusíka (C:N). Ak budeme kompostovať jednozložkový kompost ako je trávna hmota z pokoseného trávniku, alebo záhradný odpad so zvyškami z kuchyne je dôležité priblížiť sa k správnej surovinovej skladbe dodaním niektorých dodatočných surovín. Optimálny pomer C:N v kompostovacej zakládke je 30 – 35:1 v prospech uhlíka (tab. 27). Je dôležité aby sa vstupné odpady miešali navzájom, alebo so starším materiálom

v kompostovacej hrobli (kompostéry) a neukladali sa jednoducho vo vrstvách. Vieme, že uhlíkaté materiály vznikajú na záhrade väčšinou v inom období ako dusíkaté, musíme si ich upravené uskladniť.

Tabuľka 27 Pomer C:N v rozličných kompostovateľných materiáloch

Dusíkaté suroviny:	C : N	Uhlíkaté suroviny	C : N
pokosená tráva	10-25:1	drevná štiepka	145 : 1
zelené rastlinné odpady	20-60:1	odrezky z kríkov	125 : 1
burina (mladé rastliny)	23:1	starina z lúk	50 : 1
biodpad z domácnosti	10-25:1	listy ovocných stromov	38 : 1
hydínový trus	10:1	listy lesných stromov	50 : 1
maštalný hnoj	10-30:1	hrabanka ihličnanov	65 : 1
ovčí hnoj	17:1	výlisky z ovocia	50 : 1
slama strukovín	32:1	zemiaková vňať	60 : 1
ornica	20:1	kukurličné stonky (kôrovie)	90 : 1
		drevný popol	200-500:1
		slama obilnín	50-150:1
		kôra stromov	100-150:1
		papier	100-200:1
		piliny	100-500:1

3. Dostatočný prístup vzduchu – areácia

Kompostovanie je aeróbný proces, teda za prístupu kyslíka. Je dôležité v maximálnej miere zabezpečiť dostatočné prevzdušnenie kompostovacej zakládky, hrobky. Čím sú menšie častice vstupného materiálu tým skôr skompostujeme hmotu no zároveň je v zakládke menej dutiniek a menej vzduchu. Bez prístupu vzduchu hmota hnije a zapácha, množia sa nežiadúce organizmy ako sú plesne. Jednoduché kompostovisko zakladáme tak, že na spodku zakládky vytvoríme drenážnu vrstvu z väčších a hrubších konárov (cca 2-5 cm). Môžeme na zlepšenie pasívneho prevzdušňovania vpichnúť do zakládky kolmo 4 až 5 perforovaných trubiek a až následne začneme ukladať suroviny. Pasívne prevzdušňovanie je konštrukčne riešené aj v záhradných kompostéroch (obr. 13). Aktívnou možnosťou ako zabezpečiť dostatok vzduchu v komposte je jeho prekopávanie počas procesu kompostovania.

Pri záhradných kompostoch s dobrou štruktúrou je potrebné prekopávať kompost minimálne 1-2 krát do roka. Ak máme kompost z jednostranne zvolenými zložkami (iba tráva, listie) prípadne sa nám nedarí udržať optimálny kompostovací proces pristupujeme k častejšiemu prekopávaniu. V prvých dňoch po založení prekopávame 2 krát za týždeň v priebehu prvého mesiaca. V ďalšom mesiaci 1 krát za týždeň, v nasledujúcom 2 krát za mesiac (obr.12). Tým dosiahneme dostatok vzduchu pre kompostovací proces.

Kompost je potrebné prekopávať keď:

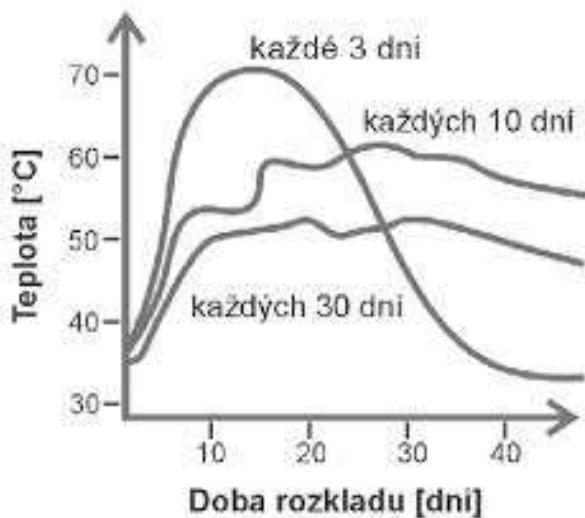
- zakládka začne zapáchať
- poklesne v zakládke teplota pod teplotu okolia (platí to mimo chladných mesiacov)
- vystúpi teplota nad 70°C (hrozí riziko vznietenia zakládky, hlavne počas prvých dní po založení kompostu)

Pri správnom kompostovaní platí:

Časté prekopávanie urýchli proces rozkladu.

Čím viac umožníme prístup vzduchu do zakládky tým je kompost úspešnejšie a v kratšom čase vyzretý a tiež ho menej musíme prekopávať.

Prekopávaním okrem prevzdušnenia zabezpečíme aj premiešanie všetkých surovín v zakládke, rozdrvenie zhutnených alebo zlepených miest zabezpečí rovnomernejší rozklad.



Obr.12 Vplyv prekopávania na proces kompostovania vo veľkých kompostárňach

4. Dohlčovanie – správna vlhkosť

Správna vlhkosť je nevyhnutnou požiadavkou správneho kompostovania. Ak má kompost nedostatok vlhkosti, proces sa spomaľuje, alebo až zastavuje. Kritický môže byť nedostatok vlhkosti hlavne v prvých dňoch po založení. Ak je naopak vlhkosť nadmerná, dochádza k nežiadúcemu hnilobnému procesu, niekedy až k skysnutiu kompostu, čo sa prejaví zápachom. Správna vlhkosť úzko súvisí s predchádzajúcimi podmienkami. Čím je hrubšia štruktúra materiálov v zakládke, tým môže obsahovať vyššiu vlhkosť, ale aj tým dlhšie trvá rozkladný proces. Čím je v komposte viac vody, tým je v ňom menej vzduchu (voda vytlačí vzduch z dutiniek). Aby sme predišli premočeniu kompostu v čase dlhotrvajúcich dažďov, alebo naopak vysušeniu počas teplých slnečných prípadne veterných dní môžeme vybudovať striešku nad kompostovacím zásobníkom. Ako ďalšia vhodná ochrana sa nám osvedčilo použitie geotextílie, ktorá prepúšťa vzduch ale keď nasiakne vodou neprepustí ju do kompostu. Vhodné je dovlhčovať kompost polievaním kupami s dažďovou vodou, silážnymi šťavami, alebo zachytenými výtokmi z kompostu. Optimálne je spojiť vlhčenie kompostu s prekopávaním.

Orientačná skúška vlhkosti:

V procese kompostovania sa dá optimálna vlhkosť zistiť jednoduchým testom. Hrst kompostovacích surovín zo zakládky stisneme v ruke, pričom medzi prstami by sa malo objaviť niekoľko kvapiek tekutiny (cca 3 až 4). Po roztvorení ruky by suroviny mali zostať pohromade. Ak vytečie vody veľa, je zakládka prevlhčená a musíme do nej pridať suchšie hrubšie suroviny. Ak sa medzi prstami kvapôčky neobjavia a po roztvorení ruky sa suroviny rozsypú, je zakládka suchá a je potrebné ju dovlhčiť.

Kompostovanie je možné všade tam kde je dostatok vhodných surovín, voľné miesto na kompostovanie a kde to podmienky umožňujú. Individuálne kompostovanie je hlavne pre záhradkárov, drobnopestovateľov, súkromne hospodáriacich roľníkov. V poslednom období nadobúda popularitu aj u majiteľov rodinných domov, ak na to majú vhodné miesta. Povinnosť znižovať množstvo BRO majú obce zo zákona, čo často riešia distribúciou kompostérov jednotlivým majiteľom nehnuteľností. Individuálnym kompostovaním je možné značne znížiť objem odpadov priamo na mieste ich vzniku (napr. v obciach tvoria kompostovateľné organické odpady 20-50 % celkového odpadu). Kompostovanie je možné realizovať najjednoduchším spôsobom na kôpkach - hrobliach, ktoré sa môžu prípadne prehadzovať (pri malom množstve sa môžu úspešne uplatniť aj anaeróbne postupy, ktoré nevyžadujú prevzdušňovanie). Takéto malé zakládky si obvykle vyžadujú občasné zalievanie (úprava vlhkosti). V súčasnej dobe sa pri individuálnom kompostovaní začínajú uplatňovať aj rôzne jednoduché zariadenia, v ktorých sa proces kompostovanie urýchľuje a usmerňuje. Moderné záhradné kompostéry sú estetické a vhodne zapadajú do záhradnej architektúry. Sú poväčšine vyrobené z plastu zelených otičov a rôznych objemov od 300 až do 1000 l (obrázok 13).

Obr. 13 Záhradný kompostér konštrukčne usporiadený k dobrému prevzdušneniu vstupných surovín a riadenému kompostovaniu



Základná forma všetkých foriem kompostovania je hrobľa. Na jej vybudovanie nie je potrebný žiaden zásobník len záhradné náčinie, pár dosiek, konáre alebo paleta a plachta na zakrytie prípadne geotextília (obr. 14). Je to najlacnejší variant, ktorý má však nevýhodu vo veľkom zábere pôdy. Hrobľa zaberá podstatne viac miesta ako vysoký uzavretý zásobník. Odporúčaná šírka je najviac 2 m. Tým sa obmedzí aj výška na asi 1,5 m z dôvodu stability a dobrej manipulácie. Dĺžka môže byť rôzna, hrobľa sa môže predlžovať podľa

potreby a posúvať tak, že na konci sa hromadia nové odpady a na začiatku sa odoberá hotový kompost.

Obr. 14 Hrobľa



Obr. 15 Individuálna výstavba kompostovacej hroble



Stavba kompostovacej hroble:

Na zhutnených miestach alebo ťažkých pôdach treba podklad skypríť do hĺbky 20 cm. Na dno kompostovacej kopy následne vysypeme vrstvu hrubého materiálu (posekané drevo, lístie s konármi), aby sa zabezpečilo vetranie zospodu, a aby sa prípadne mohla viazať prebytočná vlhkosť (šťavy bohaté na nitráty a živiny). Ako podklad môžeme použiť aj nepotrebné palety z dôvodu dobrého prevzdušnenia hroble aj zo spodnej strany. Palety je

potrebné zabezpečiť geotextíliou aby neprepadávali kompostované suroviny. Na takto pripravený základ sa potom navrství dobre premiešaný a dostatočne vlhký kompostovací materiál na šírku 100-120 cm, výšku 60-100 cm a ľubovoľnú dĺžku. Pri vrstvení sa vždy začína na okraji a opatrne sa pokračuje, aby kopa zostala stabilná. Ak je kvôli jednostrannému zloženiu materiálu potrebná úprava hnojivom, vápnom alebo kamennou múčkou, mali by sa tieto prísady pridávať asi po 15-20 cm vrstve. Kompostovacia kopa nesmie byť primalá a predovšetkým nie nízka, pretože pri rozklade látok „sadne“. Aby sme predišli vymývaniu živín a premočeniu, chránime kopu pred vetrom a dažďom. Môžeme použiť kompostovaciu krytinu, konáre ihličnanov alebo polopriepustnú fóliu z dôvodu zabezpečenia cirkulácie vzduchu.

Studené kompostovanie (do 45 – 50°C)

Pri kompostovaní v malom, napríklad pri rodinných domoch alebo v záhradkách nie je vždy dostatok vstupného kompostovacieho materiálu a tak sa postupne vrstvia malé množstvá odpadov takže hovoríme o tzv. „rastúcom komposte“. V ňom nemôže vzniknúť veľké teplo, pretože činnosť baktérií nie je optimálna. Pri dostatočnej vlhkosti a kyslíku k rozkladu dochádza postupne. Obhospodarovanie takéhoto kompostu je podobné ako pri ostatných. Studené komposty môžu predstavovať pre prostredie hygienické riziko spôsobené prežívaním patogénnych mikroorganizmov. Po určitom čase kompostovacia kopa poklesne a tým dôjde k deficitu kyslíka vo vnútri kopy.

Mikroorganizmy sa môžu množiť len v obmedzenom rozsahu čo spôsobuje pokles teploty. Keďže aj tvorba tepla vo vonkajších zónach je nižšia, treba kopu prehadzovať, aby sa teplota zvýšila. Väčšie kompostovacie hroble v kompostovacích zariadeniach sa obracajú, keď teplota klesne na 30°C. Klasickým spôsobom sa dá kompost prevzdušniť aj tak, že sa do kopy nabijú drevené kolíky, ktoré sa potom vytiahnu.

Horúce kompostovanie (nad 50° C)

1. Etapa – Fáza odbúravania (termofilná fáza, fáza hygienizácie) 1 až 3 týždne po založení

Táto doba môže byť aj dlhšia napr. 2 až 3 mesiace. Závisí to od kompostovaného materiálu a technológie kompostovania. Mikrobiologickou činnosťou prebieha rozklad v prvých dňoch veľmi rýchlo. Teplota dosahuje až 70°C. Ľahko odbúrateľné makromolekuly ako bielkoviny a škrob, podporujú rozmnožovanie a činnosť baktérií. Ich látkovou výmenou vzniká teplo. Jednoduché molekuly, ktoré vznikli rozkladom makromolekúl odchádzajú z kompostu ako plyny (CO₂, NH₃, H₂O....) alebo vo výluhu (hlavne živiny). Následne sú využité pre tvorbu buniek mikroorganizmov či humusových látok (to až v ďalších fázach kompostovania). Pri dodržiavaní základných zásad kompostovania zostáva prevažná väčšina živín v komposte. Keď teploty poklesnú, termofilné baktérie odumrú a slúžia ďalším mikroorganizmom a hubám ako potrava, alebo sa zaspórujú (obr. 16).

2. Etapa – Fáza prestavby – 3. až 6. týždeň po založení

Ťažko stráviteľné látky (kryštalická celulóza a lignín) sú rozkladané hubami. Mikrobiologická činnosť sa spomaľuje. Pri procesoch prestavby bielkovinového materiálu sa uvoľňuje amoniak (čpavok). Nastupuje tvorba dusičnanov. Teplota sa pohybuje medzi 30 až 45°C. Hromada čiastočne rozloženého kompostu postupne klesá (zosadá).

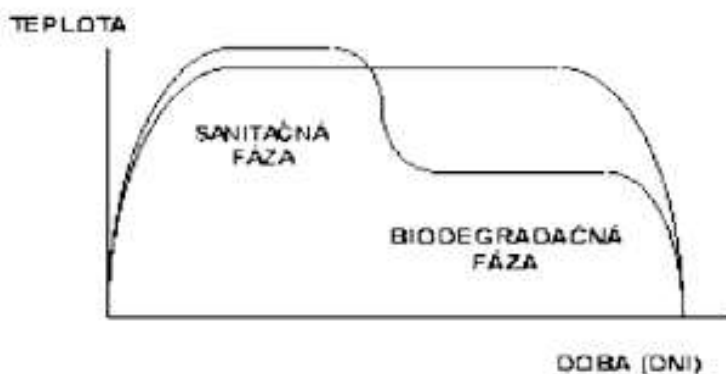
3. Etapa – Fáza výstavby - tri až šesť mesiacov po založení

Pri úspešnom zvládaní kompostovacieho procesu, dôslednom dodržiavaní optimálnych teplôt, vlhkosti a prevzdušňovaní môže táto fáza nastúpiť už za 8 až 12 týždňov. Je charakteristická nástupom tvorby humusových látok a hromadným rozmnožovaním malých živočíchov ako roztoče, chvostoskoky, nematódy, ktoré brzdia rast húb. Prichádzajú aj niektoré druhy dážďoviek, najmä *Eisenia foetida* (dážďovka hnojná), zodpovedná za tvorbu stabilných hrudiek, alebo koprolýtov, čo sú, laicky povedané, dážďovkové výkaly, ktoré majú skvelé hnojivové a fytosanitárne vlastnosti. Je dôležité zabrániť prístupu krtom, ktoré by požierali dážďovky a hmyz zo spodu kompostovacej hrobky napríklad umiestnením pletiva. Prikrývaním kompostovacej kopy zabránime prístupu malých šeliem ako sú lasice, ježkovia a mačky.

4. Etapa – Fáza stabilizácie a dozrievania - viac ako 6 mesiacov po založení

Prechod do poslednej fázy je plynulý. Dážďovky opúšťajú kompost. V tejto fáze už prevládajú humifikačné procesy, pri ktorých sa vytvárajú humusové látky (humínové kyseliny, fulvokyseliny....), vďaka ktorým má vznikajúci kompost tmavohnedú farbu, Humifikačné procesy vyžadujú ako aeróbne tak i anaeróbne prostredie, preto v tejto fáze už nie je vhodné prekopávanie kompostu. Ľahká a hrudkovitá štruktúra vypovedá o dokončenom rozklade. Taktiež stabilizovanie teploty s okolím je znakom ukončenia kompostovacieho procesu.

Obr.16 Schéma kompostovacieho procesu v závislosti od teploty



Prípravky určené na zefektívnenie kompostovania

V komerčnej sfére je dostatok voľne predajných prípravkov ktoré môžu uľahčiť alebo urýchliť kompostovací proces. Spomenie niektoré z nich:

Radivit® - je prípravok, ktorým sa urýchľuje humifikačný proces – a to aj takých látok, ktoré sa zle rozkladajú, ako napr. niektorý záhradný a kuchynský odpad. Najčastejšie sa v záhradách kompostuje pokosená tráva – tú treba trochu nadľahčiť prídavkom drveného dreva, hoblín a pod. Obsahuje veľké množstvo dôležitých humifikačných organizmov v špeciálnom živnom substráte z glycidov a proteínov, umožňuje rýchle a optimálne kompostovanie kuchynského a záhradného odpadu, pokosenej trávy a opadaného lístia, urýchľuje humifikačný proces aj u ťažko rozložiteľných látok. Ideálny prídavok k materiálu

kompostovanému v kompostéroch alebo v nekrytých kompostoch aj k plošnému kompostovaniu opadaného lístia (lístie sa rozprestrie na záhony a posype Radivitom).

Aplikácia a dávkovanie:

1 kg Radivitu postačí cca na 2 m³ kompostovanej hmoty.

Pri plošnom kompostovaní vystačí 1 kg na cca 33 m² plochy.

SCD Compost je tekutý mikrobiologický koncentrát na urýchlenie a reguláciu kompostovania. Obsahuje tekuté a živé probiotické kultúry, ktoré napomáhajú anaeróbnemu rozkladu rozličných organických materiálov a to rýchlejšie a efektívnejšie ako tradičné metódy kompostovania. Je ekologický a neškodný pre prostredie, neobsahuje žiadne umelé chemické látky a geneticky modifikované organizmy. Používanie prípravku SCD Compost vedie k príprave veľmi bohatého a kvalitného kompostu, v anaeróbných podmienkach a bez potreby neustálej rotácie a prekopávania. Kompost sa neprehrieva, netleje a neuvolňuje žiadnu energiu a prebytočné plyny. Všetka energia a živiny obsiahnuté v biomase zostávajú vnútri. Organický odpad sa premení na cennú surovinu a zdroj živín za niekoľko mesiacov.

Aplikácia a dávkovanie:

1 liter prípravku SCD Compost na 1 m³ hmoty pri kompostovaní, odporúča sa zriediť prípravok s vodou, rovnomerne zmiešať s kompostovanou masou, vytlačiť vzduch a hermeticky uzavrieť čiernou pevnou fóliou;

1-2 litre prípravku SCD Compost na fermentovanie 1 m³ hnoja a hnojovice – príprava kvalitného organického hnojiva.

Biokompost - je zmes nezávadných, nepatogénnych užitočných baktérií a enzýmov, ktoré ekologicky rozkladajú odpad organického pôvodu. Tým zvyšujú rýchlosť zrenia kompostu a znižujú objem kompostovaného materiálu. Takto vytvorený kompost je bohatý na potrebné živiny, bez plesní a nepríjemného zápachu. Prípravok spracuje všetok záhradný a domáci biologický odpad.

Aplikácia a dávkovanie:

Obsah balenia /podľa potreby/ aktivujeme v 10 litroch vlažnej vody /cca 30-40°C/, najlepšie v plastovej nádobe. Po 20-tich minútach roztok nalejeme na kompostovaný materiál. Pri čerstvo pokosenej tráve vykonávame zálievku aktivovaným prípravkom až na piaty deň.

Prípravok Biokompost spracuje až 5 m³ kompostovaného materiálu.

Bokashi je fermentovaná organická hmota - pšeničné otruby, ktoré boli prekvasené s použitím probiotických kultúr a usušené. Pomocou prípravku môžeme recyklovať akýkoľvek kuchynský odpad a vyrobiť prírodný domáci kompost a hnojivo. Rozdiel medzi Bokashi kompostovaním v komposterí a tradičným kompostovaním na kope je, že aplikácia prípravku v Bokashi komposterí neuvolňuje žiadne teplo ani rôzne aromatické plyny. Všetka energia a živiny tak zostávajú vnútri. Kompost si zachová všetky živiny a je hotový oveľa skôr. Tajomstvom je fermentácia pomocou probiotickej technológie.

Aplikácia a dávkovanie:

Priebežne naplňajte SCD komposter zvyškami kuchynského odpadu. Jednotlivé vrstvy odpadu vždy posypte hrstou Bokashi a premiešajte. Povrch takto novo-vytvorenej vrstvy

utlačte a prikryte plastovou nádobou (alebo tanierom), aby ste obmedzili prístup vzduchu k povrchu. Takto pripravená organická hmota začne veľmi rýchlo kompostovať, pričom sa ale zachová vysoký obsah minerálov a obmedzia sa nežiadúce pachy. Prebytočná tekutina z fermentačného procesu sa ukladá na dne nádoby ako tzv. "čaj" a treba ju postupne vypúšťať. Tento "Bokashi čaj" je cenným zdrojom organických živín, minerálov a probiotických kultúr a po zriedení vodou je veľmi vhodný na hnojenie domácich rastlín.

Zeolit

- kompost prevzdušňuje a púta na seba živiny, ktoré následne uvoľňuje do pôdy

Aplikácia a dávkovanie:

- pre kompostovanie kuchynských a záhradných odpadov, pokosenej trávy a opadaného lístia
- 20 ml prípravku vystačí na 50 l odpadu (1 záhradné koliesko)
- balenie 1 l vystačí na 2,5m³ kompostu
- jednoduchá aplikácia: po odlepení prelepky na viečku ľahko poprášite suroviny na kompostovanie

Biokomposter – urýchľovač zrenia kompostu

Biokomposter je biologicky aktívny, ekologicky nezávadný prípravok, ktorý slúži na rozklad organických látok v záhradných kompostoch. Tento urýchľovač kompostu obsahuje baktérie, enzýmy a živiny, ktoré sú nutné pre činnosť mikroorganizmov.

Obsah balenia 1 kg vystačí na 5 m³ organickej hmoty. Suché baktérie a enzýmy je potrebné najskôr aktivovať vo vlažnej vode (nie horúcej). Takto namiešanú zmes necháme odstáť asi 30 minút a potom pokropíme materiál určený na kompostovanie. Po aktivácii nalejeme priamo na kompost, ktorý udržiavame neustále vlhký.

Dávkovanie:

1 - 1,5 polievkovej lyžice prípravku zriedime s 2,5 - 3 litrami vody. Jedna dávka stačí na 0,2 m³ organickej hmoty.

AgraNatura - organické, prírodné kompostovacie činidlo

Kompost 2.0 je biologický prípravok bohatý na starostlivo vybrané kmene baktérií a mikromycét v minimálnej koncentrácii 1"109 CFU/g. Obsahuje základné živiny, minerály a komplex aktívnych enzýmov, ktoré efektívne podporujú proces kompostovania v rôznych podmienkach.

Akčný čas: 6-8 týždňov. Nezabudnite udržiavať vlhkosť kompostu nad 60 %. Ak klesne pod to, kompost navlhčíte vodou.

Zloženie: Kmene baktérií a mikromycét v množstve nie menšom ako 1"109 CFU/g a súbor biologicky aktívnych látok a minerálov.

Efektívne a úplne bezpečné kompostovanie všetkých organických odpadov a rastlinných zvyškov, ako aj suchej frakcie hnoja (možno použiť aj v prítomnosti zvierat).

Agrecol Kompost active

Prípravok účinne urýchľuje rozklad kmeňov stromov. Je plne ekologický. Ak chcete rýchlo znehodnotiť zvyšky kmeňov stromov, prípravok urýchľuje proces kompostovania. Je to enzymatický biopreparát. Urýchľuje rozklad organickej hmoty. Má široké využitie v

záhradníctve a lesníctve. Môže sa použiť na urýchlenie rozkladu napríklad pokosenej trávy, sena, lístia a konárov. Agrecol Kompost active ovplyvňuje správny priebeh kompostovacieho procesu. V účinku je mimoriadne rýchly vďaka tomu, že podporuje a urýchľuje tvorbu humínových látok. Je plne ekologický a neohrozuje prospešnú pôdnu faunu. Ekonomické balenie znamená, že ho môžete použiť mnohokrát.

Na Slovensku sa viacero odborníkov dlhodobo zaujíma o problematiku kompostu a kompostovania, spomenúť môžeme Branislava Moňoka. Z neziskových organizácií sa venujú problematike napríklad Priatelia Zeme.

9. VERMIKOMPOSTOVANIE – KOMPOSTOVANIE S POMOCOU DÁŽĎOVIEK

Pre výrobu kompostu sa dajú využiť aj dážďovky, nie naše u nás žijúce ale tzv. kalifornské dážďovky. Presnejšie sa jedná o dážďovku hnojnú (*Eisenia foetida*), ktorá žije vo vrchných vrstvách odumierajúcej vegetácie (obrázok 17), v kopách kompostu a v hnoji, alebo *Eisenia andrei*, ich červenú sesternicu *Lumbricus rubellus* (obrázok 18), ktoré je možné zakúpiť od chovateľov (inzeráty v záhradkárskych časopisoch) pod rôznymi obchodnými názvami. Dážďovku hnojnú rozpoznáte podľa toho, že je jemne pásikavá so žltými a tmavými červeno-hnedými prúžkami. Optimálna teplota pre ich chov je 18 až 25 °C. Preto sa jej bude dariť v každej domácnosti. U nás najbežnejšej dážďovke obyčajnej (*Lumbricus terrestris*) by sa v domácnosti veľmi nedarilo, pretože vyžaduje iné životné podmienky. Dážďovky neznášajú slnko, sucho, nízke a vysoké teploty. Treba ich chrániť pred krtmi, vtákmi, hrabošmi, ktorí sú ich prirodzenými predátormi.

Obr.17 Dážďovka hnojná (*Eisenia foetida*)



Obr.18 *Lumbricus rubellus*

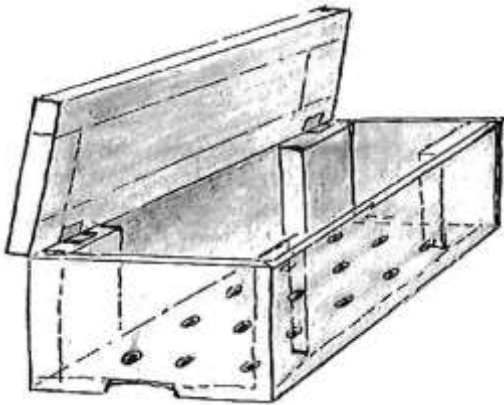


Princíp výroby vermikompostu je založený na prirodzenej schopnosti dážďoviek premieňať vo svojom tráviacom trakte organickú hmotu, pričom vylučujú látky bohaté na živiny. Výraznou výhodou pri tomto spôsobe kompostovania je potreba malého priestoru. Preto môžeme kompostovať v debničkách a iných malých zásobníkoch aj na terase, balkóne, v pivnici a tiež na záhrade. Na kompostovanie v malom, napríklad na balkóne potrebujeme vhodnú nádobu z pevného nepriehľadného materiálu (dážďovky neznášajú svetlo) s priliehavým vekom (chráni pred vysušaním a vinnými muškami) s prevzdušňovacími otvormi na stenách a drenážnymi otvormi na dne nádoby (odvod prebytočnej vlahy). Je potrebné dodržať rozmery nádoby v pomere 1 : 2 : 3, (obrázok 19), pretože aktivita dážďoviek je závislá od plochy povrchu. Môže byť vyrobená z dreva alebo z plastu. Drevo

má dobré izolačné vlastnosti, no postupne začne tiež prehrievať. Plastové sú odolnejšie a lepšie sa čistia. Nádobu môžeme umiestniť na chodbu, balkón (pokiaľ nemrzne), do garáže, dielne, pivnice. Nesmie však byť na priamom slnku (aby nedošlo k prehriatiu a vysušovaniu substrátu). Pod nádobu je vhodné dať misku na zachytávanie odtekajúcej prebytočnej vlhkosti. Ak chcete kompostovať na záhrade bez použitia nádoby len na voľnej uloženej kope nezabudnite na spodnú stranu kopy dať pletivo, ktoré zabráni krtom a hrabošom prístup k dážďovkám. Celková plocha nádoby je daná množstvom odpadu. Na 1kg odpadu týždenne cca 0,2 m².

Podstielka slúži na udržanie vlhkosti a ako "bydlisko" pre dážďovky. Je možné použiť hlinu, staré lístie, trávu, slamu, hobliny, navlhčený roztrhaný novinový papier. Veľmi dôležitá je dostatočná vlhkosť, na ktorú sú dážďovky veľmi citlivé. Vhodnou potravou pre dážďovky je rastlinný odpad (šupy a zvyšky z ovocia a zeleniny, zvyšky chleba a pečiva, vylúhovaný čaj aj s vreckami, kávová usadenina, rozdrvené vajcové škrupinky, tráva, lístie, hobliny, piliny...). Nevhodnou potravou sú kosti, mäso, ryby, mliečne výrobky, zvyšky mastných jedál. Treba dať pozor na vysoký obsah soli (horná hranica, ktorú dážďovky znášajú je 0,5 % koncentrácia) a na zvyšky, ktoré by mohli byť kontaminované zvyškami chemických postrekov (napr. citrusové plody). Potravu postupne zahrabávame na rôzne miesta do podstielky tak, aby bola vždy zakrytá. Odpad, ktorý trčí z podstielky alebo je veľmi veľký, môže začať zapáchať alebo plesnivieť. Také časti treba z nádoby odstrániť. Potrebné množstvo dážďoviek závisí od objemu nami vyprodukovaného bioodpadu.

Obr. 19 Debnička pre dážďovky. Otvormi na dne nádoby na vermikompost odteká prebytočná voda.



Ak denne vyprodukujeme 0,25 kg biologického odpadu, potrebujeme 0,5 až 0,75 kg dážďoviek. Pri dostatku potravy a miesta sa dážďovky rýchlo množia a naopak pri nedostatku ich množenie prestáva. Takto prirodzenou cestou regulujú početnosť svojej populácie. Ak chceme použiť vzniknutý vermikompost, nahrnieme ho na jednu stranu nádoby a na druhú začneme dávať nový bioodpad. Dážďovky sa postupne presunú do

novovytvorenej hromady – nového zdroja potravy a hotový kompost môžeme z nádoby vybrať. Na manipuláciu s vermikompostom je vhodné používať nenaostrené nástroje, predídeme tak zbytočnému poraneniu dážďoviek. Vermikompost môžeme použiť hlavne v pevnom stave, či už ho pridáme priamo na povrch pôdy alebo ku koreňom rastlín, prípadne ho môžeme zmiešať s pôdou v pomere 1 diel kompostu s 3 dielmi pôdy.

Na prihnojovanie kvetov a zeleninových kultúr počas vegetácie môžeme použiť aj výluh z vermikompostu a to v pomere 60 g vermikompostu na liter vody. Zmes necháme po rozmiešaní 24 hodín vylúhovať a získaný roztok použijeme ako zálievku.

Podobný roztok z 10 g vermikompostu na liter vody možno použiť na hydroponické pestovanie. Roztok treba vymeniť každých 20 dní. V ovocinárstve sa dobre uplatnil vermikompost pri presádzaní stromov. Pridaním vermikompostu do jamy ku koreňom presádzaného stromčeka predchádzame riziku odumretia stromčeka.

Najčastejšie problémy pri vermikompostovaní:

Problém	Riešenie
Pleseň na zvyškoch biologického odpadu	zvyšky nie sú celkom zahrabané do podstielky – napadnuté časti odstrániť a zvyšok zakryť
vínne mušky	nedostatočne zakrytý kompostovaný substrát
zápach	nevhodné zloženie, prevlhčenie, alebo priveľké množstvo kompostovaného materiálu – primiešať do substrátu suchší materiál, znížiť množstvo pridávaného materiálu
dážďovky hynú alebo vyliezajú zo substrátu	nevyhovujúce životné podmienky – teplota, vlhkosť, pH, nevhodná alebo nedostatočná potrava, nedostatok priestoru – odoberte vzniknutý kompost, skorigujte vlhkosť, upravte „jedálniček“, prispôsobte veľkosť nádoby množstvu dážďoviek a množstvu biologického odpadu

10. KOMPOSTOVÝ ČAJ AKO DOMÁCE EKOLOGICKÉ HNOJIVO

Kompostový čaj je extraktom toho najlepšieho, čo sa dá získať z kvalitného kompostu. Je to práve tekutá forma, ktorá rozširuje možnosti hnojenia na novú úroveň – aplikovateľnú ako zálievku ku koreňom, ale tiež postrek na povrch rastlín. Používa sa väčšinou raz za 1 – 2 týždne.

Potrebuje: kvalitný kompost, nádobu (vedro), nylonovú pančuchu, prevzdušňovadlo (mnohí používajú na vháňanie vzduchu do „čaju“ počas prípravy akvarijný motorček s hadičkou na privod vzduchu. V našich podmienkach však postačí obyčajná hadička a kus drevka na premiešanie tekutiny).

Kompostový čaj obsahuje všetko to čo kompost. Okrem obrovského spektra baktérií, kvasiniek, húb, a ďalších mikroorganizmov obsahuje minerály a organické látky vzniknuté kompostovaním v oveľa koncentrovanejšej forme ako kvapalné hnojivá z obchodu. Navyše obsahuje fulvokyseliny, ktoré pôsobia ako stimulátory rastu.

Ako si vyrobiť kompostový čaj?

O našom úspechu rozhoduje nielen kvalita kompostu, ale tiež kvalita vody, ktorá by mala byť čerstvá a bez obsahu chlóru. To dosiahneme, ak použijeme dažďovú vodu, alebo aspoň necháme pár hodín odstáť vodu z vodovodného kohútika, aby chlór vyprchal.

Do nylonovej pančuchy vopcháme pár hrstí kvalitného kompostu. Vznikne nám niečo, ako obrie čajové vrecúško. Tu nastáva čas na experimentovanie. Každý recept na kompostový čaj si môžeme upraviť podľa seba pridaním niektorých overených výživných zložiek. Sem napríklad patrí jemná hlina, ktorá zabraňuje prílišnej kyslosti čaju, drobný popol z nechemicky ošetrovaného dreva (dodáva draslík a v menšej miere vápnik), sušené byliny: mladá žihľava (zlepšuje pôdne prostredie), harmanček, praslička (proti plesniam), púpava a kostihoj pridávajú cenné minerály. Morské riasy, nesírená melasa či kostná múčka podporujú množenie užitočných baktérií. Iní autori doporučujú malé množstvo tlejúcej vrstvy pôdy z lesa, chemicky neošetrovaná pôda z miesta kde sa vašim rastlinám darí najviac a úplne najlepším materiálom sú výlučky dážďoviek – tie môžu obsahovať až 30 000 rôznych druhov pôde prospešných baktérií. Výlučky dážďoviek nájdete v blízkosti kompostu.

Vybrané výživné zložky dáme do nádoby a pridáme melasu. Potrebné množstvo melasy je 2 polievkové lyžice melasy na 20 litrový sud. Na 200 litrový sud jeden pohár. To zabezpečí dostatok výživy pre pôdne baktérie na 3 dni. Pri ručnej výrobe kompostového čaju, bez prevzdušňovacích čerpadiel je potrebné byť na začiatku v záhrade aspoň 3 hodiny a každých 20 minút sud s vodou premiešať takým spôsobom, aby sa v ňom vytvoril vodný vír. Začneme miešať palicou krúživými pohybmi od kraja a krúživými pohybmi palicu presúvame smerom do stredu. Pár krát na jednu stranu, potom na druhú stranu. Čím väčší a rýchlejší vír vznikne, tým lepšie. Následne stačí miešať raz za čas, vždy keď budeme mať príležitosť.

Keď máme naše čajové vrecúško naplnené, ponoríme ho do pripravenej vody tak, aby pokrývalo dno nádoby a podeň zasunieme prevzdušňovaciu hadičku. Ak máme akvarijný motorček, ponoríme jeho hadičku rovnako pod pančuchu s kompostom a necháme dva dni prebublávať za občasného premiešania „čaju“. Ak máme len hadičku bez motorčeka, nezabúdajme fúknuť raz za čas do nej ústami, aby došlo k bublinkovaniu. Takto nám z vody skôr vyprchajú nežiadúce zložky a náš čaj sa začne „variť“. Môžeme však experimentovať s hustilkou na pneumatiky, či „žabou“ na nafukovanie lehátok a gumených člnov. Pozor však na spätný ťah, aby sme si „nevycucli“ vodu. Toto všetko by sa malo diať v teplom prostredí. Ideálnou teplotou rozumieme rozpätie 15 – 25°C a viac. Vtedy sa na našom čaji už po jednom dni objaví pena, ktorá bude neskôr bohatá. To znamená, že náš čaj je uvarený. Trvá to maximálne tri dni. Po tomto čase vytiahneme pančuchu s kompostom a náš čaj je hotový. Skúsení radia s použitím neatáľat, pretože cenné a pre rastliny užitočné látky pomerne rýchlo vyprchajú. Týmto výluhom potom môžeme zalievať všetky rastliny, ale oveľa lepší účinok má kompostový čaj ako postrek. Pri aplikácii na listy rastliny dostanú nielen dôležité makro aj mikro prvky pre ich zdravý rast a vývoj, ale tiež množstvo zložitých organických látok, antibiotík a enzýmov.

Na listoch po postreku priľne film, ktorý bráni patogénom, obmedzuje hubové aj bakteriálne choroby a navyše odpudzuje škodcov ako roztoče, vošky a mnoho ďalších.

Jednoduchý výluh z niečoho tak bežného ako je kompost tak pôsobí na rastliny i pôdu v ktorej rastú ako živá voda. A nie je náhodou, že John Evans, držiteľ niekoľkých svetových rekordov za obriu zeleninu uvádza ako kľúč k svojim pestovateľským úspechom práve kompostový čaj. Už po krátkej dobe pravidelného užívania čaju by malo byť viditeľné zlepšenie kvality porastu a koreňovej zóny vašej záhrady. Prostredníctvom postreku či zálievky kompostovým čajom rastlinám dodáte potrebné živiny, posilníte ich imunitu a súčasne ich ošetríte aj látkami, ktoré ich ochránia proti škodcom, chorobám a plesniam. Teda všetko, čo potrebujú, aby prosperovali. Tento čaj je teda plnohodnotnou a čisto prírodnou alternatívou chemických hnojív a pesticídov.

11. KOMPOSTOVANIE LESNÝCH ŤAŽOBNÝCH ZVÝŠKOV

Hromadenie zvyškov po ťažbe drevnej hmoty, ako je kôra, vetvy, ihličie, odrezky počas hospodárenia v lesoch môže spôsobovať komplikácie v celom reťazci spracovania dreva. Nadväzujúci celulózový a papierenský priemysel tiež produkuje veľké množstvo kôry a drevného odpadu, ktorého väčšina sa likviduje na skládkach kôry. Takáto hmota môže byť kontaminovaná pohonnými hmotami, olejmi, plastmi, rôznymi kovmi prípadne betónom a stavebným materiálom z podlažia a môže mať potenciálne negatívny vplyv na životné

prostredie kvôli svojej blízkosti k vodným plochám, alebo podzemným vodám. Kôra stromov vďaka svojim vlastnostiam a zloženiu blízko chemickému odpadu sa ťažko rozkladá. Hmota dlhodobo skladovaná na skládkach kôry je vodou nasiaknutý organický materiál, ktorý podlieha rôznym stupňom mikrobiologického rozkladu, je jeho najpriateľnejším spôsobom likvidácie kompostovanie. Spomedzi existujúcich technológií je kompostovanie v teréne najmenej nákladné a najjednoduchšie sa implementuje, ale viac závisí od podmienok prostredia, ktoré môžu ovplyvniť proces kompostovania. V chladnom podnebí sa kompostovanie v hromadách všeobecne považuje za nemožné, pretože hmota kompostu v hromade sa ochladí a proces sa zastaví. MARGINA et al., (2023) sa zamerali na proces poľného kompostovania zvyškov po ťažbe drevnej hmoty v haldách s prirodzeným prevzdušňovaním počas chladného obdobia v oblasti Perm v Rusku. Kompostovanie sa uskutočňovalo dvoma spôsobmi, s pridanými minerálnymi hnojivami a s minerálnymi hnojivami a mikrobiologickým inokulom. Pridanie minerálnych hnojív urýchlilo kompostovací proces oproti kontrole, prídavok inokulantu nemal významný vplyv na kompostovací proces. MCCARTNEY a EFTODA (2005) kompostovali splaškový kal a drevnú štiepku v pomere 1:2,5 v kanadskej Manitobe, pričom hroble boli založené koncom jesene, dokázali, že teplota vo vnútri haldy môže stúpnuť nad 65 °C, keď je teplota okolia nižšia ako – 20 °C. Štúdia LYNCH a CHERRY (1996) ukázala, že zimné kompostovanie maštalného hnoja a podstielky v pasívne prevzdušňovaných haldách je možné v južnom Idahu v USA, kde pri okolitých teplotách –15 až –28 °C dosahovali v halde termofilné teploty (priemerná teplota 50 °C). Na úspešnú implementáciu kompostovania v chladnom počasí je potrebné zvážiť niekoľko bodov. Hromady by sa mali ukladať pri priaznivých atmosférických teplotách. Ak sa zakládka kompostu vykonáva v najchladnejších mesiacoch zimy, proces kompostovania sa začne až po začatí obdobia jari a leta (MCCARTNEY a EFTODA, 2005). Čím vyššia je teplota suroviny počas vytvárania haldy, tým lepší bude výsledok kompostovania v chladnom počasí (WANG, Lin, et al. 2014). Udržiavanie počtu prevrátení haldy a intenzity prevzdušňovania na minime umožňuje udržať teplo a zabrániť výraznému vysychaniu kompostovej hmoty v zime. MARGESIN, et al. (2006) zistili, že nízky obsah vlhkosti je väčším limitujúcim faktorom pre kompostovanie ako nízka teplota. Ďalší výskum (HAUG, 2018) odporučil, pri použití prirodzeného prevzdušňovania sa vytvárali hromady vo výške <3 m, aby sa zabezpečilo dostatočné množstvo kyslíka v kompostovej zmesi. Existujú informácie o pozitívnych účinkoch inokulácie rôznych skupín kompostových zmesí mikroorganizmami s cieľom posilniť degradačné procesy a stupeň humifikácie kompostu (XI, et al. 2005, BAREENA et al. 2006). V niektorých prácach (BOLTA, et al. 2003) viedlo očkovanie k priaznivému zvýšeniu teploty v termofilnom štádiu kompostovania. Existujú aj iné práce, v ktorých neboli zistené žiadne priaznivé účinky očkovania na proces kompostovania (ACEVEDO et al. 2006). Najjednoduchším spôsobom inokulácie kompostovanej borovicovej kôry je prímесou zelenej hmoty rastlín do kompostu kde CZEKAŁA (2013) preukázal stimulačný vplyv na analyzované mikrobiologické indexy. V minulosti bol hlavným zdrojom dusíka pri kompostovaní kôry v Poľsku bezvodný amoniak, hlavne kvôli nízkym nákladom na aplikáciu. Pravidelne sa používal aj v iných krajinách bezvodý amoniak. Aplikácia dusíka na kôru, bez ohľadu na to, čo je jeho zdroj, zvýšilo množstvo rozpustných foriem v priemere šesť až jedenásťkrát. Skúsenosti s aplikáciou splaškových kalov z mestskej čistiarny odpadových vôd ako kondicionéra kompostu hodnotil Silva a kol. (2024). Jedenásť vplyvov výroby kompostu na životné prostredie sa

analyzovali pomocou nástroja LCA a hodnotil sa ich účinok na rast Borovice píniovej (*Pinus pinea*, L.) s použitím rašeliny ako referencie.

TROIS a kol. (2010) skúmali použiteľnosť nízkonákladových zdrojov uhlíka, ako je kompost zo záhradného odpadu a borovicová kôra, na denitrifikáciu teda kinetiku a výkonnosť substrátov pri odstraňovaní vysokých koncentrácií dusičnanov. Výsledky naznačujú, že po aklimatizácii (40 dní pre oba substráty) sa úplná denitrifikácia dosiahne za 10–20 dní pre borovicovú kôru a 30–40 dní pre kompost. KULIKOWSKA a SINDREWICZ (2018) zaznamenali nižšiu rýchlosť degradácie organickej hmoty zo splaškových kalov pri kôre ako pri jačmennej slame. Rovnako aj čas potrebný na intenzívnu tvorbu humínových látok bol dlhší pri kôre, ale ich kinetické konštanty boli menšie, a fulvická frakcia prevažovala oproti variantu so slamou. O využití kompostu z tuhého komunálneho odpadu (TKO) v lesníctve je dostupných málo informácií. Niektoré štúdie však ukázali, že kompost TKO má priaznivý vplyv na rast stromov (výška a biomasa) ROCKWOOD et al., 2012. Kvalita a bezpečnosť kompostu TKO je hlavným dôvodom, prečo nie je tak používaný vo väčšej miere (ROY et al., 2021).

Rôzni autori riešili túto problematiku pridávaním dusíkatých látok formou minerálnych hnojív, močoviny, kompostu, čistiarenských kalov alebo kompostu z tuhého komunálneho odpadu. Všetci sledovali základné parametre pre optimálnejší kompostovací proces. Zníženie pomeru C:N na 30 alebo až 15, zabezpečenie prevzdušnenia buď prekopávaním, premiešavaním zakládky, alebo vŕhaním stlačeného vzduchu cez perforované kovové potrubia blízko dna haldy. Zabezpečenie primeranej vlhkosti bolo dôležitejšie ako teplota haldy.

Zoznam použitej literatúry

- ALEXANDER, R. 2008. Compost market outlook. In BioCycle, 2008, Vol. 49, No. 1, p. 22
- ACEVEDO, M., ACEVEDO, L., RESTREPO-SÁNCHEZ, N., & PELÁEZ, C. (2005). The inoculation of microorganisms in composting processes: need or commercial strategy. Livestock research for rural development, 17, 12.
- BAREENA, R., PAGANS, E., FALTYS, G., & SÁNCHEZ, A. (2006). Effect of inoculation dosing on the composting of source-selected organic fraction of municipal solid wastes. Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology, 81(3), 420-425. <https://doi.org/10.1002/jctb.1418>
- BOLTA, S. V., MIHELIC, R., LOBNIK, F., & LESTAN, D. (2003). Microbial community structure during composting with and without mass inocula. Compost Science & Utilization, 11(1), 6-15. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2003.10702104>
- CHATURVEDI, S., A. KUMAR and B. SINGH. Utilizing Composted Jatropha & Neem cake and Tobacco Waste to sustain Garlic yields in Indo-Gangetic plains. Journal of Phytology, vol. 1, 2009, no. 6, s. 353 – 360.
- CZEKAŁA, J. (2013). Dynamics of changes of carbon and nitrogen compounds in the composting process of pine bark, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 58, 3, 81–90.)
- GIBSON, D.J. 2009. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press : Oxford, p. 305, ISBN 978-0-19-852919-4.
- GRIFFIN, T. S., HUTCHINSON, M. 2007. Compost Maturity Effects on Nitrogen and Carbon Mineralization and Plant Growth Compost Science & Utilization, In BioCycle, 2007, Vol. 48, No. 10, p. 48-54.

- HALBERG, N. Global development of organic agriculture: challenges and prospects. Cambridge, MA: CABI, 2006. 377 s. ISBN 978 – 184-5930 – 783.
- HAUG, RogerTim. The practical handbook of compost engineering. Routledge, 2018. <https://doi.org/10.1201/9780203736234>
- HEJÁTKOVÁ, K. a kol. 2003. Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálním kompostováním. Praha : VUZT, 2003. 62 str. ISBN 80-238-9749-7
- HOLÚBEK, R. – JANČOVIČ, J. – GREGOROVÁ, H. – NOVÁK, J. – ĎURKOVÁ, E. – VOZÁR, Ľ. 2007. Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. SPU : Nitra, 419 s. ISBN 978-80-8069-911-6.
- HUANG, D., GAO, L., CHENG, M., YAN, M., ZHANG, G., CHEN, S., DU, L., WANG, G., LI, R., TAO, J., ZHOU, W., YIN, L., 2022. Carbon and N conservation during composting: a review. Sci. Total Environ. 840, 156355.
- KOLLÁROVÁ, M., HÁJKOVÁ, V., STONAWSKÁ P. 2007. Údržba trvalých trávnych porastů jako prvků územního systému ekologické stability krajiny. In Ekológia trávneho porastu VII – medzinárodná vedecká konferencia: zborník prípevkov z Medzinárodnej vedeckej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku VÚTPHP a životného jubilea prof. Ing. Vladimíra Krajčoviča, Banská Bystrica, 2007. ISBN 978-80-88872-69-6, s. 411-416.
- KOMPOSTFORUM SCHWEIZ Grüngut besser verwerten - Information und Beratung. kompost.ch/[online]. 2008-13-01. Dostupné na << <http://www.kompost.ch>>>.
- KULIKOWSKA, D., SINDREWICZ, S. 2018. Effect of barley straw and coniferous bark on humification process during sewage sludge composting. In Waste Management. Sept.2018, vol.79.pp. 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.042>
- LICHNER, S. – MORHÁČ, P. – ŠANTA, M., FOLKMAN, I. – ŠINKOVIC, J. – KVIETOK, J. – LOBOTKA, I. 1977. Lúky a pasienky. Príroda : Bratislava, 423 s.
- LEHMAN, C.L. – TILMAN, D. 2000. Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities. American Naturalist 2000 (156) 5: 534-552.
- LYNCH, Nancy J.; CHERRY, Robert S. Winter composting using the passively aerated windrow system. Compost Science & Utilization, 1996, 4.3: 44-52. <https://doi.org/10.1080/1065657X.1996.10701839>
- MARGINA, Y., TROEUBOV, A., KULIKOVA, Y., SLIUSAR, N. Composting Old Bark and Wood Waste in Cold Weather Conditions. Sustainability 2023, 15, 10768. <https://doi.org/10.3390/su151410768>
- MARGESIN, Rosa; CIMADOM, Jan; SCHINNER, Franz. Biological activity during composting of sewage sludge at low temperatures. International Biodeterioration & Biodegradation, 2006, 57.2: 88-92. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2005.12.001>
- MCCARTNEY, D., EFTODA, G. Windrow composting of municipal biosolids in a cold climate. Journal of environmental engineering and science, 2005, 4.5: 341-352. <https://doi.org/10.1139/s04-068>
- MOŇOK, B. 2001. Bioodpad problém? Riešenie kompostovanie! In Enviromagazín, 2001, roč.6, č. 6, s.28-29,34. ISSN 1335-1877.
- MOŇOK, B. Biopreparáty na urýchlenie kompostovania. Biom.cz[online]. 2002-11-27. Dostupné na: <<<http://biom.cz/index.shtml?x=110765>>>. ISSN: 1801-2655
- NOSKOVIČ, J. 2003. Ochrana a tvorba životného prostredia. Nitra : SPU, 2003. 141 s. ISBN 80-8069-263-7
- NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. Patria : Prievidza, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.
- POLLÁK, Š., JAVORKA, J. 2010. Využitie prebytočnej biomasy formou kompostovania s návrhom na modelové technologické riešenie Záverečná správa za subetapu. Banská Bystrica: CVRV - VÚTPHP, 2010. 25 s. + 6 tab., 2 graf. - Lit. 15.
- REGAL, V., KRAJČOVIČ, V. 1963. Pícninářství. Praha : SZN, 1963. 466 s.

- REYES-TORRES, M., OVIEDO-OCAÑA, E., DOMINGUEZ, I., KOMILIS, D., SÁNCHEZ, A., 2018. A systematic review on the composting of green waste: feedstock quality and optimization strategies. *Waste Manag.* 77, 486–499.
- ROCKWOOD, D., BECKER, B., OZORES-HAMPTON, M., 2012. Municipal solid waste compost benefits on short rotation woody crops. *Compost Sci. Util.* 20, 67–72.
- ROY, E.D., ESHAM, M., JAYATHILAKE, N., OTOO, M., KOLIBA, C., WIJETHUNGA, I.B., FEIN- COLE, M.J., 2021. Compost quality and markets are pivotal for sustainability in circular food-nutrient systems: a case study of Sri Lanka. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, 748391.
- SERAFINI, LF., FELICIANO, M., RODRIQUES, MA., GONÇALVES, A. 2023. Systematic review and meta-analysis on the use of LCA to assess the environmental impacts of the composting process. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15021394>
- SILVA, M., E., F., SAETTA, R., RAIMONDO, R., José Manuel COSTA., J., M., FERREIRA, J., V., BRÁS, I. 2024. In *Environmental Science and Pollution Research*. Forest waste composting—operational management, environmental impacts, and application. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32279-0>
- SINGER, J.W., MALONE, R.W., TOMER, M.D., MEADE, T.G., WELCH, J. 2006. Compost effect on water retention and native plant establishment on a construction embankment. In *Journal of Soil and Water Conservation*. 2006, Vol. 61, no. 5. pp. 268-273.
- STARZYK, J., CZEKAŁA, W. 2014. The influence of admixtures accelerating the pine bark composting process on variation in the bacteriological state of composts. In *Archives of environmental protection*. 2014, vol.40, no. 4, pp. 125-135, ISSN 2083-4772, DOI: 10.2478/aep-2014-0044
- TROIS, C., PISANO, G., OXARANGO, L. 2010. Alternative solutions for the bio-denitrification of landfill leachates using pine bark and compost. In *Journal of Hazardous Materials*, 2010. vol. 178, no 1-3, 15 June 2010, pp 1100-1105, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.01.054>
- VYHLÁŠKA MP SR zo 6. júla 2005. Z.z. č. 338/2005, Čiastka 142 ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdných vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd, zisťovania pôdných vlastností lesných pozemkov a o vedení evidencie hnojenia pôdy a stavu výživy rastlín na poľnohospodárskej pôde a na lesných pozemkoch
- WANG, Lin, et al. Isolation and application of thermophilic and psychrophilic microorganisms in the composting process. *Waste and Biomass Valorization*, 2014, 5: 433-440. <https://doi.org/10.1007/s12649-013-9253-8>
- WOLF, B. and G. H SNYDER. Sustainable soils: the place of organic matter in sustaining soils and their productivity. New York: Food Products Press, 2003c. 352 s. ISBN 15 – 602-2917 – 9.
- XI, Beidou; ZHANG, Guojun; LIU, Hongliang. Process kinetics of inoculation composting of municipal solid waste. *Journal of hazardous materials*, 2005, 124.1-3: 165-172, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.04.026>

Internetové zdroje:

- <https://www.hobbyportal.sk/zahrada-a-priroda/zahradkarcenie/kompostovy-caj-hnojivo-za-ktore-vas-budu-rastliny-milovat>
- <https://www.pestovanie.eu/kompostovy-caj/>
- <https://www.priateliazeme.sk/spz/co-je-kompostovanie/vyuzitie-kompostu>

Podakovanie: Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore RPVV „Environmentálne prínosy inovatívnych stratégií obhospodarovania trávnych porastov a využitia krajiny“, financovaného z kontraktu 1092/2022/MPRVSR–930.

Podakovanie patrí všetkým spoluautorkám tejto príručky: Ing. Mariane Jančovej, PhD., Ing. Zuzane Dugátovej nielen za spoluautorstvo tohto textu, ale aj za dlhoročnú spoluprácu na pokusoch, z ktorých výsledkov sme čerpali. Rovnako podakovanie patrí Ing. Jozefovi Javorkovi, ktorý sa ako prvý venoval kompostu z TTP a biologickým prípravkom, z ktorých výsledkov sme čerpali v prvých kapitolách tejto príručky.

Ďalšie podakovanie patrí kolegyni RNDr. Alene Rogožníkovej ktorá sa dlhodobo venovala pôdnym rozboroch a mikrobiológii pôdy. Rovnako nemôžeme nespomenúť pracovníčky laboratória NPPC-VÚRV-ÚTPHP Banská Bystrica, a tiež kolegov Ing. Zuzanu Kováčikovú, PhD., a Ing. Norberta Britaňáka, PhD.

Názov:	Využitie fytomasy trávnych porastov na kompostovanie
Autori:	RNDr. Štefan Pollák Ing. Mariana Jančová, PhD. Ing. Zuzana Dugátová
Editori:	RNDr. Štefan Pollák Ing. Mariana Jančová, PhD. Ing. Zuzana Dugátová
Grafická úprava:	RNDr. Štefan Pollák Ing. Mariana Jančová, PhD. Ing. Zuzana Dugátová
Autori fotografií:	RNDr. Štefan Pollák Ing. Zuzana Dugátová Ing. Mariana Jančová, PhD.
Vydanie:	prvé
Vydavateľ:	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby – Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Rok vydania:	2023
Počet strán:	56
Tlač:	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby – Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Formát:	A5
Náklad:	100 ks

Nepredajné

ISBN 978-80-89800-23-0

EAN 9788089800230



ISBN 978-80-89800-23-0

EAN 9788089800230