



Výzkum
a vývoj

dekonta



OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE VERMIKOMPOSTOVÁNÍ ČISTÍRENSKÝCH KALŮ



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



ISO 9001
ISO 14001
ISO 45001



Responsible Care®

Identifikační
a kontaktní
údaje
zhotovitele:

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčeves
Kontaktní adresa: Volutová 2523, 158 00 Praha 5
IČ: 25006096
Tel.: + 420 235 522 252 – 3
E-mail: info@dekonta.cz , <http://www.dekonta.cz>

Objednatel /
Původce /
Zadavatel /
Odběratel:

Ministerstvo zemědělství
Těšnov 65
110 00 Praha 1

Kontaktní
osoba:

RNDr. Petra Innemanová, Ph.D.

Typ zprávy:

Ověření technologie vermikompostování čistírenských kalů

Číslo zakázky:

989 161

Zakázka:

Projekt NAZV č. QK1910095 s názvem „Využití vermikompostování k eliminaci mikropolutantů za účelem bezpečné aplikace čistírenského kalu na zemědělskou půdu.“

Odpovědný řešitel:

RNDr. Petra Innemanová, Ph.D., řešitel projektu

Přezkoumal:

Ing. Petra Najmanová, Ph.D., vedoucí oddělení Výzkumu a vývoje

Schválil:

Ing. Jan Vaněk, MBA, člen představenstva

Datum zpracování:

15. prosince 2023

Kopie č.:

1 2 3

Rozdělovník:

MZe, DEKONTA, a.s.

Dokument obsahuje tyto části:

1. Úvod
2. Popis parametrů ověřovacího procesu
3. Výsledky ověření
4. Ekonomické přínosy
5. Shrnutí

Ověřená technologie vermikompostování čistírenských kalů byla realizována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV, č. QK1910095.

1. ÚVOD

Vermikompostování je jednou z možností úpravy čistírenských kalů před jejich dalším využitím. Čistírenský kal je vhodný k využití na zemědělské půdě díky vysokému obsahu živin a organické hmoty, nevýhodou může být přítomnost různých rizikových látek, případně patogenů. Bylo zjištěno, že během vermikompostování dochází k významnému úbytku patogenních organismů, jako jsou bakterie či hlístice (Eastman a kol., 2001). Vermikompostování tak může být vhodným procesem pro úpravu a valorizaci kalů před aplikací na půdu. Odvodněné kaly je před vermikompostováním vhodné míchat s dalším organickým materiálem (Plíva a kol., 2016). Přidáním materiálů jako je sláma, štěrka či papír napomáhá vyrovnaní poměru C/N ve směsi a často vede k tomu, že je tato směs vhodnějším substrátem pro žížaly – přidané složky fungují jako tzv. „bedding“ materiál (Ghandarijani a kol., 2022; Munroe, 2007).

Vermikompost, ve srovnání s kompostem, obsahuje větší množství nutrientů důležitých pro růst rostlin, jako jsou dusičnany, fosfor, draslík, vápník či hořčík, a to v dostupnější formě. Díky přítomnosti růstových hormonů a enzymů dochází ke zvýšení mikrobiální aktivity a nárůstu biodiverzity v půdě. Aplikací vermikompostu do půdy dochází ke zvýšení pórovitosti půdy a provzdušnění, což vede ke zlepšení podmínek pro růst kořenového systému rostlin, a tedy zvýšení produkce plodin. Půdy, na které byl vermikompost aplikován, také vykazovaly vyšší retenci vody, protože vermikompost je navíc zdrojem potřebné organické hmoty (Lim a kol. 2015).

Cílem ověřovacího procesu bylo sledování účinnosti hygienizace při vermikompostování a kombinaci vermikompostování s předkompostováním anaerobně stabilizovaných odvodněných čistírenských kalů. V první etapě ověřovacího procesu (lokalita Hrbov) byly navíc sledovány jakostní znaky kompostu dle ČSN 46 5736 Vermikomposty, dále rizikové látky dle Vyhlášky č. 273/2021 Sb. a stabilita výsledného produktu na základě parametru AT_4 a měření aktivity vybraných enzymů. Bylo zjištěno, že kromě obsahu patogenů jsou limity pro ostatní rizikové látky splněny již u vstupního materiálu. V druhé etapě

ověřovacího procesu (lokalita Slaný) byly již z tohoto důvodu sledovány pouze hygienizační účinky procesu, a to ve spolupráci s Laboratoří hygieny půdy a odpadů Státního zdravotního ústavu (SZÚ).

2. POPIS PARAMETRŮ OVĚŘOVACÍHO PROCESU

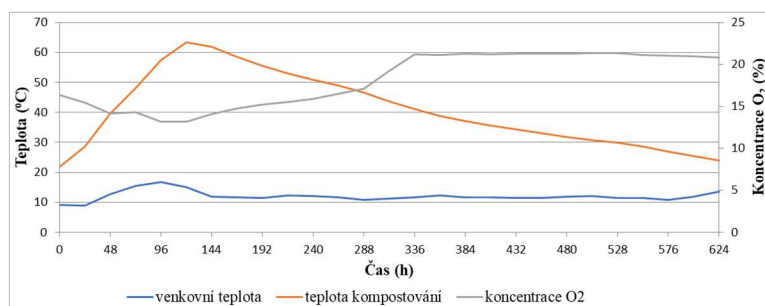
Ověřovací proces probíhal ve dvou etapách, a to při poloprovozním ověřování vermikompostování směsi čistírenského kalu a dřevní štěpky i) v zemním izolovaném vermikompostéru (lokalita Hrbov) a ii) při poloprovozních testech v areálu firmy DEKONTA, a.s. (lokalita Slaný). Každý z provozovaných vermikompostérů má celkový pracovní objem cca 10 m³.

2.1. Lokalita Hrbov

Ověřovací proces na lokalitě Hrbov probíhal v období 05/2021 až 05/2022.

2.1.1. Odběr a předúprava kalu

Odvodněný, anaerobně stabilizovaný kal byl odebrán ze středně velké čistírny odpadních vod lokalizované v jižních Čechách (kapacita 33 tis. ekvivalentních obyvatel). Březová štěpka byla zakoupena u firmy zabývající se úpravou zahrad. Jeden kubický metr kalu byl v provozní hale vermikompostárny Florium v Ostrově u Prachatic manuálně promíchán se štěpkou v objemovém poměru 1 : 1,5 (kal: štěpka). Vzniklo tak 2,5 m³ směsi, která byla dále rozdělena na dva díly. První díl o objemu 1 m³ byl převezen do segmentu B polního vermikompostéru u obce Hrbov (viz. kapitola 2.1.2.). Tato varianta byla označena jako B. Zbývající materiál byl v provozní hale zarovnán do zakládky ohraničené bednami z pěnového polypropylenu. Dovnitř zakládky byla instalována perforovaná hadice a provzdušňování bylo zajištěno pomocí vývěvy s regulací průtoku vzduchu na základě odezvy čidla na měření koncentrace O₂. Do zakládky byla dále umístěna čidla na snímání teploty. Řízené předkompostování směsi kalu a štěpky probíhalo po dobu 4 týdnů, maximální dosažená teplota byla 60 °C (viz. Obr. 1).



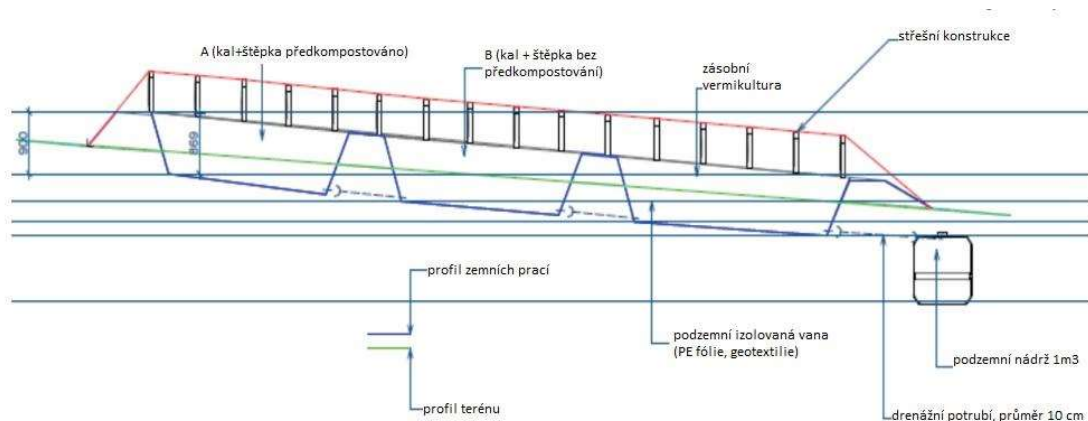
Obrázek 1: Záznam teploty a koncentrace O_2 při kompostování, předkompostování v hale kompostárny Florium, s.r.o.

Poté byl předkompostovaný materiál rozdělen na dvě části. Jeden metr kubický kompostu byl převezen do polního vermikompostéru, kde byl umístěn do segmentu A (varianta A). V části B mezitím po tuto dobu probíhalo vermikompostování směsi kalu a štěpky, která nebyla předkompostována.

Zbývající část předkompostované směsi o objemu $0,5\text{ m}^3$ byla ponechána v plastovém IBC kontejneru o objemu 1 m^3 jako varianta P - pouze kompostování bez následného vermikompostování.

2.1.2. Popis polního pokusu na lokalitě Hrbov

Polní pokus byl založen ve spolupráci s vermikompostárnou Florium, s.r.o. se sídlem v Ostrově u Prachatic. Zemní vermikompostér je umístěn na pozemku vermikompostárny nedaleko obce Hrbov u Lhenic. Jeho instalace proběhla v roce 2019. Vermikompostování v polních podmínkách probíhá ve třech izolovaných vanách (viz. Obr. 2 a 3). Vlastní experiment probíhal v segmentech A a B polního vermikompostéru. Pracovní objem těchto segmentů je 3 m^3 . Třetí část o pracovním objemu $3,5\text{ m}^3$ sloužila jako rezervní zásoba vermikultury. V sezóně, která předcházela experimentu, byla ve všech částech polního vermikompostéru namnožena vermikultura žížaly kalifornské *Eisenia andrei* na směsi čistírenského kalu z nedaleké ČOV a slámy, což je detailněji popsáno v publikaci Innemanové a kol. (2022). Segmenty A a B byly poté rozděleny perforovanou přepážkou na tři části, o pracovním objemu každé z nich 1 m^3 .

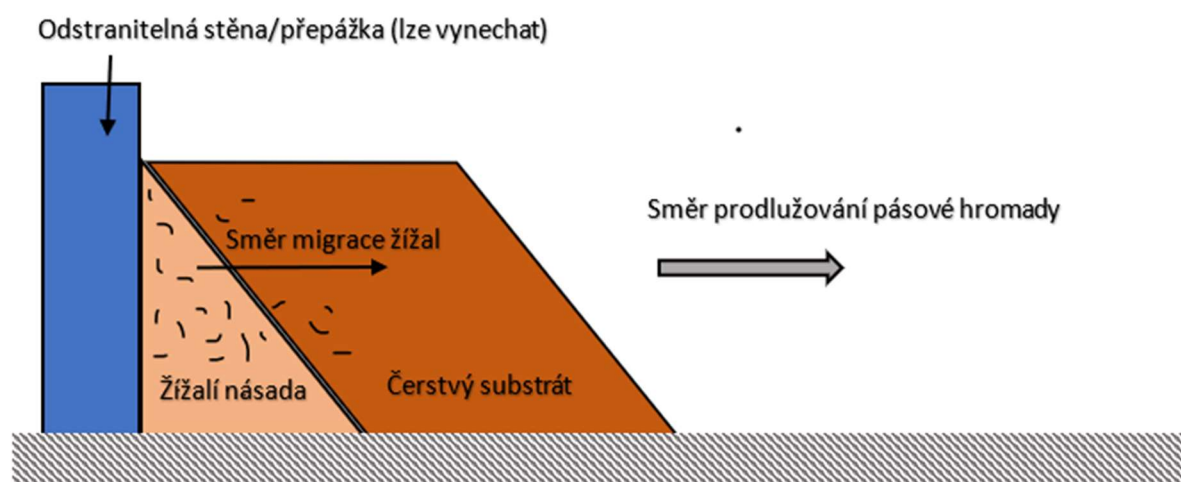


Obrázek 2: Schéma zemního vermikompostéru



Obrázek 3: Polní vermikompostér - lokalita Hrbov (segmenty A a B byly rozděleny perforovanou přepážkou pro testování tzv. „wedge“ systému krmení žížal)

Tento způsob rozdělení umožňuje testování tzv. „wedge“ systému příkrmování žížal, kdy je nový substrát přidáván z boku a žížaly migrují za potravou v horizontálním směru (Munroe, 2007) (Obr. 4).



Obrázek 4: „Wedge“ systém vermikompostování

Před zahájením testu vermikompostování směsi kalu a štěpky bylo inokulum žížaly kalifornské na směsi kalu a slámy umístěno v první třetině každého segmentu A a B rozdělených perforovanou přepážkou. Směs kalu a štěpky (varianta B) a kalu a štěpky po předkompostování (varianta A) byly přidány vedle inokula do prostřední části každého segmentu, žížaly tak mohly volně migrovat za čerstvou potravou v horizontálním směru.

2.1.3. Test účinnosti hygienizace s vneseným organismem

2.1.3.1. Princip testu

Test s vneseným organismem je standardizovaná metoda, která se používá pro kompostárny a bioplynové stanice jako kontrola správnosti procesu a účinnosti hygienizace. Do patrony, která se později vkládá do testovaného procesu, se naočkuje testovaný organismus o určité koncentraci, která je větší, než 10^5 KTJ/g, a je hodnoceno, zda dochází k jeho úbytku díky probíhajícímu procesu. Za úspěšný průběh procesu hygienizace se považuje pokles indikátorového mikroorganismu o pět řádů a více (Matějů, 2009). Pro ověření metody v první fázi (lokalita Hrbov) byl tento test modifikován tak, aby bylo možné porovnat patrony, které umožňovaly vniknutí žížal přímo do nosného substrátu a patrony, kde bylo proniknutí žížal zabráněno tkaninou Uhelon.

2.1.3.2. Pracovní postup

Směs zralého vermikompostu s čistírenským kalem v poměru 1:1 (obj.) byla přeseta a sterilizována v autoklávu a následně naočkována organismem *E. coli* o průměrné koncentraci $2,7 \cdot 10^6$ KTJ/g. Do perforovaných patron o objemu přibližně 100 ml bylo naváženo 40 g této směsi. U části patron byl substrát navíc umístěn do váčku z tkaniny Uhelon pro zabránění vniku žížal do patrony. Na víčka patrony byl umístěn barevný provázek – bílý, pro označení patron, do kterých žížaly mohou vniknout, a modrý pro označení patron s tkaninou, u kterých žížaly nemohou vniknout k substrátu. Do varianty B bylo umístěno celkem 15 bílých a 15 modrých patron. V časových intervalech 28, 180 a 372 dní, došlo k vytažení pětice vzorkovnic od každé barvy pro následnou analýzu. Do zakládky určené k předkompostování bylo umístěno 25 bílých a 10 modrých patron. Po proběhnutí termofilní fáze (prvních 28 dní) došlo k vyzvednutí prvních pěti bílých patron (v této fázi pokusu se ještě žížaly nevyskytovaly). Poté došlo k rozdělení na variantu P (dokompostování bez vlivu žížal), ve které bylo ponecháno 10 bílých patron a variantu A, která byla převezena do polního vermikompostéru spolu se zbývajících 10 bílými a 10 modrými patronami. Stejně jako u varianty B byla po 180 a 372 dnech vyzvednuta vždy pětice bílých a pětice modrých patron z varianty A a pětice bílých patron z varianty P. Patrony byly vždy po vyzvednutí uloženy v přenosné chladničce a převezeny do laboratoře k mikrobiologickému stanovení obsahu organismu *E. coli*. Jako kontrola sloužila sada 15 Petriho misek obsahujících stejné množství směsi s vneseným mikroorganismem. Misky byly uloženy při laboratorní teplotě po peticích v plastovém sáčku proti vysychání, který nebyl hermeticky uzavřený. S každou vzorkovací kampaní byl stanoven obsah *E. coli* v pěti miskách.



Obrázek 5: vzorkovnice s tkaninou Uhelon



Obrázek 6: Umístění patron v pokusu před překrytím dalším materiálem

Z každé patrony (případně Petriho misky) bylo odebráno 10 g substrátu, který byl rozmíchán a louhován v 200 ml fyziologického roztoku po dobu 1 h. Z roztoku byla připravena desetinasobným ředěním do sterilního fyziologického roztoku ředící řada. 1 ml roztoku z ředící řady (v případě očekávaných nižších koncentrací přímo z původní 200 ml suspenze) byl následně filtrován přes MCE filtrační papír o průměru 47 mm a velikosti pórů 0,45 μm , který byl umístěn na agarovou plotnu s M-FC agarem. Agarové plotny byly kultivovány v termostatu při 44 °C po dobu 20 hodin. Po 20 hodinách

inkubace byl filtrační papír s koloniemi přenesen sterilní pinzetou na COLI test, který byl předem zvlhčený 1 ml sterilního fyziologického roztoku a ponechán k inkubaci v Petriho misce při 30 °C po dobu 2 hod. Následně došlo k odečtení počtu kolonií *E. coli* pod UV lampou (kolonie, které modře fluoreskují). Výsledek byl přepočítán podle použitého ředění tak, aby mohl být vyjádřen v KTJ/g původního vzorku.

2.1.4. Enzymatická aktivita

2.1.4.1. Princip testu

Pro sledované enzymy jsou k dispozici tzv. fluorogenní substráty. Názvy substrátů a příslušného enzymu, který daný substrát štěpí, jsou uvedeny v Tab. 1.

Tabulka 1: ázvy substrátů a stanovované enzymy

Zkratka substrátu	Název substrátu	Stanovovaný enzym
MUF - A	4-methylumbelliferylacetate	esteráza
MUF - G	methylumbelliferyl β -D-glukopyranoside	β -D-glukosidáza
MUF - P	4-methylumbelliferyl-phospate	kyselá fosfatáza
MUF - S	4-methylumbelliferylsulphate potassium salt	arylsulfatáza
MUF - N	methylumbelliferyl-N-acetylglucosaminide	chitináza
MUF - C	4-Methylumbelliferyl β -D-cellobioside	cellobiohydroláza

Díky aktivitě daného enzymu dochází k odštěpení příslušného substituentu a vzniká fluoreskující 4 - methylumbelliferone (MUF). Hodnoty enzymatické aktivity ve vermikompostu závisí na druhu použité suroviny, fázi zralosti vermikompostu, a také použitým technologickým postupem a hustotě a aktivitě žízá (Hanč a kol., 2022).

2.1.4.2. Pracovní postup

Odběr vzorků pro stanovení aktivity enzymů se uskutečnil po 6 měsících od začátku pokusu. Z každé varianty bylo odebráno 5 dílčích vzorků o hmotnosti cca 200 g. Vzorky kompostu a vermikompostů byly přesítovány přes síto o velikosti oka 6 mm a v množství 50 g od každého vzorku a poté zlyofilizovány a uloženy do mrazáku při teplotě - 80 °C. Z lyofilizovaných vzorků bylo poté naváženo 2 g, které byly následně pomocí přístroje Ultra-Turrax rozmixovány v 200 ml pufrálního roztoku. Octanový pufrální roztok byl připraven z 500 ml destilované vody, 1,39 g octanu sodného a 0,45 ml kyseliny octové. Fluorogenní substráty sledovaných enzymů byly naředěny následujícím způsobem: vždy do 10 ml DMSO (dimethylsulfoxid) bylo naváženo 2,7 mg 4-methylumbelliferylacetate (MUF-A), 9,3 mg 4-methylumbelliferyl β -D-glukopyranoside (MUF-G), 7,0 mg 4-methylumbelliferyl-phospate (MUF-P) 7,4

mg 4-methylumbelliferyl sulphate potassium salt (MUF-S), 3,8 mg 4-methylumbelliferyl-N-acetylglucosaminide (MUF-N) a 5,6 mg 4-Methylumbelliferyl β -D-cellobioside (MUF-C).

Jednotlivé vzorky a enzymy byly pipetovány do černé 96 jamkové destičky s plochým dnem jamek tak, aby byl každý dílčí vzorek proměřen ve třech opakování s každým z použitých fluorogenních substrátů a zároveň byla pro každý dílčí vzorek proměřena osmibodová kalibrační křivka podle schématu na obrázku č. 7. Destička byla bezprostředně po napipetování činidel a vzorků překryta transparentním víkem a umístěna do vytemperované komory destičkového absorpčního a fluorescenčního spektrofotometru Infinite M200 Pro od firmy Tecan. Kalibrační řada byla připravena z 0,01 mM, 0,1 mM a 1 mM roztoku methylumbelliferolu (MUF) a DMSO podle schématu na Obr. 7. Po 5 minutách inkubace při 40 °C byla poprvé změřena fluorescence daného substrátu při nastavení excitační vlnové délky 355 nm, a emisní vlnové délky 460 nm. Druhé měření proběhlo po 2 hodinách od prvního měření, tedy po 2 h a 5 min. od vložení destičky do přístroje. Z rozdílu počáteční a konečné hodnoty byla vypočítána enzymatická aktivita daného vzorku.

Název vzorku												
Hrbov A 1:100	mufG	mufG	mufG	mufP	mufP	mufP	mufS	mufS	mufS	mufN	mufN	mufN
	mufA	mufA	mufA	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov A-ž 1:100	mufG	mufG	mufG	mufP	mufP	mufP	mufS	mufS	mufS	mufN	mufN	mufN
	mufA	mufA	mufA	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Prachatice 1:100	mufG	mufG	mufG	mufP	mufP	mufP	mufS	mufS	mufS	mufN	mufN	mufN
	mufA	mufA	mufA	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov B 1:100	mufG	mufG	mufG	mufP	mufP	mufP	mufS	mufS	mufS	mufN	mufN	mufN
	mufA	mufA	mufA	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM

Název vzorku												
Hrbov B-ž 1:100	mufG	mufG	mufG	mufP	mufP	mufP	mufS	mufS	mufS	mufN	mufN	mufN
	mufA	mufA	mufA	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov A 1:100	b-glukanáza	b-glukanáza	b-glukanáza	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov A-ž 1:100	b-glukanáza	b-glukanáza	b-glukanáza	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Prachatice 1:100	b-glukanáza	b-glukanáza	b-glukanáza	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov B 1:100	b-glukanáza	b-glukanáza	b-glukanáza	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM
Hrbov B-ž 1:100	b-glukanáza	b-glukanáza	b-glukanáza	blank	10ul0,01mM	20ul0,01mM	50ul0,01mM	20ul0,1mM	50ul0,1mM	10ul1mM	20ul1mM	50ulmM

Obrázek 7: Schéma zaplnění destiček

2.1.5. Ekotoxikologický test na semenech konopí setého (*Cannabis sativa*)

2.1.5.1. Princip testu

Ekotoxikologický test na semenech konopí setého byl prováděn za účelem porovnání fytotoxicity výluhů jednotlivých variant pokusu. Konopí seté (*Cannabis sativa*) jako testovaný organismus bylo zvoleno z důvodu navazujících pěstebních pokusů, které nejsou předmětem tohoto ověřovacího procesu. Konopí seté je jednoletá dvoudomá rostlina z čeledi *Cannabaceae*, konopovitě. Je to 80 - 350 cm vysoká rostlina se vzpřímenou lodyhou, má dlanitě 5 - 7 čtené listy, které jsou hrubě zubaté. Samičí rostliny jsou vyšší a mají tmavší barvu, samičí květy jsou úžlabní, samčí květy latnaté. Plodem jsou šedozelené nažky obalené listenem, semena jsou zbarvena do žlutohnědé až hnědé.

2.1.5.2. Pracovní postup

Vzorky vermikompostů a kompostu z polního pokusu byly naváženy dle Tab. 2 do 100 ml destilované vody, zamíchány skleněnou tyčinkou a hodinu ponechány louhovat. Stejně, jako v případě měření aktivity enzymů, bylo odebráno z každé varianty pět dílčích vzorků, které byly označeny A a-e (varianta A - vermikompostování s předkompostováním) B a-e (varianta B – pouze vermikompostování) a P a-e (varianta P – pouze kompostování bez přístupu žížal). Výluhy byly následně přefiltrovány přes filtrační papír. Do Petriho misek byly vloženy 3 vrstvy filtračního papíru. Na jednotlivé Petriho misky bylo napipetováno 10 ml výluhu jednotlivých vzorků, tak aby se částečně vsákly a poskytovaly semenům dostatečnou vlhkost. Od každého vzorku výluhu byly provedeny dvě opakování. Do takto připravené Petriho misky bylo vloženo 15 semen, která byla předtím 20 minut louhována v destilované vodě. Semena byla rovnoměrně rozložena po celé Petriho misce. Petriho misky byly umístěny do tmavé místnosti s teplotou 20 – 21 °C na 72 hodin. Po 72 hodinách byla měřena délka kořenu školním pravítkem s přesností na 1 mm. Jako kontrolní vzorek byla sledována klíčivost semen na Petriho misce s destilovanou vodou.

Tabulka 2: Navážky ekotoxikologického testu na semenech konopí setého

	sušina ϕ	navážka do 100 ml
Varianta A	33,3 %	30 g
Varianta B	33,3 %	30 g
Varianta P	37,2 %	26,9 g

2.1.6. Ostatní sledované parametry

Stanovení obsahu rizikových látek dle Vyhlášky č. 273/2021 Sb. bylo provedeno v akreditované laboratoři firmy DEKONTA, a. s. v Ústí nad Labem. Jedná se o stanovení obsahu vybraných těžkých kovů a organických látek ze skupin PCB, PAU a AOX ve vstupním materiálu a kompostu, resp. vermikompostu po šesti měsících procesu.

2.2. Lokalita Slaný

V areálu vodohospodářsky zajištěné dekontaminační plochy firmy DEKONTA, a.s. ve Slaném byl realizován druhý ověřovací pokus hygienizace čistírenských kalů. Test probíhal v období 05/2023 až 11/2023.

2.2.1. Odběr a předúprava kalu

Odvodněný, anaerobně stabilizovaný kal byl odebrán ze středně velké čistírny odpadních vod ve středních Čechách s podobnými parametry jako u testu popsaném v kapitole 2.1. Kal byl promíchán s vylehčujícím materiálem ve stejném poměru, jako u předchozího experimentu. K manipulaci s materiálem byl použit nakladač Komatsu SK510-5.

2.2.2. Popis poloprovozního testu na lokalitě Slaný

Technický náčrtek poloprovozního zařízení na ověření technologie je součástí dokumentu „Poloprovoz zařízení na vermikompostování čistírenských kalů s možností předkompostování v termofilním režimu“, který je dalším doloženým aplikovaným výsledkem tohoto projektu. Princip a popis zařízení je zde proto uveden pouze stručně:

Na zpevněné vodohospodářsky zajištěné ploše je půdorys vermikompostoviště ohraničen po delších stranách betonovými bloky o výšce 80 cm. Poloprovozní zařízení (viz. Obr. 8 a 9) umožňuje testování vermikompostování tří po sobě jdoucích zakládek o objemu 3 m³ v systému „wedge“, tedy s přidáváním čerstvé zakládky z boku a následnou migrací žíhal do čerstvého materiálu v horizontálním směru. Při navážení směsi kalu a vylehčujícího materiálu jsou do první třetiny koridoru ve spodní části vodorovně uloženy perforované polyethylenové trubky o průměru 90 mm, které jsou po překrytí materiálem zakládky napojeny na vývěvu (případně ventilátor) a pravidelným spínáním vzduchovacího zařízení (v tomto případě ventilátoru Huawei REH-2E o výtlačku vzduchu 650 m³/h) je zajištěn rychlý náběh termofilní fáze kompostování. Během testů byla v základce umístěna čidla pro průběžný

monitoring teploty. Teplota byla také orientačně kontrolována zapichovacím teploměrem. Zakládka byla překryta vrstvou slámy a nepromokavou plachtou pro eliminaci aktuálních vlivů počasí, především deště a zarovnání výkyvů teploty v průběhu dne.



Obrázek 8 a 9: Poloprovoz „wedge“ systému vermikompostování na dekontaminační ploše Slaný a příprava zakládky – zasypávání provzdušňovacích trubek a patron s indikátorovým mikroorganismem

Po proběhnutí předkompostovací fáze byly provzdušňovací trubky pomocí nakladače posunuty do nové pozice a na povrch předkompostovaného materiálu byla umístěna zavlažovací hadice kapkové závlahy a materiál zakládky byl poté překryt vrstvou slámy a nepromokavou plachtou. V této fázi dochází k horizontální migraci žížal z přilehlé zakládky předchozí etapy. Na opačném (volném) konci hromady je možné zahájit novou etapu předkompostování čerstvé zakládky.

2.2.3. Test s vnesenými mikroorganismy pro kontrolu účinnosti hygienizace na lokalitě Slaný

Během poloprovozního testu č. 2 (umístění zakládky ve druhé třetině koridoru) byla účinnost hygienizace ověřena pracovníky Státního zdravotního ústavu (viz. Obrázek 10 a 11).



Obrázek 10 a 11: Instalace patron (stripů) s indikátorovými mikroorganismy na lokalitě Slaný

Do zakládky bylo umístěno celkem 20 ampulí – plastových vzorkovnic, z nichž 10 obsahovalo kompost spikovaný indikátorovými mikroorganismy *Escherichia coli* (vstupní koncentrace $4,7 \times 10^8$ KTJ/strip) a *Enterococcus faecium* (vstupní koncentrace $5,7 \times 10^8$ KTJ/strip). Do zbylých 10 vzorkovnic byla vnesena *Salmonella Senftenberg* (vstupní koncentrace $8,8 \times 10^8$ KTJ/strip).

Po ukončení termofilní fáze (06/2023) byla na vrchol zakládky umístěna kapkovací hadice a materiál byl překryt vrstvou slámy a nepromokavou plachtou. Fáze vermikompostování však byla zahájena již dříve, protože během chladnutí zakládky žížaly samovolně migrovaly do čerstvého materiálu. K vyjmutí patron pracovníci SZÚ došlo 2. 11. 2023. Zároveň bylo odebráno devět vzorků kompostu na stanovení obsahu termotolerantních koliformních bakterií, *E. coli* a salmonely dle požadavků Vyhlášky č. 273/2021 Sb. Výsledky byly předány formou akreditovaných protokolů.

3. VÝSLEDKY OVĚŘENÍ

3.1. Výsledky testu na lokalitě Hrbov

Vývoj obsahu vneseného indikátorového mikroorganismu *E. coli* v jednotlivých variantách a kontrole je patrný z Tabulky č. 3. Uvedené hodnoty kolonie tvořících jednotek (KTJ) na g vzorku jsou průměrem hodnot z pěti odebraných patron (nebo Petriho misek v případě kontroly). Sloupeček označený jako 06.05.2021 obsahuje vstupní hodnoty obsahu *E. coli* v substrátu, který byl plněn do patron. Patrony byly z jednotlivých variant pokusu odebírány po 28 dnech (03.06.2021), 180 dnech (02.11.2021) a 372 dnech (13.05.2022).

Tabulka 3: Průměrný obsah *E.coli* v průběhu pokusu (průměrná hodnota a směrodatná odchylka z pěti hodnot)

	06.05.2021	03.06.2021	02.11.2021	13.05.2022
Předkompostování + vermikompostování (A) s přístupem žížal (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	2,00E+01 ± 4,47E+01	< m. d.	< m. d.
Předkompostování + vermikompostování (A) bez přístupu žížal (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	2,00E+01 ± 4,47E+01	8,81E+03 ± 1,97E+04	< m. d.
Vermikompostování (B) s přístupem žížal (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	8,16E+02 ± 1,56E+03	4,80E+01 ± 1,07E+02	< m. d.
Vermikompostování (B) bez přístupu žížal (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	6,85E+04 ± 8,85E+04	< m. d.	< m. d.
Kompostování (P) (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	2,00E+01 ± 4,47E+01	4,60E+03 ± 9,73E+03	< m. d.
Kontrola na Petriho miskách (KTJ/g)	2,72E+06 ± 4,15E+05	4,80E+05 ± 1,81E+05	< m. d.	< m. d.

(m.d. mez detekce)

Během celkové doby trvání pokusu (cca 1 rok) došlo u všech vzorků, a to včetně kontroly na Petriho miskách v laboratoři, k poklesu koncentrace *E. coli* pod mez detekce metody, která je 20 KTJ/g.

Po prvním měsíci pokusu došlo u všech vzorků k poklesu koncentrace vneseného organismu u všech testovaných variant. V tomto časovém období jsou nejvíce patrné rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu. K největšímu poklesu koncentrace *E. coli* došlo u vzorků, které byly předkompostovány, pravděpodobně vlivem teploty v průběhu kompostování. Mezi vzorky, které prošly pouze vermikompostovacím procesem byly patrné rozdíly. V patronách, do kterých měly přístup žížaly, došlo k vyššímu snížení koncentrace *E. coli* než v patronách, kam žížaly přístup neměly. Tento rozdíl ale nebyl statisticky významný.

Po šesti měsících pokusu došlo u většiny vzorků k poklesu o 10^5 KTJ/g. Spolehlivý byl pokles u patron, do kterých měly žížaly přístup a obsah všech těchto patron byl zároveň vizuálně lépe zkompostovaný než obsah některých patron bez přístupu žízá. Z těchto výsledků je patrné, že již po 6 měsících je možné aplikovat takto upravené kaly na půdu, neboť splňují parametry Vyhlášky č. 273/2021 Sb. U některých vzorků v patronách nedošlo ke snížení koncentrace KTJ/g až pod mez detekce, jak bylo již po 180 dnech pozorováno u většiny patron umístěných v kompostu a vermikompostech, což ovlivnilo průměrné hodnoty uvedené v tabulce výše. Tyto vzorky z patron byly při zpracování velmi ztuhlé, nehomogenizované a u některých byly v patroně přítomny kokony blíže neurčeného druhu pavouka.

Po jednom roce trvání pokusu došlo k poklesu koncentrace *E. coli* v jednotlivých patronách u všech variant pokusu pod mez detekce metody, a to včetně kontroly. Z těchto výsledků je patrné, že po dostatečně dlouhé době dochází k poklesu koncentrace testovaného organismu *E. coli* na potřebnou úroveň, a to i bez termofilní fáze kompostování nebo přítomnosti žízá.

U patron, do kterých byl umožněn přístup žížalám, došlo k rychlejšímu poklesu množství testovaného organismu než u patron, kam se žížaly nedostaly. Redukce patogenních organismů probíhá díky mikrobiální a enzymatické aktivitě žízá v trávicím traktu žízály, kdy na patogen působí enzymy a sekrety tlustého střeva, které mají antibakteriální vlastnosti, což přispívá ke snížení počtu mikroorganismů a endosymbiotických mikrobů (Swati a Hait, 2018). Nejrychlejší úbytek byl zaznamenán u varianty předkompostovaného materiálu, který byl následně kompostován. Z pokusu je patrné, že při procesu vermikompostování dochází k úbytku indikátorových organismů, avšak aby došlo k jejich snížení na hodnoty, které splňují limity aplikace na půdu je na to potřeba delší časové období (minimálně 6 měsíců).

V následující tabulce jsou pro doplnění předchozích výsledků testu s vneseným mikroorganismem uvedeny hodnoty obsahu rizikových látek, které byly sledovány na základě podmínek uvedených ve Vyhlášce č. 273/2021 Sb., konkrétně v příloze č. 38 o podmínkách použití kalů na zemědělské půdě.

Tyto hodnoty byly měřeny pro vstupní materiál (samotný kal) a dále ve výsledném produktu testovaných metod (vermikompostování, vermikompostování s předkompostováním a kompostování) po šesti měsících procesu. Tabulka dále obsahuje výsledky měření biologické stability výsledných produktů po šesti měsících procesu pomocí parametru AT_4 .

Tabulka 4 Obsah rizikových látek a dalších sledovaných parametrů ve vstupním vzorku a ve výsledném produktu po šesti měsících pokusu (průměrná hodnota a směrodatná odchylka ze 3 stanovení)

	vstupní hodnoty	Předkompostování + vermikompostování (A)	Vernikompostování (B)	Kompostování (P)	Limit dle vyhlášky č. 273/2021 Sb.
As (mg/kg)	9,83 ± 0,57	5,9 ± 0,21	6,51 ± 0,15	5,62 ± 0,98	30
Cd (mg/kg)	0,77 ± 0,04	0,77 ± 0,03	0,79 ± 0,01	0,68 ± 0,11	5
Cr (mg/kg)	35,23 ± 2,41	34,67 ± 2,90	37,37 ± 0,90	35,13 ± 3,50	200
Cu (mg/kg)	173 ± 10,61	140,67 ± 2,62	154,67 ± 6,13	153,67 ± 17,63	500
Hg (mg/kg)	0,71 ± 0,09	1,17 ± 0,84	0,71 ± 0,09	0,83 ± 0,45	4
Ni (mg/kg)	26,73 ± 1,18	23,87 ± 0,19	25,97 ± 0,25	23,23 ± 4,78	100
Pb (mg/kg)	34,93 ± 4,68	34,13 ± 1,33	37,71 ± 1,16	31,23 ± 3,85	200
Zn (mg/kg)	649 ± 44,95	564,33 ± 32,52	562 ± 7,79	485,67 ± 71,6	2500
Mo (mg/kg)	5,06 ± 0,25	4,69 ± 0,33	4,73 ± 0,12	4,38 ± 0,73	-
Σ PAU (mg/kg)	2,10 ± 0,25	6,34 ± 6,54	4,50 ± 4,12	5,00 ± 1,92	10
Σ PCB (mg/kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
AOX (mg/kg)	-	132,5 ± 7,5	118,5 ± 33,5	136,0 ± 4,0	500
Salmonella spp. (KTJ/g)	neg.	neg.	neg.	neg.	negativní v 5 vzorcích
<i>E. coli</i> (KTJ/g)	9,5x10 ⁴ ± 1,5x10 ⁴	< m. d.	< m. d.	< m. d.	<10 KTJ/g ve 4 vzorcích a <5x10 ³ KTJ/g v 1 vzorku
AT ₄ (mgO ₂ /g/4dny)	-	4,27 ± 1,72 ^{ab}	2,37 ± 0,16 ^a	5,12 ± 0,20 ^b	< 10 mg/ O ₂ / g sušiny

(m. d. mez detekce)

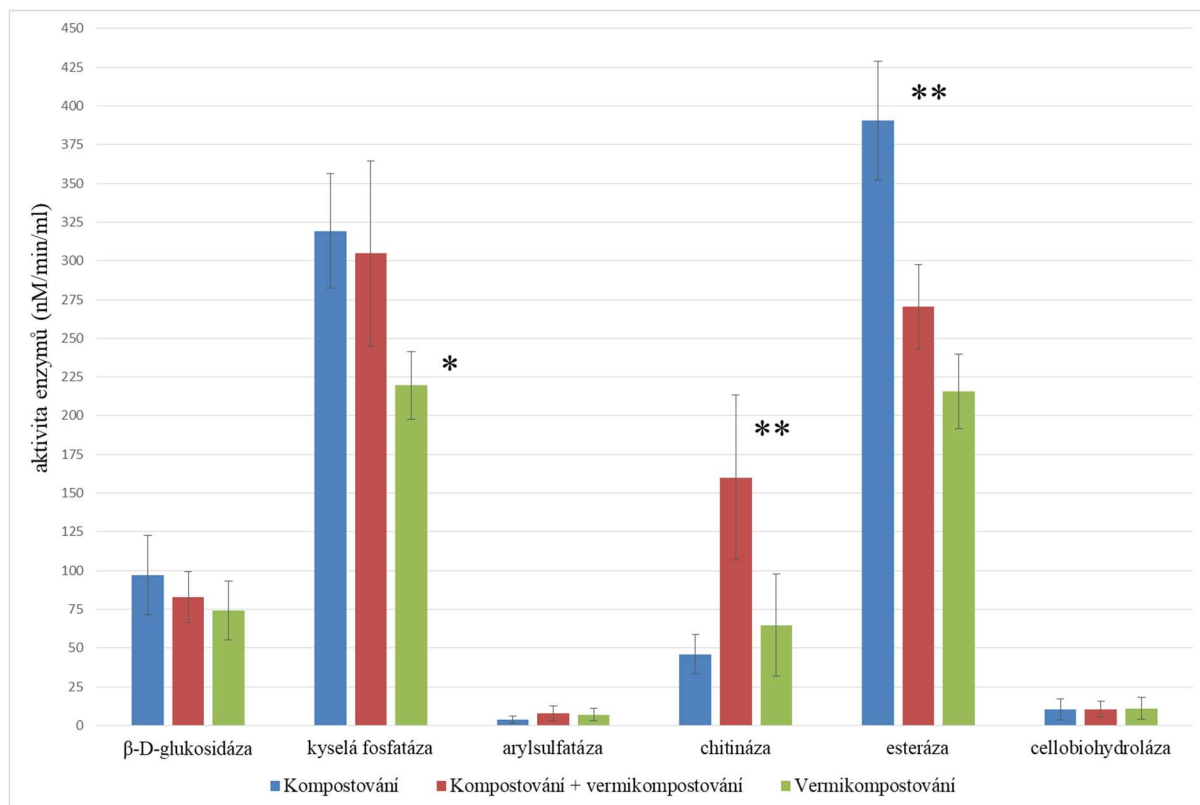
Z tabulky 4 vyplývá, že použitý kal, co do obsahu sledovaných rizikových látek, splňoval limit k využití na zemědělské půdě ještě před zahájením pokusu.

Mikrobiologické kritérium dle přílohy č. 38 Vyhlášky č. 273/2021 Sb. bylo u vstupního kalu překročeno v parametru *E. coli* (kal kategorie I).

Po šesti měsících pokusu byl limit pro využití na zemědělské půdě (Kategorie I) splněn u všech parametrů i variant pokusu. Kromě mikrobiologických ukazatelů je výsledná koncentrace rizikových látek kombinací efektu ředění (míchání kalu s vylehčujícím materiálem při zahájení procesu) a biodegradace v případě biodegradovatelných organických polutantů, případně ředění a následného zakoncentrovávání polutantu díky postupné mineralizaci a snižování objemu a hmotnosti zakládky u těžkých kovů a perzistentních organických látek (Innemanová a kol., 2022). U většiny polutantů byl po šesti měsících pozorován mírný pokles koncentrace u všech variant zpracování. U chromu a olova došlo díky efektu zakoncentrování k nárůstu koncentrace oproti vstupním hodnotám. K nárůstu koncentrace PAU došlo u všech typů zpracování kalu, a to i přes to, že při kompostování a vermikompostování obvykle dochází k poklesu koncentrací PAU (Poluszyńska a kol., 2017; Oleszczuk, 2007, Patel a kol., 2020). I přes nárůst koncentrace však všechny testované varianty stále splňovaly limity pro aplikaci na půdu. Tento nárůst mohl být způsoben výskytem hůře rozložitelných forem PAU, neboť vermikompostování i kompostování jsou obvykle dobrými způsoby k likvidaci tohoto znečištění. Vysoké koncentrace PAU v měření mohou být způsobeny také nehomogenitou materiálu. Změny mezi vstupními hodnotami a hodnotami naměřenými na konci pokusu nejsou statisticky významné. U AOX nelze hodnotit, zda došlo k úbytku koncentrace či ne, neboť nedopatřením nebyla provedena analýzy této znečišťující látky u vstupních vzorků. Výsledné hodnoty však splňují limity pro aplikaci na půdu. V souladu s výsledky patronového testu s vneseným mikroorganismem došlo i přímo v testovaném materiálu k poklesu *E. coli*, a to pod mez detekce metody již po šesti měsících pokusu.

V Tabulce 4 je uvedena také hodnota parametru AT_4 , pomocí kterého je možné hodnotit biologickou stabilitu odpadních materiálů. Jedná se o stanovení respirační aktivity za 4 dny, kdy dochází k měření množství kyslíku, které spotřebují aerobní bakterie ve vzorku. Z výsledků je patrné, že signifikantně nejnižší respirace byla naměřena u vzorků, u kterých došlo v průběhu pokusu pouze k vermikompostování, což ukazuje na vysokou stabilitu tohoto produktu.

Hodnoty aktivity sledovaných enzymů po šesti měsících pokusu jsou znázorněny v Grafu 1. Nejvýraznější rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu byly pozorovány u enzymů kyselá fosfatáza, chitináza a esteráza. Aktivita vybraných enzymů ukazuje na stabilitu jednotlivých substrátů.



*Graf 1: Aktivita enzymů v produktu vermikompostování, resp. kompostování po 6 měsících pokusu (statisticky významný rozdíl v aktivitě daného enzymu ve srovnání s ostatními variantami je označen * pro $p < 0,05$ a ** pro $p < 0,01$)*

Významné rozdíly byly pozorovány zejména u aktivity kyselé fosfatázy, která hraje roli při mineralizaci organického fosforu a vede k lepší dostupnosti fosforu v materiálu pro rostliny. Nejnižší aktivita tohoto enzymu byla u vzorku, který byl pouze vermikompostován, a nejvyšší aktivita byla změřena u kalu, který byl pouze kompostován. Aktivita enzymu byla u vermikompostovaného materiálu nízká, což může značit již ukončený, případně pokročilejší proces mineralizace než v případě pouhého kompostování. Tento výsledek, stejně jako v případě parametru AT_4 signalizuje rychlejší průběh mineralizace, a tedy stabilizace bioodpadu ve variantách, kde se procesu zúčastnily žížaly.

Stabilitu produktu po vermikompostování také ukazují výsledky enzymatické aktivity esterázy. Její aktivita se výrazně lišila u jednotlivých vzorků. Z výsledků je patrné, že aktivita esterázy je signifikantně nejvyšší u substrátu, který byl pouze kompostován. Enzym esteráza má schopnost rozkládat tuky a oleje a přirozeně se vyskytuje v trávicím traktu živočichů. Substrát, který prošel procesem vermikompostování nevykazuje tak vysokou aktivitu esterázy, což ukazuje, že se jedná o stabilnější a zralejší materiál než substrát, který jím neprošel vůbec.

Dalším enzymem, jehož aktivita vykazovala významné rozdíly mezi variantami pokusu, je chitináza. Tento enzym má schopnost rozkládat chitin, který je hlavní složkou buněčné stěny hub. Producentem

tohoto enzymu jsou převážně bakterie, kvasinky, houby. Nejvyšší aktivita tohoto enzymu byla naměřena u vzorků, které byly před vermikompostováním ještě předkompostovány. Důvodem takto významného rozdílu může být fakt, že ve vzorku, který byl před vermikompostováním předkompostován se díky termofilní fázi vyselektovaly houby a aktinomycety, které obsahují ve svých myceliích chitin. Ten poté stimuluje produkci enzymu chitináza žížalami. Tento mechanismus by vysvětlil fakt, proč byla aktivita tohoto enzymu signifikantně nižší u variant kompostování (chybí vliv žížal) a vermikompostování (chybí vliv termofilní fáze). Jedná se o zajímavý poznatek, který si zaslouží další pozornost, protože enzym chitináza je předmětem výzkumu pro jeho využitelnost v ekologickém zemědělství jako přirozeného pesticidu.

Souhrnná naměřená data z ekotoxikologického testu na semenech konopí setého jsou uvedena v tabulce č. 5.

Označení vzorků:

kontrola – destilovaná voda

A – výluh z kalu a štěpky, předkompostovaný, vermikompostovaný

B – výluh z kalu a štěpky, vermikompostovaný

P – výluh z kalu a štěpky, kompostovaný

Tabulka 5: Klíčivost semen, souhrnné výsledky

	kontrola	A	B	P
Průměr (cm)	1,04	1,20	1,40	1,41
Směrodatná odchylka	1,04	1,09	1,29	1,34
Počet vyklíčených semen	72,00	121,00	120,00	118,00
Nevyklíčená semena	18,00	29,00	30,00	32,00
Celkový počet semen	90,00	150,00	150,00	150,00
Klíčivost (%)	80,00	80,67	80,00	78,67

Z výsledků lze tedy konstatovat, že výluhy jednotlivých vzorků, neměly významný vliv na růst délky a klíčivost kořene konopí setého. Průměrná délka kořene semen konopí setého byla u jednotlivých výluhů i kontroly v rozpětí 1 až 1,5 cm. Klíčivost semen byla vypočítána u kontrolního vzorku, vzorku A a vzorku B 80 %, u vzorku P poté přibližně 79 %, z čehož lze také usuzovat, že jednotlivé typy výluhů neměli významný vliv na klíčivost semen.

Index klíčivosti kořenů může být jedním z ukazatelů zralosti vermikompostu (Bhat a kol., 2017). Raj a Antil (2011) uvádí, že za zralý vermikompost se dá považovat vermikompost, u něhož index klíčivosti je větší než 70 %. Index klíčivosti všech testovaných vzorků převyšuje hodnotu 70 %. Nejnižší index klíčivosti byl naměřen u vzorku výluhu z pouze kompostovaného materiálu, avšak rozdíl oproti ostatním vzorkům není významný. U všech vzorků došlo k vyklíčení velké části semen, celková klíčivost semen byla 79,81 %. Vysoký index klíčivosti semen ukazuje také na to, že se ve vzorcích nenachází fytotoxické látky, které by zabraňovaly růstu rostlin, a že nebudou mít vliv na růst semen v případě, že by byly aplikovány na půdu.

3.2. Výsledky testu na lokalitě Slaný

Z protokolů č. 2.3/23/146 a 2.3/23/147 o výsledku laboratorních zkoušek provedených Státním zdravotním ústavem (viz. Příloha) vyplývá, že v průměru došlo k poklesu koncentrace všech tří vnesených indikátorových mikroorganismů (*E. coli*, *Enterococcus faecium* a *Salmonella Senftenberg*) o více než pět řádů. Kontrola účinnosti hygienizace tedy proběhla s pozitivním výsledkem.

Z protokolu č. 2.3/23/145 téže přílohy vyplývá, že výsledný produkt vyhovuje požadavku Vyhláška č. 273/2021 Sb, o podrobnostech nakládání s odpady, příloha 37 a 38 jako kal kategorie II. Nicméně na základě výsledků první etapy ověření metody (lokalita Hrbov) lze předpokládat, že při prodloužení doby vermikompostování přes zimní období je vysoká pravděpodobnost, že výsledný produkt bude splňovat také kritéria pro kal kategorie I.

4. EKONOMICKÉ PŘÍNOSY

Náklady na zpracování čistírenského kalu jsou poměrně vysoké. Předpokládáme-li, že provozovatel ČOV využívá za účelem nakládání s čistírenským kalem služby společnosti zaměřené na nakládání s odpady, činí náklady na odvoz a odstranění kalu z objektu ČOV zpravidla 500 - 800 Kč za tunu kalu. Doprava závisí na nosnosti automobilu, lépe řečeno velikosti kontejneru. Doprava malým kontejnerem s kapacitou cca 5 tun vychází na cca 25 Kč/km, doprava kontejnerem s kapacitou 10 – 20 tun (a více) vychází na cca 40 až 50 Kč/km. Následné zpracování kalů v odpovídajících zařízeních pak znamená další náklady v rozmezí 300 až 500 Kč/t. Za předpokladu, že se provozovatel ČOV nově rozhodne pro zpracování kalu s využitím procesu vermikompostování dle postupů uvedených v této metodice a bude systém pro vermikompostování provozovat přímo ve svých prostorách, bude možno tyto náklady eliminovat. Navíc lze předpokládat, že vzniklý vermikompost bude obchodovatelným artiklem, přičemž za 1 t vermikompostu pocházejícího z kalů bude možno inkasovat cca 500 Kč. Předpokládá se prodej vermikompostu získaného vermikompostováním materiálu obsahujícího čistírenský kal pouze zemědělcům za cenu 400 – 600 Kč/t a ne obyvatelům, neboť kompost na bázi kalů se prodává většinou jen zemědělským subjektům. V modelovém případě obecní ČOV o kapacitě 1 000 EO a roční produkci kalu 23 t v 100% sušině, tj. při obsahu sušiny 20 % 115 tun vlhké hmoty kalu) tak bude za rok možno uspořit pouze oproti variantě spalování kalu. Za vermikompost získaný vermikompostováním kalu ve směsi s vhodnými ko-substráty v optimálním poměru pak bude možno ročně utržit cca 30 000 Kč (ze 115 tun kalů se vyrobí 60 tun vermikompostu x 500 Kč/t). Tvůrce výsledku, DEKONTA, a.s. může z nové technologie profitovat dvojím způsobem: i) jako dodavatel know-how, vlastní technologie, startovací násady žížíal čistírnám odpadních vod, případně ii) jako přímý realizátor metody a provozovatel vermikompostárny. Poměrně vysoká cena produktu na trhu umožní adekvátně snížit cenu za odebrání kalu od ČOV, která se běžně pohybuje v rozmezí 500 až 800 Kč/t. To představuje určitou konkurenční výhodu, oproti jiným technologiím. Vzniklý rozdíl pak může být vykompenzován prodejem vermikompostu zemědělcům.

5. SHRNUÍ

Technologie hygienizace a úpravy stabilizovaných odvodněných kalů pomocí vermikompostování byla ověřena na dvou lokalitách. Polní test v zemním vermikompostéru na lokalitě Hrbov probíhal v období 05/2021 až 05/2022. Poloprovoz vermikompostování na vodohohospodářsky zajištěné ploše Slaný byl realizován v období 05/2023 až 11/2023.

Pomocí modifikovaného testu s vneseným indikátorovým mikroorganismem *E. coli* na lokalitě Hrbov a testu s mikroorganismy *E. coli*, *Enterococcus faecium* a *Salmonella Senftenberg* provedeným subdodavatelsky pracovníky Státního zdravotního ústavu na lokalitě Slaný bylo ověřeno, že hygienizace kalu metodou vermikompostování a vermikompostování s předkompostováním byla účinná.

Dále bylo ověřeno, že vermikompostování poskytuje, ve srovnání s kompostováním, stabilnější a kvalitnější produkt za šest měsíců trvání testu (lokalita Hrbov).

LITERATURA:

BHAT, S.A., SINGH, J., VIG, A.P. Instrumental characterization of organic wastes for evaluation of vermicompost maturity. J Anal Sci Technol 8, 2 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40543-017-0112-2>

EASTMAN, Bruce R., KANE, Philip N., EDWARDS, Clive A., TRYTEK, Linda, GUNADI, Bintoro et al. The Effectiveness of Vermiculture in Human Pathogen Reduction for USEPA Biosolids Stabilization. Online. Compost Science & Utilization. 2001, roč. 9, č. 1, s. 38-49. ISSN 1065-657X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/1065657X.2001.10702015>. [cit. 2023-10-29].

GHAHDARIJANI, Abdol Rasoul Jafarzadeh, HOODAJI, Mehran a TAHMOURESPOUR, Arezoo. Vermicomposting of sewage sludge with organic bulking materials to improve its properties. Online. Environmental Monitoring and Assessment. 2022, roč. 194, č. 8. ISSN 0167-6369. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10236-z>. [cit. 2023-10-29].

HANČ, Ales, DUME, Bayu a HREBEČKOVÁ, Tereza. Differences of Enzymatic Activity During Composting and Vermicomposting of Sewage Sludge Mixed With Straw Pellets. Online. Frontiers in Microbiology. 2022, roč. 12. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.801107>. [cit. 2023-10-29].

INNEMANOVÁ, Petra; GRASSEROVÁ, Alena a CAJTHAML, Tomáš. PILOT-SCALE VERMICOMPOSTING OF DEWATERED SEWAGE SLUDGE FROM MEDIUM-SIZED WWTP. Online. Detritus. 2022, č. 18, s. 35-41. ISSN 2611-4135. Dostupné z: <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2022.15166>. [cit. 2023-12-07].

LIM, Su Lin, WU, Ta Yeong, LIM, Pei Nie a SHAK, Katrina Pui Yee. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. Online. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015, roč. 95, č. 6, s. 1143-1156. ISSN 00225142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>. [cit. 2023-10-29].

MATĚJŮ, Ladislava. Metodický návod pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalech z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech, kompostech, pomocných růstových prostředcích a podobných matricích. Státní zdravotní ústav, 2009. ISSN 1804-9613.

MUNROE, Glenn. Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Online. ResearchGate. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/268254767_Manual_of_On-Farm_Vermicomposting_and_Vermiculture. [cit. 2023-12-05].

OLESZCZUK, Patryk. Investigation of potentially bioavailable and sequestered forms of polycyclic aromatic hydrocarbons during sewage sludge composting. Online. Chemosphere. 2007, roč. 70, č. 2, s. 288-297. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.06.011>. [cit. 2023-11-26].

PATEL, Avani Bharatkumar; SHAIKH, Shabnam; JAIN, Kunal R.; DESAI, Chirayu a MADAMWAR, Datta. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches. Online. Frontiers in Microbiology. 2020, roč. 11. ISSN 1664-302X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.562813>. [cit. 2023-11-26].

POLUSZYŃSKA, Joanna; JAROSZ-KRZEMIŃSKA, Elżbieta a HELIOS-RYBICKA, Edeltrauda. Studying the Effects of Two Various Methods of Composting on the Degradation Levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Sewage Sludge. Online. Water, Air, & Soil Pollution. 2017, roč. 228, č. 8. ISSN 0049-6979. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3481-7>. [cit. 2023-11-26].

RAJ, Dev a ANTIL, R.S. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. Online. Bioresource Technology. 2011, roč. 102, č. 3, s. 2868-2873. ISSN 09608524. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.077>. [cit. 2023-11-26].

SWATI, Ankita a HAIT, Subrata. A Comprehensive Review of the Fate of Pathogens during Vermicomposting of Organic Wastes. Online. Journal of Environmental Quality. 2018, roč. 47, č. 1, s. 16-29. ISSN 0047-2425. Dostupné z: <https://doi.org/10.2134/jeq2017.07.0265>. [cit. 2023-12-07].

PŘÍLOHA: Protokoly o výsledku laboratorních zkoušek



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/147

Zadavatel: Název zadavatele: Dekonta a.s.
Kontaktní osoba: RNDr. Petra Innemanová, Ph.D.
Adresa: Volutová 2523, 158 00 Praha 5
IČO: 25006098 tel./fax.: 235 522 252

Náše číslo. jednací:	13696/2023
Vaše číslo. jednací:	989161
Expertizní číslo:	231269
Datum vydání:	1. 12. 2023

Zadavatel : Dekonta a.s.
Objednávka ze dne : 18. 10. 2023
Odběr vzorku : SZÚ - Odběr vzorku je součástí metody stanovení
Datum přijetí vzorku : 2. 11. 2023
Termín dodání výsledků : duben 2024
Účel a důvod zkoušky : mikrobiologický rozbor pro kontrolu účinnosti hygienizace v řešení projektu Vermikompostování (int. č. 989161)
Datum provedení od: 2. 11. 2023 do: 10. 11. 2023

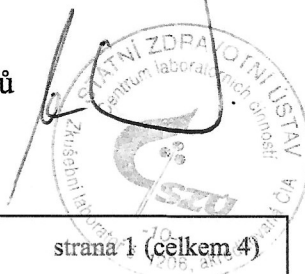
Zkoušku provedl(a): Ing. L. Matějů, Ing. M. Kořínková, M. Štěpánková

Za správnost zkoušky odpovídá: Ing. L. Matějů

Datum: 1. 12. 2023

PROHLÁŠENÍ: Tento protokol může být reprodukován jedině celý, jeho část pouze s písemným souhlasem technického vedoucího. Výsledky zkoušek se vztahují pouze na předložený vzorek a závěry vyvozené z hodnocení jeho výsledků je možno uplatnit jen u výrobku téhož druhu, který svým složením odpovídá námi testovanému vzorku. Tento protokol o zkoušce nenahrazují jiné dokumenty (např. správního charakteru).
Laboratoř neručí za způsob odběru a přípravy vzorku a jeho reprezentativnost v případě, že není součástí akreditovaného rozboru.
Stížnosti a námitky zákazníka přijímá technický vedoucí pracoviště. Stížnost nebo námitku lze uplatnit písemnou formou do 6 měsíců po doručení protokolu, pokud to umožňuje skladovatelnost vzorku.

Schválil:
Ing. Ladislava Matějů
technický vedoucí



Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 1 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV
Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/147

Výsledky laboratorního vyšetření – pracoviště mikrobiologie:

Používané metody:

Kód metody	Název metody
SOP – 11/2.3	Zjišťování účinnosti hygienizace a dekontaminace.
SOP 6/2.3	Stanovení termotolerantních koliformních bakterií metodou přímého výsevu
SOP 7/2.3	Stanovení enterokoků metodou přímého výsevu

SOP – Standardní operační postup

Označení : Ampule č. 1
Lab. číslo : 2.3/23/1453
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$1,7 \cdot 10^2$	SOP - 6/2.3, SOP – 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$1,0 \cdot 10^4$	SOP - 7/2.3, SOP – 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 2
Lab. číslo : 2.3/23/1454
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$2,3 \cdot 10^3$	SOP - 6/2.3, SOP – 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$1,0 \cdot 10^4$	SOP - 7/2.3, SOP – 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 3
Lab. číslo : 2.3/23/1455
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$4,6 \cdot 10^2$	SOP - 6/2.3, SOP – 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$8,8 \cdot 10^3$	SOP - 7/2.3, SOP – 11/2.3	A

Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 2 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

tel.: 267082456

E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/147

Označení : Ampule č. 4
Lab. číslo : 2.3/23/1456
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$2,0 \cdot 10^4$	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$9,7 \cdot 10^3$	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 5
Lab. číslo : 2.3/23/1457
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$2,2 \cdot 10^3$	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$5,5 \cdot 10^3$	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 6
Lab. číslo : 2.3/23/1458
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$3,2 \cdot 10^2$	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$7,5 \cdot 10^3$	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 7
Lab. číslo : 2.3/23/1459
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	$1,4 \cdot 10^3$	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	$1,5 \cdot 10^3$	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 3 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV
Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/147

Označení : Ampule č. 8
Lab. číslo : 2.3/23/1460
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	1,2.10 ³	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	2,8.10 ³	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 9
Lab. číslo : 2.3/23/1461
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	5,3.10 ³	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	4,9.10 ³	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

Označení : Ampule č. 10
Lab. číslo : 2.3/23/1462
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/strip	4,9.10 ⁴	SOP - 6/2.3, SOP - 11/2.3	A
Enterokoky	KTJ/strip	6,1.10 ³	SOP - 7/2.3, SOP - 11/2.3	A

KTJ - kolonie tvořící jednotky

*A-v rozsahu akreditace N-mimo rozsah akreditace

Zkoušky byly provedeny na adrese laboratoře.

Vneseno: *Escherichia coli*
Enterococcus faecium

4,7.10⁸ KTJ/strip
5,7.10⁸ KTJ/strip

Hodnocení: neprovádí se
Konec protokolu





STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/146

Zadavatel: Název zadavatele: Dekonta a.s.
Kontaktní osoba: RNDr. Petra Innemanová, Ph.D.
Adresa: Volutová 2523, 158 00 Praha 5
IČO: 25006098 tel./fax.: 235 522 252

Náše číslo. jednací:	13696/2023
Vaše číslo. jednací:	989161
Expertizní číslo:	231269
Datum vydání:	1. 12. 2023

Zadavatel : Dekonta a.s.
Objednávka ze dne : 18. 10. 2023
Odběr vzorku : SZÚ - Odběr vzorku je součástí metody stanovení
Datum přijetí vzorku : 2. 11. 2023
Termín dodání výsledků : duben 2024
Účel a důvod zkoušky : mikrobiologický rozbor pro kontrolu účinnosti hygienizace v řešení projektu Vermikompostování (int. č. 989161)
Datum provedení od: 2. 11. 2023 do: 10. 11. 2023

Zkoušku provedl(a): Ing. L. Matějů, Ing. M. Kořínková, M. Štěpánková

Za správnost zkoušky odpovídá: Ing. L. Matějů

Datum: 1. 12. 2023

PROHLÁŠENÍ: Tento protokol může být reprodukován jedině celý, jeho část pouze s písemným souhlasem technického vedoucího. Výsledky zkoušek se vztahují pouze na předložený vzorek a závěry vyvozené z hodnocení jeho výsledků je možno uplatnit jen u výrobku téhož druhu, který svým složením odpovídá námi testovanému vzorku. Tento protokol o zkoušce nenahrazují jiné dokumenty (např. správního charakteru).

Laboratoř neručí za způsob odběru a přípravy vzorku a jeho reprezentativnost v případě, že není součástí akreditovaného rozboru.

Stížnosti a námitky zákazníka přijímá technický vedoucí pracoviště. Stížnost nebo námitku lze uplatnit písemnou formou do 6 měsíců po doručení protokolu, pokud to umožňuje skladovatelnost vzorku.

Schválil:
Ing. Ladislava Matějů
technický vedoucí



Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 1 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/146

Výsledky laboratorního vyšetření – pracoviště mikrobiologie:

Používané metody:

Kód metody	Název metody
SOP – 28/2.3	Stanovení počtu bakterií rodu <i>Salmonella</i> filtrační metodou.

SOP – Standardní operační postup

Označení : Ampule č. 1
Lab. číslo : 2.3/23/1464
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 2
Lab. číslo : 2.3/23/1465
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

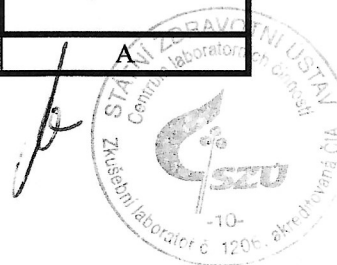
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 3
Lab. číslo : 2.3/23/1466
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A





STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/146

Označení : Ampule č. 4
Lab. číslo : 2.3/23/1467
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 5
Lab. číslo : 2.3/23/1468
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 6
Lab. číslo : 2.3/23/1469
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 7
Lab. číslo : 2.3/23/1470
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice
Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A



Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 3 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

tel.: 267082456

E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/146

Označení : Ampule č. 8
Lab. číslo : 2.3/23/1471
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 9
Lab. číslo : 2.3/23/1472
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

Označení : Ampule č. 10
Lab. číslo : 2.3/23/1473
Materiál : spikovaný kompost
Obal : umělohmotná vzorkovnice

Protokol o odběru vzorku: ne

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
salmonela	KTJ/strip	<10	SOP - 28/2.3	A

KTJ - kolonie tvořící jednotky

*A-v rozsahu akreditace

N-mimo rozsah akreditace

Zkoušky byly provedeny na adrese laboratoře.

Vneseno: **Salmonella Senftenberg**

8,8.10⁸ KTJ/strip

Hodnocení: neprovádí se

Konec protokolu



Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 4 (celkem 4)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV
Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/145

Zadavatel: Název zadavatele: Dekonta a.s.
Kontaktní osoba: RNDr. Petra Innemanová, Ph.D.
Adresa: Volutová 2523, 158 00 Praha 5
IČO: 25006098 tel./fax.: 235 522 252

Náše číslo. jednací:	13696/2023
Vaše číslo. jednací:	989161
Expertizní číslo:	231269
Datum vydání:	1. 12. 2023

Zadavatel : Dekonta a.s.
Objednávka ze dne : 18. 10. 2023
Odběr vzorku : SZÚ - Protokol o odběru vzorku č. 2.3/23/13
Datum přijetí vzorku : 2. 11. 2023
Termín dodání výsledků : duben 2024
Účel a důvod zkoušky : mikrobiologický rozbor pro kontrolu účinnosti hygienizace v řešení projektu Vermikompostování (int. č. 989161)
Datum provedení od: 2. 11. 2023 do: 10. 11. 2023

Zkoušku provedl(a): Ing. L. Matějů, Ing. M. Kořínková, M. Štěpánková

Za správnost zkoušky odpovídá: Ing. L. Matějů

Datum: 1. 12. 2023

PROHLÁŠENÍ: Tento protokol může být reprodukován jedině celý, jeho část pouze s písemným souhlasem technického vedoucího. Výsledky zkoušek se vztahují pouze na předložený vzorek a závěry vyvozené z hodnocení jeho výsledků je možno uplatnit jen u výrobku téhož druhu, který svým složením odpovídá námi testovanému vzorku. Tento protokol o zkoušce nenahrazují jiné dokumenty (např. správního charakteru). Laboratoř neručí za způsob odběru a přípravy vzorku a jeho reprezentativnost v případě, že není součástí akreditovaného rozboru. Stížnosti a námítky zákazníka přijímá technický vedoucí pracoviště. Stížnost nebo námitku lze uplatnit písemnou formou do 6 měsíců po doručení protokolu, pokud to umožňuje skladovatelnost vzorku.

Schválil:
Ing. Ladislava Matějů
technický vedoucí



Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 1 (celkem 5)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

tel.: 267082456

E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/145

Výsledky laboratorního vyšetření – pracoviště mikrobiologie:

Používané metody:

Kód metody	Název metody
SOP 5/2.3	Průkaz přítomnosti bakterií rodu <i>Salmonella</i> (prezence/absence)
SOP 27/2.3	Stanovení termotolerantních koliformních bakterií a <i>Escherichia coli</i> metodou Colilert

SOP – Standardní operační postup

Označení : vzorek č. 1
Lab. číslo : 2.3/23/1443
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky

Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$7,3 \cdot 10^4$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$1,6 \cdot 10^3$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 2
Lab. číslo : 2.3/23/1444
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky

Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$6,9 \cdot 10^5$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$3,2 \cdot 10^4$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 3
Lab. číslo : 2.3/23/1445
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky

Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$1,2 \cdot 10^4$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$1,3 \cdot 10^2$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Vyřizuje : Ing. Ladislava Matějů
tel: +420 267 082 456; e-mail: ladislava.mateju@szu.cz

strana 2 (celkem 5)



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

tel.: 267082456

E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/145

Označení : vzorek č. 4
Lab. číslo : 2.3/23/1446
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	4,4.10 ⁴	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	1,4.10 ⁴	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 5
Lab. číslo : 2.3/23/1447
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	1,6.10 ⁵	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	4,4.10 ⁴	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 6
Lab. číslo : 2.3/23/1448
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	1,3.10 ⁵	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	1,2.10 ⁴	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A





STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

tel.: 267082456

E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/145

Označení : vzorek č. 7
Lab. číslo : 2.3/23/1449
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$3,7 \cdot 10^3$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$4,0 \cdot 10^2$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 8
Lab. číslo : 2.3/23/1450
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$1,7 \cdot 10^4$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$5,1 \cdot 10^2$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

Označení : vzorek č. 9
Lab. číslo : 2.3/23/1451
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	$1,2 \cdot 10^5$	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	$4,3 \cdot 10^3$	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A





STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Centrum laboratorních činností
Laboratoř hygieny půdy a odpadů
Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10
tel.: 267082456
E-mail: ladislava.mateju@szu.cz



Zkušební laboratoř č. 1206, akreditovaná ČIA podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025: 2018

Protokol o výsledku laboratorních zkoušek č.: 2.3/23/145

Označení : vzorek č. 10
Lab. číslo : 2.3/23/1452
Materiál : kompost
Obal : plastový sáček na vzorky
Protokol o odběru vzorku: 2.3/23/13

Sledovaná veličina	jednotka	nález	kód metody	pozn.*
termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/g	1,4.10 ⁵	SOP - 27/2.3	A
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/g	8,5.10 ²	SOP - 27/2.3	A
Salmonela	v 50g vzorku	negativní	SOP - 5/2.3	A

KTJ - kolonie tvořící jednotka

*A-v rozsahu akreditace

N-mimo rozsah akreditace

Zkoušky byly provedeny na adrese laboratoře.

Hodnocení: neprovádí se
Konec protokolu

