

Ministerstvo zemědělství České republiky (MZe ČR)

Těšnov 17, 117 05 Praha 1

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (VÚZT, v.v.i.)

Drnovská 507, 161 01 Praha 6

Česká zemědělská univerzita v Praze

Kamýcká 129, Praha 6 – Suchdol, PSČ 165 21

RUMPOLD UHB, s.r.o.

Předbranská 415, 688 01 Uherský Brod

Vermikompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu

Z_{tech} – Ověřená technologie

Technická dokumentace a uplatnění výsledku

Název projektu: **Legislativní podklady pro větší uplatnění kompostů, zejména vermikompostů na zemědělskou půdu**

Číslo projektu: **QJ1530034**

Autoři: **Ing. Petr Plíva, CSc.
Doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D.
Ing. Věra Horáková**

Listopad, 2018

VERMIKOMPOSTOVÁNÍ BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÉHO KOMUNÁLNÍHO ODPADU

Abstrakt

Ověřovanou technologií byla vermikompostovací technologie, tj. kompostování s využitím žížal *Eisenia andrei*, která byla využívána pro zpracovávání „velkého“ množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů v provozních podmínkách kompostárny v Uherském Brodě, provozované firmou Rumpold UHB, s.r.o., jejíž schválená kapacita je 6 000 t bioodpadů za rok.

Výsledným produktem ověřované technologie byl vermikompost požadovaných jakostních znaků, který lze aplikovat na zemědělsky obdělávané půdy, popř. na další pozemky.

Klíčová slova: Biologicky rozložitelné komunální odpady; technologie vermikompostování; žížaly *Eisenia andrei*; jakostní znaky; aplikace vermikompostu

VERMICOMPOSTING OF BIODEGRADABLE MUNICIPAL WASTE

Abstract

Vermicomposting technology (composting using earthworms *Eisenia andrei*) was verified for processing of a "large" amount of biodegradable municipal waste under the operating conditions in composting plant in Uhersky Brod. The composting plant is operated by Rumpold UHB, s.r.o. with authorized capacity 6 000 tons of biowaste per year.

The resulting product of verified technology was vermicompost of the required quality parameters, which can be applied to agriculturally or otherwise cultivated land.

Keywords: Biodegradable municipal waste; vermicomposting technology; earthworms *Eisenia andrei*; qualitative parameters; application of vermicompost

OBSAH

1	ÚVOD	4
2	PŘEDMĚT OVĚŘOVÁNÍ	4
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA	5
3.1	Pracoviště ověřování	5
3.2	Termín ověřování	5
3.3	Popis ověřované technologie	6
3.3.1	Založení surovin do pásové hromady bez kalifornských žížal.....	7
3.3.2	Založení hromady pro vermikompostování	7
3.3.3	Doplňování hromady – „přikrmování“	8
3.3.4	Ukončení procesu vermikompostování	9
3.4	Finalizace vyrobeného vermikompostu	9
3.5.2	Poznatky zjištěné během ověřování	11
4	EKONOMICKÉ PARAMETRY OVĚŘOVANÉ TECHNOLOGIE	16
4.1	Ekonomický přínos vermikompostování vyčíslitelný	16
4.2	Nevyčíslitelné přínosy vermikompostování	17
5	ZÁVĚREČNÉ KONSTATOVÁNÍ	17
6	SMLOUVA O UPLATNĚNÍ OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE	18
PŘÍLOHA 1: VERMIKOMPOSTOVÁNÍ V PÁSOVÝCH HROMADÁCH NA VOLNÉ PLOŠE		19
PŘÍLOHA 2: SMLOUVA O UPLATNĚNÍ OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE		22

1 ÚVOD

Vermikompostování, tj. kompostování s využitím žížal, je biooxidační a stabilizační proces přeměny organických materiálů, který na rozdíl od klasického kompostování, využívá interakce mezi intenzivní činností žížal a mikroorganismů a nezahrnuje termofilní fázi rozkladu. Překopávání, fragmentaci a aeraci zabezpečují z větší míry žížaly, čímž se dá vermikompostování zařadit mezi nízkonákladové systémy zpracování odpadů. Technologie je plně přátelská k životnímu prostředí.

V současné době je technologie vermikompostování využívána zejména pro zpracovávání malých množství bioodpadů – tj. vermikompostování kuchyňských zbytků přímo v domácnostech, k čemuž se používají malé domácí vermikompostéry různého typu a konstrukce.

Pro zpracovávání větších množství je využíváno vermikompostování, které je prováděno pomocí jednoduchých technologických systémů, kam lze zahrnout vermikompostování plošné či vermikompostování v ohraničeném prostoru, tzv. boxové vermikompostování anebo pomocí složitějších technologických systémů, kam patří např. vermireaktory s kontinuálním procesem, či kompostování v dvoumodulovém vermireaktoru.

Technologie vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše „ve velkém“, která byla předmětem ověřování, není prozatím běžně využívána.

2 PŘEDMĚT OVĚŘOVÁNÍ

Předmětem ověřování byla technologie vermikompostování s využitím žížal *Eisenia andrei*, realizovaná v provozních podmínkách kompostárny, zpracovávající „velké“ množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů, popř. dalších typů bioodpadů, v pásových hromadách na volné, vodohospodářsky zabezpečené, ploše. Výsledným produktem ověřované technologie je vermikompost, který odpovídá požadavkům na jeho kvalitu, resp. jakostním znakům.

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 Pracoviště ověřování

Technologie vermikompostování byla ověřována v kompostárně v Uherském Brodě, jejímž provozovatelem je firma RUMPOLD UHB, s.r.o.

Kompostárna je zařízení s provozním řádem schváleným Krajským úřadem. Vzhledem k dvojí „cestě“, tj. klasické aerobní kompostování a vermikompostování byla zavedena ještě vnitřní Směrnice – Vermikompostování, která popisuje podrobnosti chovu žížal. Dále je Směrnice doplněna o ekonomickou stránku věci. V provozním řádu je určen pracovník, který zajišťuje veškeré činnosti spojené s provozem kompostárny.

Kompostárna využívá pro zpracovávání technologii vermikompostování v pásových hromadách na volné, vodohospodářsky zabezpečené, kompostovací ploše o velikosti 1 900 m² (**obr. 1**).

V kompostárně je zpracováván zejména biologicky rozložitelný komunální odpad, který je sbírán od obyvatelů Uherského Brodu (všech jeho částí – Havřice, Těšov, Újezdec, Maršov) a okolních obcí. Dále je zpracovávána posečená tráva z údržby obecní zeleně. Finální produkt „**Vermikompost, organické hnojivo**“ (registrační číslo 4153) je uváděn do oběhu.



Obr. 1: Pásové hromady na volné, vodohospodářsky zabezpečené, kompostovací ploše
(foto: P. Plíva)

3.2 Termín ověřování

Ověřování technologie vermikompostování se uskutečnilo na dvou pásových hromadách, z nichž jedna byla s násadou žížal a na druhé hromadě byl zpracováváný

bioodpad předkompostováván (probíhalo zahřátí na teploty vyšší nežli 35 °C) a hromada byla průběžně doplňována.

Ověřování technologie vermikompostování probíhalo v termínu

od 1. dubna 2015 do 30. června 2016.

3.3 Popis ověřované technologie

Venkovní uspořádání vermikompostovaných surovin **do pásových hromad na volném prostranství** je klasickým a nejjednodušším typem vermikompostování.

Tento způsob vermikompostování je **nenáročný na investice** a je **technicky jednoduchý**. Hromady není potřeba překopávat či obracet, je pouze nezbytné sledovat zejména vlhkost zpracovávaných bioodpadů a zajistit v případě potřeby jejich zavlažení.

Nejčastěji využívanou variantou vermikompostování na volném prostranství v jednorázově založených hromadách je postup s tzv. „**příkrmováním žížal**“. Při tomto postupu jsou zpracovávány bioodpady (krmivo pro žížaly) přidávány na povrch hromady ve vrstvě (cca 20-30) cm jednou za (2-3) týdny, popř. (30-50) cm jednou za 4 týdny, žížaly se následně pohybují do vyšších vrstev za potravou a dochází ke zpracování bioodpadů.

Nevýhodou tohoto způsobu je vyšší množství prováděných pracovních operací (kontinuální přísun bioodpadů).

Vliv povětrnostních podmínek na vermikompostovací proces (větší ochlazování a osychání vrchní vrstvy hromady) není velký, ale přeci jenom je vermikompostovací proces mírně zpomalen a interval pro odběr hotového vermikompostu prodloužen. Při objemu zpracovávaného bioodpadu větším než 1 m³ (výška hromady větší než 0,5 m) a správném založení, nejsou žížaly náchylné na povětrnostní vlivy. V zimě zmrzne jen tenká povrchová vrstva a žížaly uvnitř hromady většinou běžně žijí, zpracovávají bioodpad a při vyšší teplotě se i množí.

Ověřovanou technologii „Vermikompostování“ lze rozdělit do jednotlivých operací, které jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.3.1 Založení surovin do pásové hromady bez kalifornských žížal

Zhomogenizovaný bioodpad (zpracovávané suroviny) byly pomocí čelního kolového nakladače založeny do pásové hromady (**dále hromada „BRKO“ – obr. 2**), bez násady kalifornských žížal, ve které proběhla první fáze kompostovacího procesu – zahřátí v celém průřezu hromady „BRKO“ na teploty pro žížaly nepřijatelné.



Obr. 2: Hromada „BRKO“ – bez kalifornských žížal (foto: P. Plíva)

3.3.2 Založení hromady pro vermikompostování

Pásová hromada pro vermikompostování (**dále hromada „VERMI“ – obr. 3**) byla zakládána ve vertikálním směru ve třech vrstvách. Nejspodnější – **podkladovou vrstvu** (cca 30 cm) tvořily bioodpady odebrané z hromady „BRKO“, které prošly první kompostovací fází a byly dostatečně vlhké (55-70) % a vychladlé (teplota do 35 °C).

Na ni byla jako prostřední vrstva rovnoměrně rozprostřena souvislá **vrstva násady** kalifornských žížal (cca 10 cm).

Založená násada byla přikryta **vrchní vrstvou** (max. 30 cm; v zimě je vhodná vrstva silnější, kterou tvořili opět biologicky rozložitelné odpady, stejných vlastností jako má vrstva podkladová).



Obr. 3: Hromada „VERMI“ – podkladová vrstva (foto: P. Plíva)

3.3.3 Doplnování hromady – „přikrmování“

Po 21 dnech, nutných pro aklimatizaci žížal, byla kolovým nakladačem navrstvena a volně rozprostřena na povrch hromady „VERMI“ další vrstva bioodpadů z hromady „BRKO“ (**obr. 4**). Nová vrstva měla výšku (30-50) cm, vlhkost zakládáných surovin byla (55-70) % a teplota uvnitř hromady „VERMI“ byla do 35 °C. Pokud byla vlhkost zpracovávaných bioodpadů v hromadě „VERMI“ menší než 55 %, bylo nutné její zavlažení – optimální vlhkost surovin je do 80 %.

Z hromady „BRKO“ byly další vrstvy bioodpadu zakládány na hromadu „VERMI“ v časových intervalech (15-25) dní, kdy výška jednotlivých přidaných vrstev byla cca 0,5 m. Bioodpad byl vrstven až do chvíle, kdy celková výška hromady „VERMI“ dosáhla hodnoty (1,5-2,0) m (**obr. 5**).



Obr. 4: Vrstvení BRKO kolovým nakladačem (přikrmování) (foto: P. Plíva)



Obr. 5: Konečná výška hromady „VERMI“ (foto: P. Plíva)

3.3.4 Ukončení procesu vermikompostování

V konečné fázi vermikompostovacího procesu byly oddělovány z **hromady „VERMI“** zpracovávané bioodpady s kalifornskými žížalami od hotového vermikompostu a byly zakládány do nově připravené pásové hromady, kde byla vytvořena podkladní vrstva z „uleželých“ bioodpadů z **hromady „BRKO“**, popř. byly ukládány na provizorní plochu.

Po odebrání veškerých surovin s násadou kalifornských žížal z **hromady „VERMI“** bylo možno hotový vermikompost vyskladnit.

Tímto postupem byl zajištěn **nepřetržitý provoz** zpracovávání bioodpadů bez nutnosti dodatečných nákladů za další dodávku násady kalifornských žížal.

V **příloze č. 1** je schematicky znázorněna návaznost jednotlivých operací při vermikompostování BRKO v pásové hromadách na volně zabezpečené ploše.

3.4 Finalizace vyrobeného vermikompostu

Na ověřovanou technologii vermikompostování BRKO bezprostředně navazuje způsob využití vyrobeného vermikompostu s požadovanými jakostními znaky, který je registrovaný pod názvem **„Vermikompost, organické hnojivo“**, registrační číslo **4153**.

Vyrobený vermikompost může být po oddělení části hromady **„VERMI“** s kalifornskými žížalami přímo expedován jako volně ložený k aplikaci na zemědělsky obdělávanou půdu.

V druhém případě může být vyrobený kompost proséván, uskladněn na dozrávací ploše nedaleko kompostovací plochy (**obr. 6**) a následně dodáván zájemcům o kvalitní organické hnojivo.



Obr. 6: Uskladnění prosátého vermikompostu před expedicí (foto: P. Plíva)

3.5 Průběh ověřování jednotlivých operací technologie

3.5.1 Sledované hodnoty během ověřování

V průběhu ověřování technologie vermikompostování byly sledovány následující hodnoty:

- teplota a vlhkost v založené hromadě;
- teplota a vlhkost okolního prostředí;
- množství vzdušného kyslíku ve zpracovávaných bioodpadech (vzdušnost);
- hmotnost bioodpadů založených do pásové hromady;
- hmotnost vyrobeného kompostu z pásové hromady;
- hodnoty získané z agrochemických a mikrobiologických rozborů vermikompostů.

Všechny naměřené a zjištěné hodnoty z ověřování technologie „**Vermikompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu**“ jsou uloženy a archivovány u řešitelů projektu v následující dokumentaci:

- 1/ Periodická zpráva 2017 projektu č. QJ1530034.
- 2/ Protokoly z měření v roce 2017 (uloženo u řešitelů projektu).
- 3/ Záznamy v provozním deníku 2017 (uloženo u provozovatele kompostárny).
- 4/ Výsledky prezentované na konferencích, seminářích a v odborných periodikách.

3.5.2 Poznatzky zjištěné během ověřování

Během ověřování technologie vermikompostování BRKO byly zjišťovány jednak hodnoty agrochemických a biologických veličin, ale byla ověřena i určitá pravidla, zajišťující úspěšný průběh celého procesu zpracovávání bioodpadů vermikompostováním.

Měření teplot bioodpadů v jednotlivých hromadách

Měření teploty bylo prováděno zapichovacím teploměrem jednak po okrajích pásové hromady v hloubce cca 10 cm pod jejím povrchem, dále byla teplota měřena na podélné ose pásové hromady ve střední a spodní vrstvě.

Naměřeny teploty jsou zaznamenány v protokolech o měření. V **tab. 1** jsou uvedeny pouze intervaly, ve kterých se teploty pohybovaly v hromadě „BRKO“ a v hromadě „VERMI“

Tab. 1: Intervaly dosažených teplot v pásových hromadách během celého cyklu

	1. IV. 2015 – 30. VI. 2016
Hromada „BRKO“	(8 - 72) °C
Hromada „VERMI“	(9 - 43) °C

Poznámky k průběhu teplot:

- v hromadě „VERMI“ nesmí teplota přesáhnout 35 °C, pokud se tak stane je nutné zpracovávané suroviny „zchladit“ – bioodpad je nutné z hromady „VERMI“ odebrat, na volné ploše ho rozprostřít ve slabší vrstvě do 30 cm, nechat cca 14 dní vyhřát, následně v případě potřeby prolít vodou, po těchto úpravách je bioodpad ochlazen na přijatelnou teplotu pro žížaly a je ho možno znovu založit do hromady „VERMI“;
- je nutné kontrolovat teplotu bioodpadů v hromadě „BRKO“ při jejich odběru pro založení do hromady „VERMI“ – tzv. „přikrmení“.

Měření vlhkosti bioodpadů v jednotlivých hromadách

Měření vlhkosti bylo prováděno přenosným vlhkoměrem, resp. pěstní zkouškou, po krajích pásové hromady v hloubce cca 10 cm pod jejím povrchem a v horní části pásové hromady (cca 10 cm pod jejím povrchem).

V jednotlivých hromadách byly naměřeny vlhkosti, které jsou zaznamenány v protokolech o měření. V **tab. 2** jsou uvedeny pouze intervaly, ve kterých se vlhkosti v hromadě „BRKO“ a v hromadě „VERMI“ pohybovaly.

Tab. 2: Intervaly dosažených vlhkostí v pásových hromadách během celého cyklu

	1. IV. 2015 – 30. VI. 2016
Hromada „BRKO“	(30 - 63) %
Hromada „VERMI“	(35 - 88) %

Poznámky k průběhu vlhkostí:

- v hromadě „BRKO“ je optimální vlhkost zpracovávaných bioodpadů (40-60) %, pokud je vlhkost mimo tento interval je nutné vlhkost upravit (zavlažením, resp. vysušením);
- v hromadě „VERMI“ je optimální vlhkost zpracovávaných bioodpadů (55-80) % – při pěstní zkoušce je takto vlhký bioodpad možný vytvarovat do tvaru koule, z pěsti kape voda;
- měření vlhkosti bioodpadů, zakládáných do hromady „VERMI“, je nutné provádět vždy před a po každém zakládání bioodpadů.

Hmotnostní toky

Během ověřování byly zjišťovány hmotnosti bioodpadů, zakládáných do pásové hromady „VERMI“ a následně i hmotnosti odebraného vyrobeného kompostu. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v **tab. 3**.

Tab. 3: Hmotnostní toky surovin během ověřování

Hromada „VERMI“	Hmotnost založených surovin (t)	Hmotnost odebraného vermikompostu (t)
násada žížal – založená	89	---
podkladová a krycí vrstva	284	---
přidané bioodpady	443	---
násada žížal – odebraná	---	45
hrubý vermikompost (z toho prosátý vermikompost)	---	260 (211)
Celkem	816	305

Poznámka k hmotnostnímu toku:

- během ověřování technologie vermikompostování bylo do hromady „VERMI“ založeno celkem 816 t bioodpadů včetně násady žížal;
- po ukončení procesu bylo odebráno celkem 305 t vermikompostu a násady;

- hmotnost odebraných vermikompostu a násady byla cca 2,7x nižší nežli byla hmotnost založených surovin, což odpovídá běžnému kompostování;
- poměr hmotnosti násady založené a odebrané je cca 2:1, avšak počet žížalých jedinců v 1 m³ odebrané násady byl vyšší, čímž došlo k určité kompenzaci.

Ukončení procesu

Cyklus každé zakládky byl ukončen minimálně po 12 měsících. (14-21) dnů před jeho ukončením byla na hromadu „VERMI“ založena poslední, vrchní vrstva, kterou tvořily „vhodné“ suroviny, obsahující větší množství sacharidů (např. siláž, ovoce). Je vhodné tuto vrstvu přikrýt z důvodu zastínění. Žížaly se během této doby přemístily do připravené vrstvy, vrstva byla šetrným způsobem sejmuta, zvážena, uskladněna či ihned použita jako násada k založení nové hromady „VERMI“.

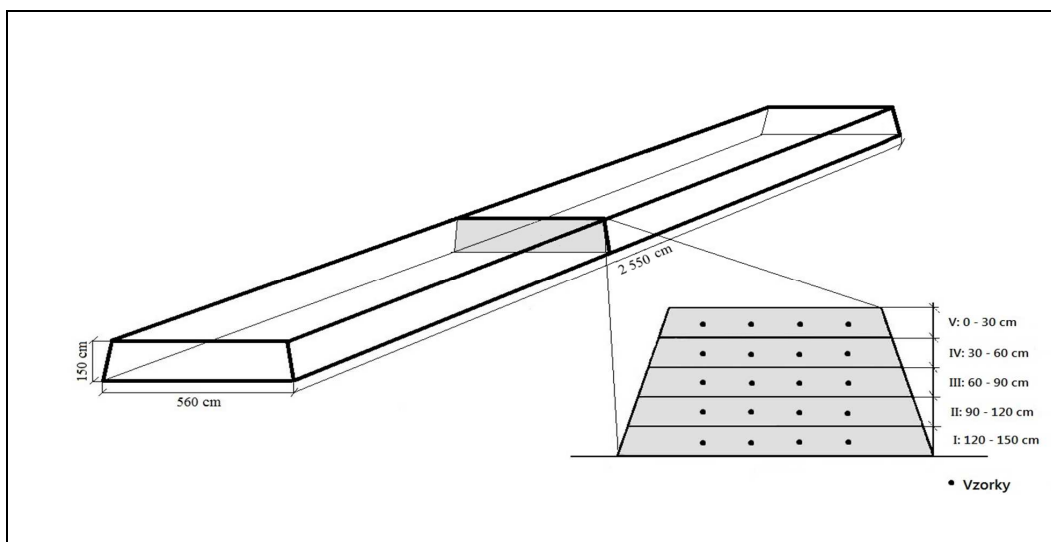
Po sejmutí vrchní vrstvy byla zbylá část hromady „VERMI“ ihned expedována k zemědělskému využití anebo byla převezena na dozrávací plochu, kde následně došlo k jejímu vytřídění (proseávání) a uskladnění.

Poznámky k ukončování procesu:

- pokud nejsou vhodné podmínky pro ukončení procesu (např. vysoká vlhkost vermikompostu, chladné období, nedokonale zpracovaný bioodpad v hromadě „VERMI“) je nutné v procesu vermikompostování pokračovat;
- proseávání vermikompostu má svoje specifické znaky, ne každý typ síta je pro jeho proseávání vhodný, v rámci ověřování byly vyzkoušeny dva typy síta.

Agrochemický a biologický rozbor vrstev pásové hromady „VERMI“

Po více než 12 měsících vermikompostování byl profil hromady rozdělen do pěti vrstev, které se lišily tloušťkou a stářím. Z každé vrstvy byly odebrány vzorky ve 4 opakováních (**obr. 7**).



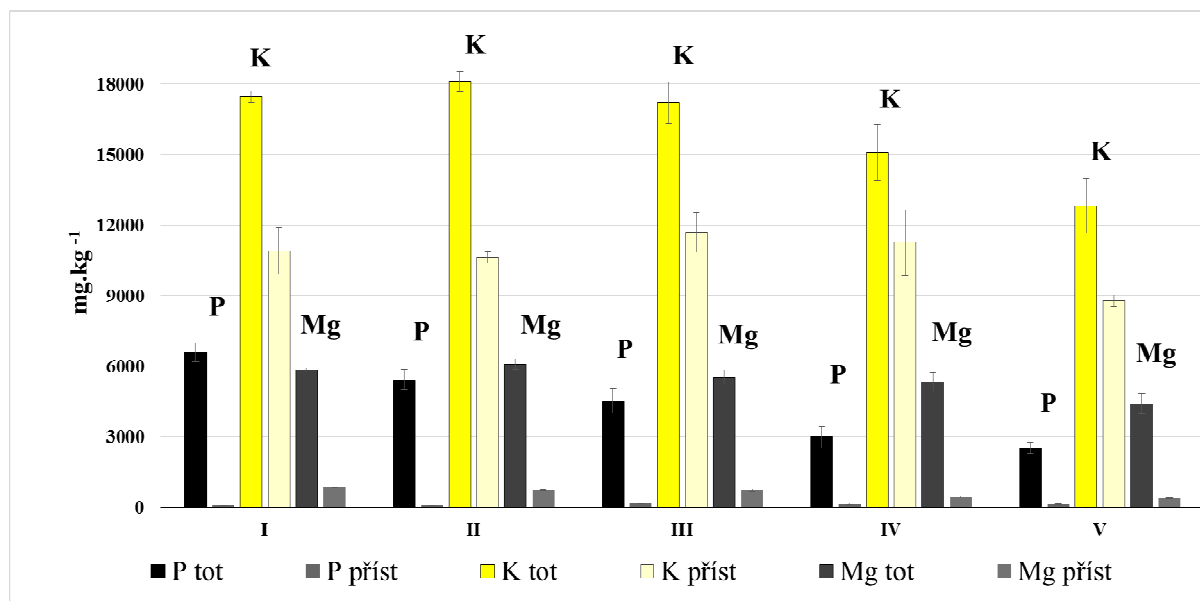
Obr. 7: Schéma rozdělení profilu hromady

Horní vrstva (0-30 cm, stáří < 3 měsíce) byla charakterizována částečně rozloženou organickou hmotou s vysokou hodnotou pH a v porovnání s ostatními vrstvami vyšším poměrem C:N (**tab. 5**). V 1 kg materiálu bylo zjištěno 15 g žížalí biomasy s hustotou 125 žížal.kg⁻¹ vyskytujících se převážně ve shlucích. V této vrstvě bylo nalezeno největší množství hub (3,5 μg.g⁻¹ sušiny) a bakterií (62 μg.g⁻¹ sušiny) stanovených analýzou jejich fosfolipidových mastných kyselin.

Tab. 5: Vybrané agrochemické parametry jednotlivých vrstev v systému velkoprodukčního vermikompostování s průběžným krmením

Vrstva	Sušina (%)	pH/H ₂ O	Měrná vodivost (μS.cm ⁻¹)	C _{tot} (%)	N _{tot} (%)	C:N
V.	40,16 ± 2,19 ^a	8,70 ± 0,13 ^b	1824 ± 139,4 ^a	24,17 ± 1,27 ^c	1,53 ± 0,21 ^a	16,07 ± 3,10 ^c
IV.	34,95 ± 1,64 ^c	8,75 ± 0,07 ^b	2041 ± 367,9 ^a	21,50 ± 2,75 ^{bc}	1,54 ± 0,17 ^a	13,99 ± 1,15 ^{bc}
III.	46,57 ± 1,09 ^b	7,49 ± 0,11 ^a	3640 ± 318,0 ^b	17,24 ± 0,55 ^a	1,67 ± 0,06 ^a	10,34 ± 0,16 ^a
II.	43,76 ± 0,69 ^b	8,11 ± 0,09 ^c	2076 ± 319,5 ^a	17,16 ± 1,53 ^a	1,62 ± 0,05 ^a	10,64 ± 1,23 ^{ab}
I.	40,44 ± 0,54 ^a	7,45 ± 0,10 ^a	2317 ± 197,8 ^a	18,14 ± 1,31 ^{ab}	1,75 ± 0,03 ^a	10,38 ± 0,76 ^a

Spodní vrstvy (odstupňované po 30 cm a 3 měsících stáří) byly stabilizované, jak dokazuje nízký obsah amonného dusíku, poměr amonného dusíku k nitrátovému a rozpuštěný organický uhlík a na druhou stranu vysoká iontovýměnná kapacita a její poměr k celkovému uhlíku. Tyto vrstvy se vyznačovaly vyššími hodnotami měrné vodivosti, celkovým obsahem živin, přístupným obsahem hořčíku (**graf 1**) a relativně širokým poměrem bakterie:houby.



Graf 1: Změny v celkovém a přístupném obsahu P, K a Mg (mg.kg^{-1}) ve vrstvách I.-V. v systému velkoprodukčního vermikompostování s průběžným krměním. Hodnoty jsou průměr \pm směrod. odchylka (4 opakování)

Ze stanovených hodnot vyplývá, že:

Horní vrstvu je vhodné použít pro zakládku nové pásové hromady a pro přípravu vodného výluhu sloužícího k ochraně rostlin. V případě oddělení žížal je možné je využít jako krmivo pro drůbež a ryby nebo pro výrobu farmaceutických produktů.

Spodní vrstvy jsou předurčeny k využití jako hnojivo nebo jako složka zahradnických substrátů. Také se se mohou použít k remediaci kontaminovaných půd a vod.

Podrobnosti jsou uvedeny v vědeckém článku: Hanc, A., Castkova T., Kuzel, S., Cajthaml, T. 2017. Dynamics of a vertical-flow windrow vermicomposting system. Waste Management & Research 35: 1121-1128.

Obsluha kompostárny (oprávněná osoba)

Ověřováním technologie na kompostárně bylo prokázáno, že pro chod kompostárny je nezbytná přítomnost oprávněné osoby, která dohlíží na provoz kompostárny a zajišťuje její správný chod. Činnost spočívá zejména:

- ve sledování fyzikálních a chemických hodnot zakládky bioodpadů a vermikompostů;
- ve vedení provozního deníku kompostárny;

- v provádění kvalifikovaných odhadů aktuálního množství naskladněného bioodpadu a vyrobeného vermikompostu (popř. pověřená osoba v zastoupení);
- ve vedení veškeré evidence kompostárny včetně evidence ve skladu vyrobeného vermikompostu;
- v zajišťování laboratorních rozborů vyrobeného vermikompostu v akreditované laboratoři;
- v realizaci prodeje a výdeje vermikompostu;
- realizaci všech kontrol (ÚKZUZ, ČIŽP, KÚ,...), potřebných pro chod kompostárny;
- archivace záznamů kontrol;
- atd.

4 EKONOMICKÉ PARAMETRY OVĚŘOVANÉ TECHNOLOGIE

4.1 Ekonomický přínos vermikompostování vyčíslitelný

Ekonomický přínosy pro podniky využívající technologii vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše pro zpracovávání biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) lze určit z následujících údajů:

- klasické kompostování

Celkové náklady na překopávání založených surovin překopávačem kompostu jsou – **1 000 t** v jednom kompostovacím cyklu (90 dní) – **72 946,- Kč bez DPH pro každý cyklus;**

- vermikompostování

Celkové náklady na pořízení násady žížal pro zpracování 1 000 t BRKO v jednom kompostovacím cyklu (300 dní) jsou **50 000,- Kč bez DPH**, na další cykly je využíván již vlastní žížalový substrát, čili náklady na „překopávání pomocí žížal“ jsou nulové;

- porovnání

Náklady na zpracování 1 000 t BRO jsou u vermikompostování nižší, avšak délka kompostovacího cyklu (setrvání zpracovávaných surovin na kompostovací ploše) je u vermikompostování 3,3x delší. To náklady u vermikompostování zvyšuje.

Vzhledem k tomu, že násada žížal je pořizována na několikaleté období bez potřeby obnovy, jsou výsledné náklady za určité období srovnány a dále oproti klasickému kompostování, u kterého je nutné překopávání provádět neustále, stále snižovány.

4.2 Nevyčíslitelné přínosy vermikompostování

Mezi přínosy vermikompostování, které nelze finančně vyčíslit, lze z pohledu ekologického zařadit zejména:

- a/ dodání vermikompostu do půdy – zvýšení obsahu živin, enzymů a růstových hormonů;
- b/ dodání vermikompostu do půdy – cenná surovina z hlediska kvalitní organické hmoty, zlepšení fyzikálních vlastností zemědělské půdy, snížení ztrát půdy vodní erozí a potlačování dalších negativních vlivů;
- c/ využívání zařízení přispívá k plnění podprogramu a směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadu a Nařízení vlády č. 197/2003 Sb. o Plánu odpadového hospodářství – cílem je snížit podíl skládkovaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu.

5 ZÁVĚREČNÉ KONSTATOVÁNÍ

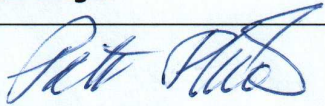
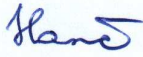
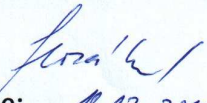
Na základě uskutečněného ověřování technologie vermikompostování s využitím žížal *Eisenia andrei*, realizovaná v provozních podmínkách kompostárny, zpracovávající „velké“ množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů, popř. dalších typů bioodpadů, v pásových hromadách na volné, vodohospodářsky zabezpečené, ploše lze formulovat následující **základní podmínky pro její úspěšné provozování**:

- striktně dodržovat technologii chovu kalifornských žížal v optimálních podmínkách - dostatečný přísun zpracovávaných bioodpadů, teplotní podmínky, vlhkost prostředí v prostředí výskytu žížal, míru provzdušnění, obsahu solí a dalších méně důležitých parametrů;
- dodržovat zásady, předepsané dodavatelem technologie s tím, že budou respektovány a plněny jeho případné pokyny;
- vermikompostováním budou zpracovávány bioodpady podle seznamu bioodpadů, který obsahuje vhodné a nevhodné krmivo pro kalifornské žížaly;
- na kompostárně je nutná přítomnost pověřené osoby, která průběh technologického procesu kontroluje a případně zajišťuje nezbytné kroky k nápravám vzniklých nedostatků.

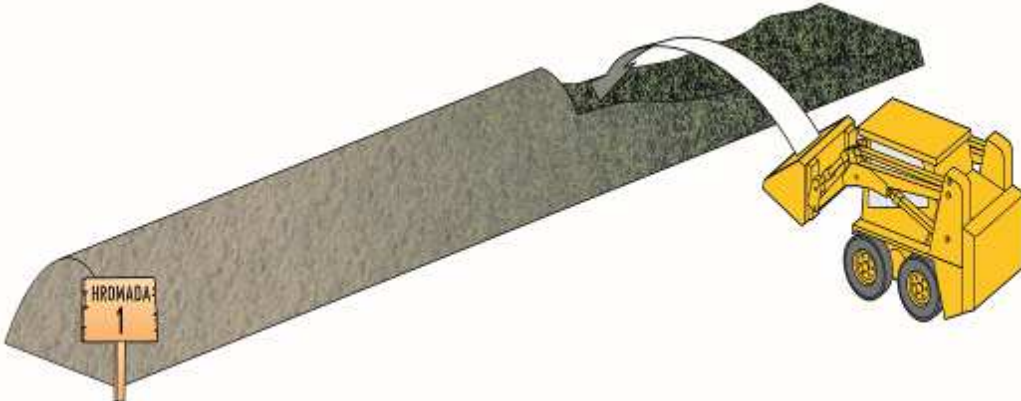
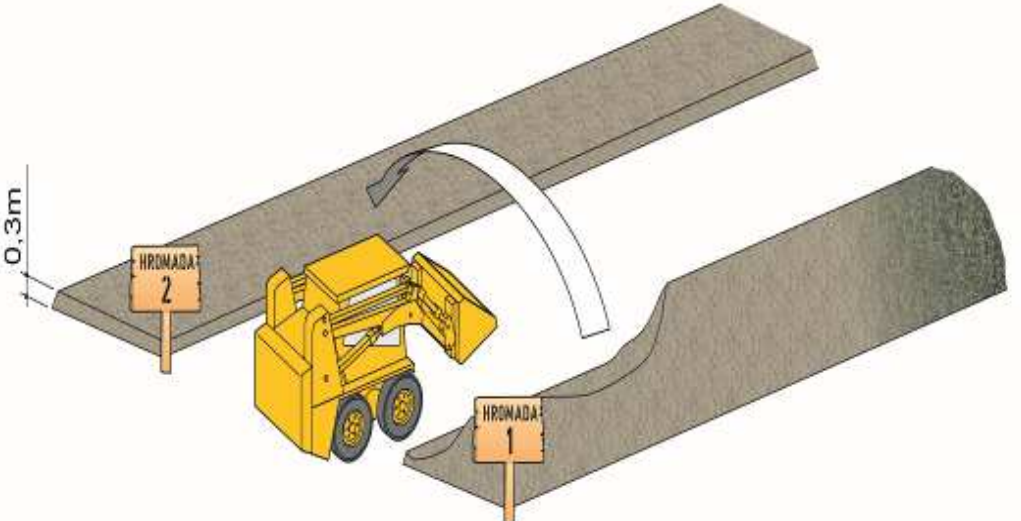
Dodržením výše uvedených základních podmínek pro úspěšné provozování technologie vermikompostování budou bioodpady spolehlivě zpracovávány a výsledným produktem bude „Vermikompost, organické hnojivo“, registrační číslo 4153.

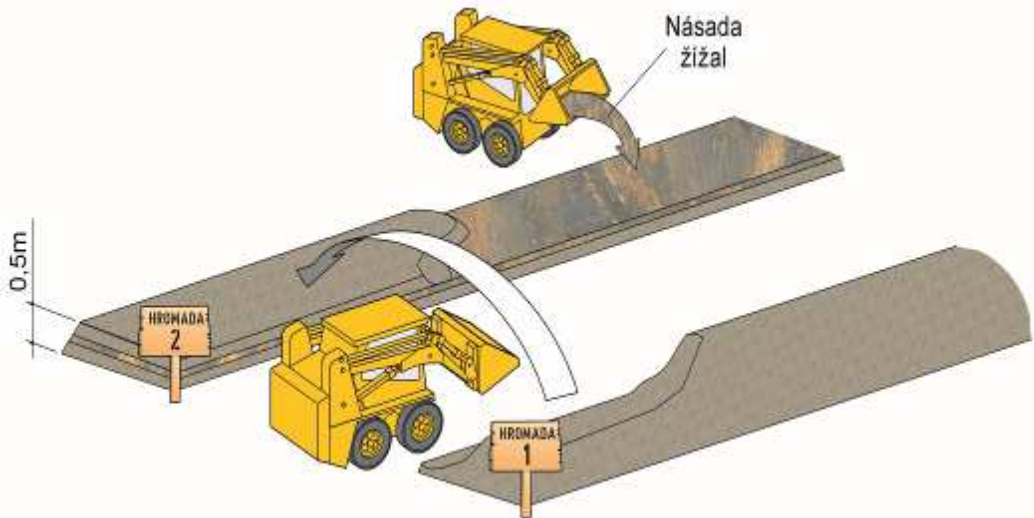
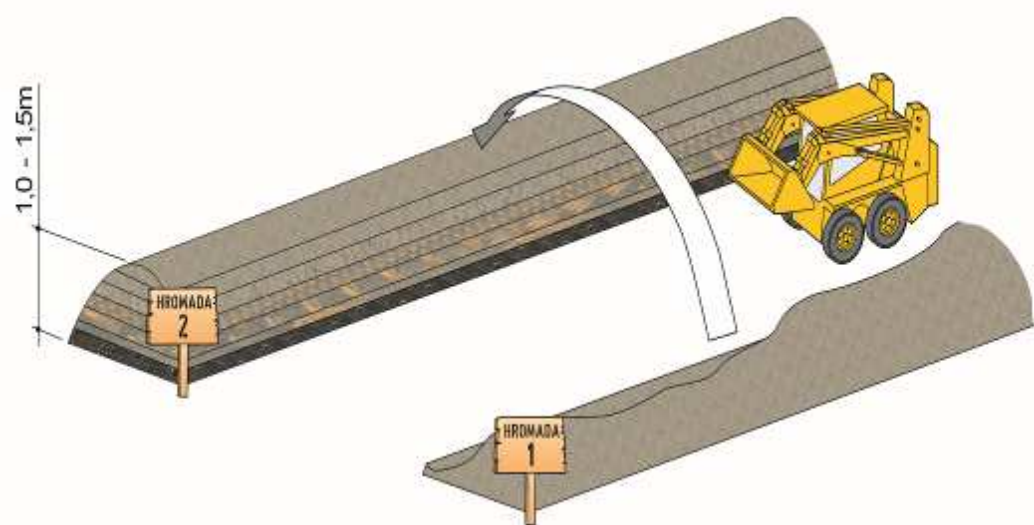
6 SMLOUVA O UPLATNĚNÍ OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE

Smlouva o uplatnění ověřené technologie „Vermikompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu“ byla uzavřena s podnikem RUMPOLD UHB, s.r.o. se sídlem v Uherském Brodě a je uvedena v **Příloze č. 2**.

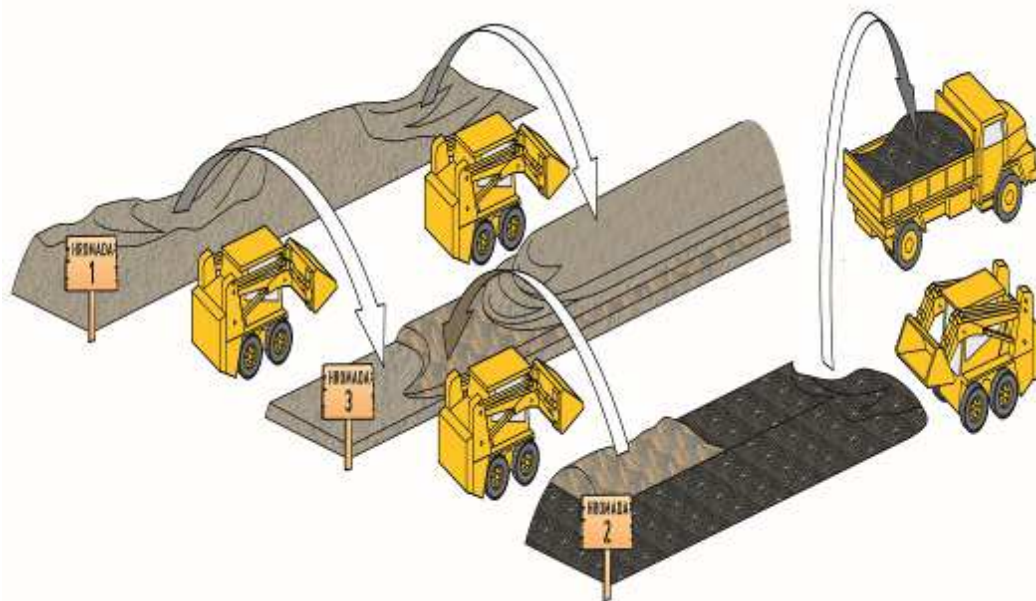
Autorský tým výsledku Z_{tech} – Ověřená technologie	
Ing. Petr Plíva, CSc. VÚZT, v.v.i, Praha	 V Praze, dne: 5. XII. 2018
Doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D. ČZU v Praze	 V Praze, dne: 7. 12. 18
Ing. Věra Horáková RUMPOLD UHB, s.r.o. Uherský Brod	 V Uherském Brodě, dne: 11. 12. 2018

PŘÍLOHA 1: VERMIKOMPOSTOVÁNÍ V PÁSOVÝCH HROMADÁCH NA VOLNÉ PLOŠE

1		<p>Zhomogenizovaný bioodpad (zpracovávané suroviny) je pomocí čelního kolového nakladače založen do pásové hromady č. 1, bez násady kalifornských žížal.</p> <p>V hromadě č. 1 proběhne první fáze kompostovacího procesu – proběhne zahřátí v celém průřezu hromady na teploty pro žížaly nepřijatelné.</p>
2		<p>Po průběhu zahřátí jsou zpracovávané suroviny z jednoho konce hromady č. 1 čelním nakladačem odebrány a využity pro založení hromady č. 2 – její podkladní vrstvy.</p> <p>Hromada č. 1 je dle potřeby z druhé strany doplňována novým bioodpadem.</p>

3		<p>Do hromady č. 2 je zakládána násada žížal – na vytvořenou podkladní vrstvu o tloušťce cca 0,3 m je rovnoměrně rozprostřena násada kalifornských žížal o tloušťce cca 0,1 m, na kterou je založena opět vrstva „uleželých“ bioodpadů o tloušťce cca 0,1 m z hromady č. 1.</p> <p>Po založení by měla být celková výška pásové hromady č. 2 max. 0,5 m.</p>
4		<p>Po 14 dnech, nutných pro aklimatizaci žížal, jsou vrstveny v časových intervalech další vrstvy bioodpadů o tloušťce cca 0,5 m z hromady č. 1 až do celkové výšky hromady č. 2 cca 1,0-1,5 m.</p> <p>Nutným předpokladem pro další případné vrstvení je monitorování teploty uvnitř pásové hromady č. 2 a dodržení max. přípustné teploty 35 °C.</p>

5



V konečné fázi vermikompostovacího procesu jsou oddělovány z **hromady č. 2** zpracovávané suroviny s kalifornskými žížalami od hotového vermikompostu a jsou zakládány do nově připravené pásové **hromady č. 3**, kde byla vytvořena podkladní vrstva z „uleželých“ bioodpadů z **hromady č. 1**.

Po odebrání veškerých surovin s násadou kalifornských žížal z **hromady č. 2** je možno hotový vermikompost vyskladnit.

Tímto postupem je zajištěn **nepřetržitý provoz** zpracování bioodpadů bez nutnosti dodatečných nákladů za další dodávku násady kalifornských žížal.

PŘÍLOHA 2: SMLOUVA O UPLATNĚNÍ OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE



Smlouva o uplatnění ověřené technologie č. 41/VÚZT/2018/C

zpracované v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QJ1530034 „Legislativní podklady pro větší uplatnění kompostů, zejména vermikompostů na zemědělskou půdu“

Poskytovatelé výsledku:

1. **Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.**
se sídlem: Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně
IČO: 00027031
DIČ: CZ00027031
zastoupený: Ing. Antonínem Machálkem, CSc., ředitelem
(dále jen „poskytovatel ověřené technologie“)
2. **Česká zemědělská univerzita v Praze**
Kamýcká 129, Praha – Suchbát, PSC 165 00
IČO: 60460709
DIČ: CZ60460709
zastoupená: Ing. Janou Vohralíkovou, kvestorkou
(dále jen „poskytovatel ověřené technologie“)

Uživatel výsledku:

1. **RUMPOLD UHB, s.r.o.**
se sídlem: Předbranská 415, 688 01 Uherský Brod
IČO: 60704756
DIČ: CZ60704756
zastoupený: Ing. Jaroslavem Žmolíkem, jednatelem společnosti
vedená u Krajského soudu v Brně, oddíl C, 15009
(dále jen „RUMPOLD“)

(společně dále také jako „smluvní strany“)

Článek 1

Předmět smlouvy

- 1.1. Předmětem této smlouvy je uplatnění ověřené technologie s názvem
„**Vermikompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu**“
(dále jen „ověřená technologie“).
- 1.2. Ověřená technologie byla realizována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV ev. č. QJ1530034 „**Legislativní podklady pro větší uplatnění kompostů, zejména vermikompostů na zemědělskou půdu**“.

Článek 2

Autorství a cíl uplatnění ověřené technologie

- 2.1. Autory ověřené technologie jsou Ing. Petr Plíva, CSc., Doc. Ing. Aleš Hanč Ph.D., Ing. Věra Horáková.
- 2.2. Cílem uplatnění ověřené technologie bylo v reálných podmínkách uživatele výsledku ověřit způsob zpracování zejména **biologicky rozložitelných komunálních odpadů**, případně další biomasy (např. zbytkové zemědělské biomasy), **vermikompostováním**.

Výsledkem procesu zpracovávání výše uvedených surovin byl vermikompost se stabilizovanou organickou hmotou, který je využitelný jako účinné organické hnojivo, aplikovatelné na zemědělsky obdělávané půdy, popř. další pozemky.

Článek 3

Úprava vlastnických a užívacích práv k ověřené technologii

- 3.1. Všechna práva k ověřené technologii patří jejím autorům.
- 3.2. Uživatel ověřené technologie je oprávněn užívat ověřenou technologii po dobu účinnosti této smlouvy.
- 3.3. Uživatel ověřené technologie není oprávněn poskytnout ověřenou technologii třetím osobám bez písemného souhlasu poskytovatelů ověřené technologie a autora (ů).
- 3.4. Autoři ověřené technologie prohlašují, že ověřená technologie nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví.
- 3.5. Uživatel ověřené technologie bere na vědomí a souhlasí, že poskytovatelé ověřené technologie ani autorský tým nenesou odpovědnost za dosažené výsledky užitím technologie na základě této smlouvy. Uživatel ověřené technologie nese odpovědnost za jakoukoliv škodu, která užitím technologie uživatelem technologie jemu samotnému či jakékoliv třetí osobě vznikne, a není oprávněn ji vymáhat po poskytovatelích ověřené technologie ani po členech autorského týmu.

Článek 4

Závěrečná ustanovení

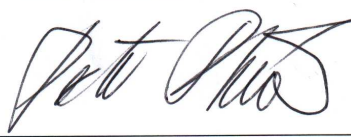


- 4.1. Tato smlouva se uzavírá na dobu určitou **do 31. 12. 2023** s tříměsíční výpovědní lhůtou. Výpovědní lhůta začíná běžet od prvního dne měsíce následujícího po doručení výpovědi druhé smluvní straně.
- 4.2. Tato smlouva je v souladu s ustanoveními Smlouvy o poskytnutí dotace na podporu řešení výzkumného projektu NAZV QJ1530034 „Legislativní podklady pro větší uplatnění kompostů, zejména vermikompostů na zemědělskou půdu“.
- 4.3. Jakékoliv změny a doplnění této smlouvy mohou být provedeny pouze po sobě číslovanými dodatky k této smlouvě, podepsanými zmocněnými zástupci smluvních stran.
- 4.4. Závazky, práva a povinnosti vyplývající z této smlouvy přecházejí na eventuální právní nástupce smluvních stran.
- 4.5. Tato smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem podpisu smluvních stran.
- 4.6. Tato smlouva se vyhotovuje v **pěti stejnopisech**, z nichž každý má platnost originálu. Výzkumný ústav zemědělské techniky a RUMPOLD obdrží jeden a Česká zemědělská univerzita v Praze dva stejnopisy. Jeden stejnopis obdrží poskytovatel dotace na řešení výzkumného projektu, v jehož rámci byla technologie ověřena.
- 4.7. Ověřená technologie je poskytována uživateli ověřené technologie bezplatně.

4.8. Autoři ověřené technologie zaznamenají ověřenou technologii v evidenci RIV. Ověřená technologie a smluvní uživatel budou uvedeni v technické dokumentaci výsledku.



4.9. Poskytovatelé ověřené technologie nenesou žádné právní důsledky za komerční využití ověřené technologie.

4.10. Uživatel ověřené technologie bezvýhradně souhlasí se zveřejněním plného znění smlouvy tak, aby tato smlouva mohla být předmětem poskytnuté informace ve smyslu zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů.

4.11. Smluvní strany prohlašují, že si smlouvu před jejím podpisem přečetly a s jejím obsahem bez výhrad souhlasí. Smlouva je vyjádřením jejich pravé, skutečné, svobodné a vážné vůle. Na důkaz pravosti a pravdivosti těchto prohlášení připojují oprávnění zástupci smluvních stran své vlastnoruční podpisy.





Za autory ověřené technologie: Ing. Petr Plíva, CSc., V Praze, dne: <u>6/11</u> 2018	
Doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D. V Praze, dne: <u>7.12</u> 2018	
Ing. Věra Horáková V Uherském Brodě, dne: <u>11.12</u> 2018	

Podpisy smluvních stran

Za poskytovatele ověřené technologie: Ing. Antonín Machálek, CSc., ředitel V Praze, dne: <u>10.12</u> 2018	 
---	---

<p>Ing. Jana Vohralíková, kvestorka V Praze, dne: 07. 12. 2018</p>	 <p>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE (2/2)</p>
<p>Za uživatele ověřené technologie: Ing. Jaroslav Žmolík jednatel V Uherském Brodě, dne: 11. 12. 2018</p>	<p>RUMPOLD UHB, s.r.o. Předbráňská 415 688 01 Uherský Brod ING. MIROSLAV ŽMOLÍK, jednatel</p>



	<p>V Praze, dne: 11. 12. 2018</p>
	<p>V Praze, dne: 11. 12. 2018</p>
	<p>V Uherském Brodě, dne: 11. 12. 2018</p>
	<p>V Uherském Brodě, dne: 11. 12. 2018</p>

Prověřeno právním odd. ČZU v Praze