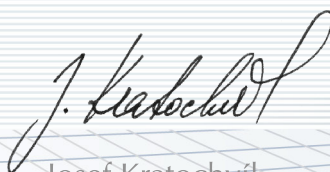




ČESKÁ REPUBLIKA
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

PATENTOVÁ LISTINA



Josef Kratochvíl
předseda
Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví

udělil podle § 34 odst. 3 zákona č. 527/1990 Sb., v platném znění,

PATENT

číslo

310451

na vynález uvedený v příloženém popisu.

V Praze dne: 19.06.2025

Za správnost:

Irena Korelová
oddělení rejstříků

C05F 17/05 (2020.01)
C05F 7/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2024-308
(22) Přihlášeno: 14.08.2024
(40) Zveřejněno: 25.06.2025
(Věstník č. 26/2025)
(47) Uděleno: 15.05.2025
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 25.06.2025
(Věstník č. 26/2025)

(56) Relevantní dokumenty:
CN 106831189 A1; CN 113582733 A; CN 118023744 A.

(73) Majitel patentu:
Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6,
Suchbát, CZ
(72) Původce:
prof. Ing. Aleš Hanč, Ph.D., Praha 6, Suchbát, CZ
Ing. Pavel Míchal, Ph.D., Praha 6, Břevnov, CZ
(74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:
**Směs pro založení vermikompostu na bázi
akvakulturního kalu a způsob
vermikompostování akvakulturního kalu**

(57) Anotace:
Předkládané řešení se týká směsi pro založení
vermikompostu, která obsahuje akvakulturní kal a dále
alespoň jeden z materiálů, vybraných ze skupiny
obsahující odpadní papír, rostlinné zbytky a vaječné
skořápky, přičemž hmotnostní poměr sušiny
akvakulturního kalu ku sušině ostatního materiálu je v
rozsahu od 1:10 do 25:1; a přičemž množství vody ve
směsi je v rozsahu od 65 do 90 % hmotn. Řešení se dále
týká způsobu vermikompostování akvakulturního kalu,
vermikompostu vzniklého tímto způsobem a jeho použití
jako hnojiva.

Směs pro založení vermikompostu na bázi akvakulturního kalu a způsob vermikompostování akvakulturního kalu

5 Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká zpracování akvakulturního kalu, který vzniká na farmách akvakulturních (pouze chov ryb) nebo akvaponických (chov ryb a hydroponické pěstování rostlin) metodou vermikompostování využívající interakci žížal a mikroorganismů. Systém se
10 zaměřuje na zlepšení procesu vermikompostování akvakulturního kalu přidavkem vhodných materiálů, přičemž počáteční žížalí substrát je dodáván z boku.

Dosavadní stav techniky

15 S nárůstem počtu akvakulturních a akvaponických farem se zvyšuje množství kalu vznikajícího filtrací vody z chovu ryb. Pro tento kal se hledá efektivní využití. Jednou z možností může být vermikompostování, které využívá epigeickou skupinu žížal, v podmínkách mírného podnebného pásma, zejména žížaly rodu *Eisenia*.

20 Vermikompostování 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
25 systémy zpracování odpadů. Technologie je plně přátelská k životnímu prostředí.

Výsledný produkt vermikompostování – vermikompost – má ve srovnání s klasickým kompostem výrazně lepší vlastnosti. Je bohatý na živiny, ale také obsahuje vysoce kvalitní humus, růstové hormony, enzymy a látky, které jsou schopné chránit rostliny před škůdci a
30 chorobami. Dále zvyšuje nutriční hodnotu produktů a omezuje vstup cizorodých látek do rostlin. Hnojení vermikompostem tedy šetří producentům plodin peníze za průmyslová hnojiva a pesticidy. Další možností využití vermikompostu je jeho použití jako adsorbentu k imobilizaci těžkých kovů v půdě, k odstranění rizikových prvků a mikropolutantů z odpadních vod nebo jako náplň do filtrů k filtraci vzduchu.

35 Samotné vermikompostování akvakulturního kalu je problematické zejména z důvodu úzkého poměru uhlíku a dusíku (C/N) a také kvůli vysokému obsahu amonného dusíku, z kterého se tvoří plyný amoniak, jež je pro žížaly toxický.

40 V současné době se používají systémy vermikompostování, kdy se naspod umísťuje substrát se žížalami a na něj se postupně přidávají nové vrstvy bioodpadů. V případě tvorby amoniaku však žížaly buď opouští vermikompostovaný materiál (pokud tu možnost mají) nebo tam zahynou.

45 Podstata vynálezu

Předkládaný vynález spočívá v novém přístupu ke zpracování akvakulturního kalu metodou inovativního vermikompostování. Vzhledem k obtížnosti až nemožnosti vermikompostování samotného akvakulturního kalu, jsou k tomuto kalu přidány další bioodpady nebo materiály.
50 Konkrétně se jedná o odpadní papír, rostlinné zbytky či vaječné skořápky, s výhodou nadrcené na velikost menší než 1 mm.

Odpadní papír řeší problém nízkého C/N kalu, vysoké vlhkosti kalu a také se zlepši struktura materiálu pro žížaly. Ideální je dosáhnout u vermikompostovací směsi hmotnostního podílu C/N
55 v rozmezí od 30:1 do 35:1 a vlhkosti přibližně 80 %. Může se použít například klasický tiskový

- nebo lepenkový papír. Výhodné je použít nasávanou kartonáž, která je schopna nahradit plastové výrobky pro jedno použití, a jejíž množství ve světě strmě roste. S nasávanou kartonáží se lze setkat hlavně v podobě tvarovaných fixací, jednorázových talířů, misek či tácků na ovoce, ale i v podobě dóz, či dokonce lahví. Největší objem výroby představují obaly na vajíčka – proložky jako převážně velkospotřebitelské balení a krabičky jako malospotřebitelské balení. Žížaly a specifické mikroorganismy jsou schopny rozkládat papír v nejrůznějších formách díky celulolytickým enzymům, které produkují.
- Rostlinné zbytky jsou ideálně takové, které vznikají na akvaponických farmách a mohou se tak zpracovat vermikompostováním v místě vzniku. Vhodné jsou ale jakékoliv jiné rostlinné zbytky, například zbytky zeleniny, zejména listové, ovoce, posečená tráva pod.
- Vaječné skořápky, jejichž hlavní složkou je uhličitán vápenatý (cca. 94 % hmotn. v sušině), organická hmota (cca. 4 % hmotn. v sušině), fosforečnan vápenatý (cca. 1 % hmotn. v sušině) a uhličitán hořečnatý (cca. 1 % hmotn. v sušině) podpoří činnost svalnatého žaludku, jež je součástí trávicího traktu žíhal, a tím zvýší efektivitu vermikompostování. Vápník je důležitý pro vápenaté žlázy, které jsou také součástí trávicího traktu žíhal. Díky nim mohou žížaly neutralizovat potravu s nízkým pH.
- Kvůli nebezpečí úniku nebo úhynu žíhal během vermikompostování je v systému počáteční substrát se žížalami přidán z boku a jednotlivé vrstvy jsou přidávány horizontálně.
- Na akvaponických farmách lze vermikompost ve formě výluhu využít jako součást hydroponického roztoku, což by přispělo k uzavření cyklu živin a tím k úplné nebo částečné náhradě průmyslových hnojiv.
- Předmětem předkládaného vynálezu je směs pro založení vermikompostu, která obsahuje akvakulturní kal a dále alespoň jeden z materiálů, vybraných ze skupiny obsahující odpadní papír, rostlinné zbytky a vaječné skořápky. Hmotnostní poměry sušiny akvakulturního kalu ku sušině ostatního materiálu je v rozmezí od 1:10 do 25:1 a množství vody ve směsi je v rozmezí od 65 do 90 % hmotn.
- Akvakulturním kalem se rozumí sediment obsahující zejména exkrementy od ryb, zbytky potravy ryb, mikroorganismy, rozpuštěné a suspendované částice a lze jej získat jako odpadní produkt akvakulturních a akvaponických farem.
- Rostlinnými zbytky z hydroponické části akvaponie se rozumí poškozené části pěstovaných plodin nevhodné k prodeji, např. listy, stonky a kořeny.
- Hustota směsi pro založení vermikompostu je s výhodou v rozmezí od 400 g/l do 900 g/l čerstvé hmoty.
- Pokud není uvedeno jinak, jedná se u [%] o procenta hmotnostní.
- V jednom provedení obsahuje směs pro založení vermikompostu akvakulturní kal a odpadní papír, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 1:5 do 1:10, přičemž uvedená směs obsahuje od 65 do 90 % hmotn. vody. S výhodou je odpadním papírem zvlhčená nasávaná kartonáž s obsahem sušiny v rozmezí od 20 do 30 % hmotn.
- V jednom provedení je obsah zvlhčené nasávané kartonáže ve směsi pro založení vermikompostu v rozmezí od 40 do 60 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost směsi. Uvedená směs má vyšší C/N i hustotu než samotný akvakulturní kal a je tedy pro žížaly vhodnější.
- V jednom provedení obsahuje směs pro založení vermikompostu akvakulturní kal a rostlinné zbytky, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 25:1 do 20:1, přičemž uvedená směs

obsahuje od 65 do 90 % hmotn. vody. S výhodou jsou rostlinnými zbytky rostlinné zbytky z hydroponické části akvaponie, což usnadňuje zpracování vermikompostováním přímo v místě vzniku a odpadají případné problémy a náklady spojené s transportem akvakulturního kalu a/nebo rostlinných zbytků. Stejně jako v případě odpadního papíru, i rostlinné zbytky pomáhají
5 zvýšit C/N výsledné směsi a tím vytvořit pro žížaly příznivější podmínky.

V jednom provedení je obsah rostlinných zbytků v rozmezí od 5 do 20 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost směsi.

10 V jednom provedení obsahuje směs pro založení vermikompostu akvakulturní kal, odpadní papír i rostlinné zbytky, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 20:25:1 do 30:60:1, přičemž uvedená směs obsahuje od 65 do 90 % hmotn. vody. S výhodou jsou v tomto provedení rostlinnými zbytky rostlinné zbytky z hydroponické části akvaponie a odpadním papírem je zvlhčená nasávaná kartonáž s obsahem sušiny v rozmezí od 20 do 30 % hmotn.

15 Ve výhodném provedení obsahuje směs pro založení vermikompostu podle kteréhokoliv z předchozích provedení dále od 3 do 10 % hmotn. vaječných skořápek, vztaženo na celkovou hmotnost směsi, které směsi dodávají zejména uhličitán vápenatý, fosforečnan vápenatý a uhličitán hořečnatý a podporují tím činnost a efektivitu žížal, přítomných ve vermikompostu.
20 Vaječné skořápky jsou vhodné zejména pokud jsou jemně nadrcené, s výhodou na velikost menší než 1 mm.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále způsob vermikompostování akvakulturního kalu, který obsahuje následující kroky:

- 25
- a) připraví se směs pro založení vermikompostu popsaná výše;
 - b) směs pro založení vermikompostu z kroku a) se umístí do vermikompostovací nádoby;
 - 30 c) do vermikompostovací nádoby se z boku přidá substrát pro žížaly se žížalami, přičemž hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu pro žížaly je v rozmezí od 3:1 do 5:1, s výhodou 4:1; s výhodou je počet žížal v substrátu pro žížaly alespoň 150 ks na 1 kg substrátu;
 - 35 d) směs z kroku c) se podrobí vermikompostování po dobu alespoň 4 měsíců.

Výhodou přidání substrátu se žížalami z boku (oproti smíchání žížalího substrátu se směsí akvakulturního kalu) je ochrana žížal před nevhodnými podmínkami (vysoký obsah pro žížaly toxického NH_3) na začátku vermikompostování. V průběhu vermikompostování je obsah
40 plynného NH_3 stanoveného analyzátozem těsně nad směsí menší než 12 ppm po 6 týdnech vermikompostování a menší než 3 ppm po dvou měsících vermikompostování. V dalším časovém období se již netvoří.

Vhodný substrát pro žížaly je odborníkovi v oboru známý, ve výhodném provedení je substrátem
45 pro žížaly směs matolin a/nebo jablečných výlisků a dřevěných pilin v hmotnostním poměru 3 díly matolin a/nebo jablečných výlisků a 1 díl dřevěných pilin. Ve výhodném provedení je počet žížal přidaných v kroku c) přibližně 200 ks na 1 kg substrátu. Nejvýhodněji jsou žížaly *Eisenia andrei*.

50 Předmětem předkládaného vynálezu je dále vermikompost, připravitelný výše popsaným způsobem. Takto připravený kompost obsahuje méně než 12 ppm NH_3 po šesti týdnech vermikompostování a méně než 3 ppm NH_3 po osmi týdnech vermikompostování. Výsledný vermikompost se vyznačuje pH v rozmezí od 6 do 7,8, měrnou vodivostí v rozmezí od 1 do 4 mS/cm, P_{tot} v rozmezí od 0,5 do 4 %, K_{tot} v rozmezí od 0,4 do 1,5 %, Ca_{tot} v rozmezí
55 od 5,1 do 21 % a Mg_{tot} v rozmezí od 0,3 do 0,7 %.

Obsah NH_3 měřený těsně nad vermikompostovanou směsí byl stanoven elektrochemickou metodou. Hodnoty pH byly měřeny pH-metrem. Měrná vodivost byla stanovena konduktometrem elektrochemickou metodou. Celkový obsah fosforu (P_{tot}), draslíku (K_{tot}), vápníku (Ca_{tot}) a hořčíku (Mg_{tot}) byl stanoven optickou emisní spektrometrií s indukčně vázaným plazmatem.

Výhodou uvedeného vermikompostu je produkce výluhu (vermičaje), který lze využít jako přírodní hnojivo. Předmětem předkládaného vynálezu je tedy rovněž použití vermikompostu popsaného výše jako hnojiva a pro přípravu hnojiva.

Příklady uskutečnění vynálezu

Uspořádání kompostéru

Všechny následující kompostovací experimenty byly prováděny v miskách jako laboratorní experiment s jednorázovým krmením. Obdobné uspořádání lze použít v maloprodukčním měřítku. Do $\frac{2}{3}$ misky byla umístěna směs pro založení vermikompostu dle kteréhokoliv z Příkladů níže, která byla v hrubé síťovině, aby byla oddělena od substrátu pro žížaly, obsahujícím žížaly, a rovněž kvůli snazší manipulaci v době odběru vzorků. Vedle (z boku) směsi pro založení vermikompostu, do zbývajících $\frac{1}{3}$ misky, byl umístěn substrát se žížalami, ze kterého mohly žížaly volně lézt do vermikompostované směsi a nazpět, v případě zhoršení podmínek pro žížaly.

Popřípadě může být kompostér/miska rozdělený svislou přepážkou, tvořící bariéru mezi směsí pro založení vermikompostu a substrátem pro žížaly, ale zároveň umožňující volný pohyb žížal mezi substrátem a vermikompostovanou směsí.

Při velkoprodukčním vermikompostování s průběžným krmením lze k substrátu se žížalami přidávat po částech směs pro vermikompostování dle vynálezu v takovém množství, aby podmínky pro žížaly zůstaly příznivé, a po částečném zkompostování by se průběžně horizontálně přidávala další čerstvá směs pro vermikompostování podle tohoto vynálezu, do které by šly žížaly za novou potravou. V místě, kde již žížaly nejsou, se odebírá hotový vermikompost. Toto uspořádání vermikompostování je ve stavu techniky popsáno jako tzv. „wedge system“.

Příklad 1: Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal a nasávanou kartonáž/odpadní papír

Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Proložky od vajec (nasávaná kartonáž a odpadní papír) s 94% sušinou byly před založením pokusu zvlhčeny vodou (hmotnostní poměr 1:2) a bylo tak dosaženo sušiny 33 % a objemové hmotnosti 300 g/l. C/N proložek bylo 179. Kal s C/N o hodnotě 6 a o hmotnosti 1,72 kg byl smíchán s 5,2 kg zvlhčených proložek od vajec (hmotnostní poměr 1:3, tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině proložek byl cca 1:7) a vložen do vermikompostovací misky o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do $\frac{2}{3}$ plochy misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 4,96 kg (72 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 425 g/l.. Do zbylé $\frac{1}{3}$ plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly, obsahující 3 hmotn. díly matolin a jablečných výlisků a 1 hmotn. díl pilin, o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na litr substrátu. Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu pro žížaly byl cca 4:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1 l substrátu. Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 11,7 ppm a po dalším měsíci 2,4 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 7,7 a po 3 měsících 7,0. Počet žížal (delších než 3 cm) v průběhu první poloviny procesu rostl (po 1. měsíci 37 ks/kg, po 3. měsíci 285 ks/kg) a následně mírně klesl (po

5 měsíců 208 ks/kg materiálu). Biomasa žížal (delších než 3 cm) vzrostla více než pětinašobně (z 5 g žížal/kg materiálu v 1. měsíci na 25 g žížal/kg materiálu ve 3. měsíci. Následně došlo díky výraznému zpracování materiálu k poklesu v 5. měsíci na 11 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly delší než 3 cm byla v 1. měsíci 0,13 g, ve 3. měsíci 0,09 g a v 5. měsíci 0,05 g.

5 Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 6,7, měrnou vodivost = 2,2 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 3,7 \%$, $K_{\text{tot}} = 1,3 \%$, $Ca_{\text{tot}} = 5,1 \%$, $Mg_{\text{tot}} = 0,64 \%$.

Příklad 2: *Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal a rostlinné zbytky*

10 Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Salát s 6% sušinou měl objemovou hmotností 300 g/l. C/N salátu bylo 8. Kal s C/N o hodnotě 6 a o hmotnosti 6,3 kg byl smíchán s 0,7 kg salátu (hmotnostní poměr 9:1, tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině salátu byl cca 21:1) a vložen do vermikompostovací misky

15 o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do 2/3 plochy misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 6,07 kg (87 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 750 g/l. Do zbylé 1/3 plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly (stejný jako v příkladu 1) o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na 1 l substrátu. Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu obsahujícímu živé

20 žížaly byl cca 4:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1 l substrátu. Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 10,7 ppm a po dalším měsíci 1,9 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 8,3 a po 3 měsících 6,9. Počet žížal (delších než 3 cm) byl na začátku i konci procesu v průměru stejný (44 ks/kg materiálu). Avšak ve 3. měsíci jich bylo 100 ks/kg. Biomasa žížal byla následující:

25 1. měsíc 4,4 g žížal/kg materiálu, 3. měsíc 6,2 g žížal/kg materiálu a 5. měsíc 3,1 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly delší než 3 cm byla v 1. měsíci 0,10 g, ve 3. měsíci 0,06 g a 0,07 g v 5. měsíci. Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 6,6, měrnou vodivost = 1,5 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 1,4 \%$, $K_{\text{tot}} = 0,60 \%$, $Ca_{\text{tot}} = 10,7 \%$, $Mg_{\text{tot}} = 0,42 \%$.

30 Příklad 3: *Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal, nasávanou kartonáž/odpadní papír a rostlinné zbytky*

Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Proložky s 94% sušinou byly před založením pokusu zvlhčeny vodou (hmotnostní poměr 1:2) a bylo tak

35 dosaženo sušiny 33 % a objemové hmotnosti 300 g/l. C/N proložek bylo 179. Salát s 6% sušinou měl objemovou hmotností 300 g/l. C/N salátu bylo 8. Kal s C/N 6 o hmotnosti 2,8 kg byl smíchán s 3,5 kg zvlhčených proložek od vajec a 0,7 kg salátu (hmotnostní poměr 4:5:1, tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině proložek ku sušině salátu byl cca 21:27,5:1 a vložen do vermikompostovací misky o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do 2/3 plochy

40 misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 4,92 kg (70 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 500 g/l. Do zbylé 1/3 plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly (stejný jako v Příkladu 1) o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na 1 l substrátu. Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu obsahujícímu živé žížaly byl cca 4:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1

45 l substrátu. Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 10 ppm a po dalším měsíci 2 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 7,8 a po 3 měsících 6,5. Počet žížal (delších než 3 cm) byl na začátku procesu (po 1. měsíci) 192 ks/kg, uprostřed procesu 250 ks/kg a na konci procesu 30 ks/kg materiálu, což svědčí o rychlém zpracování této směsi žížalami. Biomasa žížal (delších než 3 cm)

50 byla nejvyšší v 1. měsíci (28 g žížal/kg materiálu), dále došlo k poklesu na 8,8 g žížal/kg materiálu ve 3. měsíci. Následně došlo díky výraznému zpracování materiálu opět k poklesu v 5. měsíci na 1,1 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly delší než 3 cm byla v 1. měsíci 0,15 g, ve 3. i 5. měsíci již jen 0,04 g. Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 6,3, měrnou vodivost = 3,8 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 1,2 \%$, $K_{\text{tot}} = 0,79 \%$,

55 $Ca_{\text{tot}} = 11,1 \%$, $Mg_{\text{tot}} = 0,41 \%$.

Příklad 4: *Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal, nasávanou kartonáž/odpadní papír a vaječné skořápky*

- 5 Tento příklad byl proveden analogicky jako příklad 1 s tím, že do směsi byly navíc přidány velmi jemně nadrcené skořápky od vajec (o velikosti nejvýše 1 mm). Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Proložky od vajec (nasávaná kartonáž a odpadní papír) s 94% sušinou byly před založením pokusu zvlhčeny vodou (hmotnostní poměr 1:2) a bylo tak dosaženo sušiny 33 % a objemové hmotnosti 300 g/l. C/N proložek bylo 179. Vaječné skořápky s 98 % sušinou měly objemovou hmotnost 1500 g/l.

- Kal s C/N o hodnotě 6 a o hmotnosti 1,72 kg byl smíchán s 5,2 kg zvlhčených proložek od vajec a 0,346 kg vaječných skořápek (hmotnostní poměr 1:3:0,2 tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině proložek ku sušině skořápek byl cca 1:7:1,4 a vložen do vermikompostovací misky o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do 2/3 plochy misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 5 kg (69 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 476 g/l. Do zbylé 1/3 plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly na bázi matoliny a jablečných výlisků s dřevěnými pilinami, stejně jako v příkladu 1, o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na litr substrátu.
- 20 Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu obsahujícímu živé žížaly byl cca 4,1:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1 l substrátu. Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 10,1 ppm a po dalším měsíci 1,2 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 7,9 a po 3 měsících 7,0. Přídavek skořápek přispěl ke snížení hodnot NH_3 . Počet žížal (delších než 3 cm) v průběhu první poloviny procesu rostl (po 1. měsíci 37 ks/kg, po 3 měsících 140 ks/kg, po 5 měsících 49 ks/kg materiálu. Biomasa žížal (delších než 3 cm) byla v 1. měsíci 4,6 g žížal/kg materiálu, ve 3. měsíci 11,8 g žížal/kg materiálu a v 5. měsíci 3,7 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly delší než 3 cm byla v 1. měsíci 0,12 g, ve 3. měsíci 0,08 g a 0,08 g v 5. měsíci. Počty, biomasa a částečně i průměrná hmotnost žížal byly nižší než v analogickém Příkladu 1. Mohlo to být dáno vysokým přídavkem vápníku ve skořápkách a zároveň v proložkách, což se projevilo inhibičním efektem. Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 6,8, měrnou vodivost = 2,5 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 0,52 \%$, $K_{\text{tot}} = 0,41 \%$, $\text{Ca}_{\text{tot}} = 19,1 \%$, $\text{Mg}_{\text{tot}} = 0,36 \%$.

35 Příklad 5: *Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal, rostlinné zbytky a vaječné skořápky*

Příklad byl proveden analogicky jako příklad 2 s tím, že do směsi byly navíc přidány jemně nadrcené skořápky od vajec (o velikosti nejvýše 1 mm).

- 40 Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Salát s 6% sušinou měl objemovou hmotnosti 300 g/l. C/N salátu bylo 8. Vaječné skořápky s 98% sušinou měly objemovou hmotnost 1500 g/l. Kal s C/N o hodnotě 6 a o hmotnosti 6,3 kg byl smíchán s 0,7 kg salátu a 0,346 kg vaječných skořápek (hmotnostní poměr 9:1:0,46, tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině salátu ku sušině skořápek byl cca 21:1:8 a vložen do vermikompostovací misky o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do 2/3 plochy misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 6,1 kg (83 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 785 g/l. Do zbylé 1/3 plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly, stejně jako v příkladu 1, o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na l substrátu. Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu obsahujícímu živé žížaly byl cca 4,1:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1 l substrátu.
- 50 Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 9,8 ppm a po dalším měsíci 1,2 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 8,2 a po 3 měsících 7,6. Ve srovnání s příkladem 2 byly hodnoty pro žížaly toxického NH_3 nižší. Počet žížal (delších než 3 cm) v průběhu první poloviny procesu rostl (po 1. měsíci 24 ks/kg, po 3 měsících 375 ks/kg, po 5 měsících 65 ks/kg materiálu). Biomasa žížal

(delších než 3 cm) byla v 1. měsíci 1,5 g žížal/kg materiálu, ve 3. měsíci 7,6 g žížal/kg materiálu a v 5. měsíci 4,4 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly delší než 3 cm byla v 1. měsíci 0,06 g, ve 3. měsíci 0,09 g a stejně 0,09 g v 5. měsíci. Ve srovnání s analogickým Příkladem 2 skořápky zlepšily parametry vztahující se k žížalám. Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 7,6, měrnou vodivost = 1,5 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 2,1 \%$, $K_{\text{tot}} = 0,79 \%$, $Ca_{\text{tot}} = 20,2 \%$, $Mg_{\text{tot}} = 0,53 \%$.

Příklad 6: *Směs pro založení vermikompostu a vermikompost obsahující akvakulturní kal, nasávanou kartonáž/odpadní papír, rostlinné zbytky a vaječné skořápky*

Příklad byl proveden analogicky jako příklad 3 s tím, že do směsi byly navíc přidány jemně nadrcené skořápky od vajec (o velikosti nejvýše 1 mm).

Z akvakultury byl odebrán vlhký kal o sušině 14 % a objemové hmotnosti 800 g/l. Proložky s 94% sušinou byly před založením pokusu zvlhčeny vodou (hmotnostní poměr 1:2) a bylo tak dosaženo sušiny 33 % a objemové hmotnosti 300 g/l. C/N proložek bylo 179. Salát s 6% sušinou měl objemovou hmotností 300 g/l. C/N salátu bylo 8. Vaječné skořápky s 98% sušinou měly objemovou hmotnost 1500 g/l. Kal s C/N 6 o hmotnosti 2,8 kg byl smíchán s 3,5 kg zvlhčených proložek od vajec, 0,7 kg salátu a 0,346 kg vaječných skořápek (hmotnostní poměr 4:5:1:0,5, tedy hmotnostní poměr sušiny akvakulturního kalu ku sušině proložek ku sušině salátu ku sušině skořápek byl cca 9,3:27,5:1:8,1 a vložen do vermikompostovací misky o rozměrech 40 x 40 cm x 12 cm do 2/3 plochy misky. Celkové množství vody ve výsledné směsi bylo 6 kg (81,6 % hmotn.) a její objemová hmotnost činila 547 g/l. Do zbylé 1/3 plochy byl z boku přidán substrát pro žížaly (stejně jako v příkladu 1) o objemu 3 l se žížalami *Eisenia andrei* o objemové hmotnosti 600 g/l se 100 ks žížal delších než 3 cm a 30 kokony na 1 l substrátu. Hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu obsahujícímu živé žížaly byl cca 4,1:1. Biomasa žížal činila 23 g na 1 l substrátu. Obsah NH_3 těsně nad směsí se v průběhu vermikompostování postupně snižoval (po 1,5 měsících byla hodnota 9,9 ppm a po dalším měsíci 1,1 ppm), což koreluje s hodnotou pH, která byla v 1. měsíci pokusu 8,1 a po 3 měsících 6,8. Počet žížal (delších než 3 cm) v průběhu první poloviny procesu rostl (po 1. měsíci 110 ks/kg, po 3 měsících 375 ks/kg, po 5 měsících 65 ks/kg materiálu. Biomasa žížal (delších než 3 cm) byla v 1. měsíci 20,0 g žížal/kg materiálu, ve 3. měsíci 18,2 g žížal/kg materiálu a v 5. měsíci 3,5 g žížal/kg materiálu. Průměrná hmotnost 1 žížaly, delší než 3 cm, byla v 1. měsíci 0,18 g, ve 3. měsíci 0,05 g a stejně 0,05 g v 5. měsíci. Ve srovnání s analogickým příkladem 3, skořápky zlepšily parametry vztahující se k žížalám. Výsledky tohoto příkladu 6 byly ze všech uvedených příkladů nejlepší. Výsledný vermikompost po 5 měsících vermikompostování měl pH = 6,8, měrnou vodivost = 3,1 mS/cm, $P_{\text{tot}} = 0,81 \%$, $K_{\text{tot}} = 0,44 \%$, $Ca_{\text{tot}} = 19,5 \%$, $Mg_{\text{tot}} = 0,40 \%$.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Směs pro založení vermikompostu, **vyznačená tím**, že obsahuje akvakulturní kal a dále alespoň jeden z materiálů, vybraných ze skupiny obsahující odpadní papír, rostlinné zbytky a vaječné skořápky, přičemž hmotnostní poměru sušiny akvakulturního kalu ku sušině ostatního materiálu je v rozmezí od 1:10 do 25:1; a přičemž množství vody ve směsi je v rozmezí od 65 do 90 % hmotn.

2. Směs pro založení vermikompostu podle nároku 1, **vyznačená tím**, že má hustotu v rozmezí od 400 g/l do 900 g/l.

3. Směs pro založení vermikompostu podle nároku 1 nebo 2, **vyznačená tím**, že obsahuje akvakulturní kal a odpadní papír, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 1:5 do 1:10, s výhodou je odpadním papírem zvlhčená nasávaná kartonáž s obsahem sušiny v rozmezí od 20 do 30 % hmotn.

4. Směs pro založení vermikompostu podle nároku 1 nebo 2, **vyznačená tím**, že obsahuje akvakulturní kal a rostlinné zbytky, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 25:1 do 20:1, s výhodou jsou rostlinnými zbytky rostlinné zbytky z hydroponické části akvaponie.

5. Směs pro založení vermikompostu podle nároku 1 nebo 2, **vyznačená tím**, že obsahuje akvakulturní kal, odpadní papír a rostlinné zbytky, jejichž hmotnostní poměr sušiny je v rozmezí od 20:25:1 do 30:60:1, s výhodou jsou rostlinnými zbytky rostlinné zbytky z hydroponické části akvaponie a odpadním papírem je zvlhčená nasávaná kartonáž s obsahem sušiny v rozmezí od 20 do 30 % hmotn.

6. Směs pro založení vermikompostu podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 5, **vyznačená tím**, že dále obsahuje od 3 do 10 % hmotn. vaječných skořápek, vztaženo na celkovou hmotnost směsi, s výhodou jsou vaječné skořápky nadrcené na velikost nejvýše 1 mm.

7. Způsob vermikompostování akvakulturního kalu, **vyznačený tím**, že obsahuje následující kroky:

- a) připraví se směs pro založení vermikompostu podle kteréhokoliv nároku 1 až 6;
- b) směs pro založení vermikompostu z kroku a) se umístí do vermikompostovací nádoby;
- c) do vermikompostovací nádoby se z boku přidá substrát pro žížaly se žížalami, přičemž hmotnostní poměr směsi pro založení vermikompostu ku substrátu pro žížaly je v rozmezí od 3:1 do 5:1, s výhodou 4:1;
- d) směs z kroku c) se podrobí vermikompostování po dobu alespoň 4 měsíců.

8. Způsob podle nároku 7, **vyznačený tím**, že substrátem pro žížaly v kroku c) je směs matolin a/nebo jablečných výlisků a dřevěných pilin v hmotnostním poměru 3 díly matolin a/nebo jablečných výlisků a 1 díl dřevěných pilin.

9. Vermikompost, připravitelný kompostováním akvakulturního kalu způsobem podle nároku 7 nebo 8.

10. Použití vermikompostu podle nároku 9 jako hnojiva a/nebo pro přípravu hnojiva.