



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128398** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**C02F 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Номер заявки: <b>u 2018 04983</b>                                     | (72) Винахідник(и):<br><b>Крусір Галина Всеволодівна (UA),<br/>Сагдєєва Ольга Анісівна (UA),<br/>Цикало Альфред Леонідович (UA),<br/>Мадані Марія Михайлівна (UA),<br/>Кузнецова Ірина Олександрівна (UA)</b> |
| (22) Дата подання заявки: <b>07.05.2018</b>                                |                                                                                                                                                                                                               |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.09.2018</b>     |                                                                                                                                                                                                               |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.09.2018, Бюл.№ 17</b> | (73) Власник(и):<br><b>ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ<br/>ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,<br/>вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</b>                                                                                  |

## (54) СПОСІБ КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

### (57) Реферат:

Спосіб компостування органічної частини твердих побутових відходів включає підготовку сировини, подрібнення, сушіння подрібненої сировини і зброджування в заданому температурному режимі. Як сировину використовують суміш харчових, сільськогосподарських і садово-паркових відходів при їх масовому співвідношенні 1:1:1. Перед зброджуванням до висушеної рослинної сировини додають 8,3-8,5 мас. % ґрунту - чорнозему південного малогумусного, і 8,5-8,7 мас. % мікробіологічної добавки, а зброджування здійснюють протягом 40-45 днів в мезофільному температурному режимі при 18-20 °С або в термофільному режимі при температурі 50-60 °С.

UA 128398 U



Корисна модель належить до галузі екологічної безпеки, виробництва органічних добрив і може бути застосована в сільському, комунальному та переробному господарствах, зокрема в технологічних процесах компостування сумішей на основі побутових відходів.

Відомий спосіб переробки органічних відходів агропромислового комплексу та інших галузей методом біологічної ферментації в органічні добрива нового покоління (патент України на корисну модель № 65231, кл. C02F 3/00, бюл. № 22, 2011 р.), у якому органічні відходи піддають агрохімічному аналізу, визначають кількість компонентів за співвідношенням C:N 1:20-1:25 і вологістю 60-70 %, проводять змішування та зберігання на майданчику 5-50 днів, після підвищення температури в буртах до 20-30 °С завантажують в біоферментатор і проводять ферментацію 7-12 діб у мезофільному режимі при температурі 30-40 °С, у термофільному режимі - 50-70 °С. Коли температура впаде до 40 °С, проводять вивантаження компостної суміші на майданчик для дозрівання.

Недоліком такого способу є надмірна витрата енергетичних ресурсів, яка чинить значний вплив на довкілля, при забезпеченні термофільного режиму, а також значна тривалість процесу компостування.

За найближчий аналог (прототип) прийнято спосіб компостування органічних відходів (патент України на корисну модель № 100991, кл. C02F 7/00, бюл. № 16, 2015 р.), що включає визначення структури і вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами, змішування, розпушування і компостування послідовно в мезофільному і термофільному температурних режимах з керованою аерацією суміші.

Аерацію проводять газоповітряною сумішшю з концентрацією кисню 5-18 % в залежності від температурного режиму компостування з частковим поверненням азоту, тепла та вологи в органічні відходи за рахунок використання вихідної газоповітряної суміші в процесі аерації.

Аналог і спосіб, що заявляється, мають наступні спільні ознаки:

- підготовка сировини;
- подрібнення сировини;
- сушіння подрібненої сировини;
- змішування;
- зброджування в заданому температурному режимі;
- керована аерація та зволоження суміші.

Недоліком такого способу є послідовне зброджування в мезофільному та термофільному режимах відходів на основі гною, посліду, мулового осаду з органічними вологопоглинаючими відходами, що призводить до того, що процес компостування складає 75-85 днів.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб компостування органічної частини твердих побутових відходів, в якому, шляхом додавання мікробної добавки, забезпечити прискорення процесу деструкції органічних речовин і, як наслідок, скорочення процесу зброджування і способу в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі компостування органічної частини твердих побутових відходів включає підготовку сировини, подрібнення, сушіння подрібненої сировини і зброджування в заданому температурному режимі. Як сировину використовують суміш харчових, сільськогосподарських і садово-паркових відходів при їх масовому співвідношенні 1:1:1, перед зброджуванням до висушеної рослинної сировини додають 8,3-8,5 мас. % ґрунту (чорнозему південного малогумусного) і 8,5-8,7 мас. % мікробіологічної добавки, а зброджування здійснюють протягом 40-45 днів в мезофільному температурному режимі при 18-20 °С або в термофільному режимі при температурі 50-60 °С.

Як харчові відходи використовують очистки картоплі, кабачків, моркви та листя капусти, як сільськогосподарські відходи використовують рослини родини *Amaranthaceae* (щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*) та щириця лободовидна (*Amaranthus blitoides*)), а як садово-паркові відходи використовують листяний опад.

Як мікробіологічну добавку використовують водний екстракт ґрунту - чорнозему південного малогумусного, одержаного при інкубації його з водою за гідромодулем 1:10 протягом 15-20 хвилин при перемішуванні.

Зброджування рослинної сировини в мезофільному або термофільному режимі здійснюють при вологості 70-75 %.

У науково-технічній літературі досить повно представлена інформація про біохімічні, мікробіологічні та інші аспекти процесу компостування органічних відходів, що утворюються в сільському і комунальному господарстві, харчовій промисловості та ін. Тому необхідно було оцінити, чи впливає інокуляція компостних сумішей біологічними добавками на процес компостування твердих побутових відходів. В цілому, завершеність процесу компостування

характеризується двома поняттями - "стабільність" і "зрілість" компосту, які, незважаючи на свої концептуальні відмінності, одночасно використовуються для визначення ступеня розкладання органічних речовин під час процесу компостування. Експериментально були встановлені параметри, що дозволяють оцінити як інтенсивність розкладання органічних речовин (температура, вміст органічних речовин, розчинного органічного Карбону і амонійного Нітрогену), так і його стабільність (за респіраторною і целюлозолітичною активністю, чисельністю бактерій і мікроміцетів) і зрілість - за рН, фітотоксичністю та співвідношенням загального Карбону і загального Нітрогену в отриманому компості.

Приклади здійснення способу. Приклад 1.

Як сировину для компостування використовували 6 кг суміші харчових (очистки картоплі, кабачків та моркви, листя капусти), сільськогосподарських (рослини родини Amaranthaceae) і садово-паркових відходів (листяний опад) у ваговому співвідношенні 1:1:1. Підготовлену суміш подрібнювали до розмірів 10-15 мм, підсушували на повітрі протягом 2 годин і завантажували в реактор в кількості 1,2 кг (2/3 об'єму реактора) з вологістю біля 75 %.

До висушеної суміші додали 100 г (8,4 мас. %) ґрунту - чорнозему південного малогумусного - і 100 мл (8,6 мас. %) мікробіологічної добавки - водного екстракту ґрунту - чорнозему південного малогумусного, одержаного при його інкубації з водою за гідромодулем 1:10 відповідно протягом 20 хвилин при перемішуванні.

Реактор був ізольований від впливу температури навколишнього середовища. Зброджування здійснювали в мезофільному температурному режимі протягом 42 днів при температурі 19 °C при перемішуванні і вологості 72 %. Кожного тижня проводили відбір наважки масою біля 10 г для проведення експериментальних досліджень.

Контроль параметрів процесу компостування здійснювали за зміною температури, рН та чисельністю мікроорганізмів в суміші, яка компостувалася, а також емісією CO<sub>2</sub> із реактора. Зрілість компосту, який отримували, визначали за індексом пророщування і співвідношення вмісту загального Карбону і Нітрогену в суміші, яка компостувалась.

По завершенні зброджування, через 42 дня, отримали 780 г компосту, який являв собою високоефективне добриво з високим ступенем зрілості (масове співвідношення в ньому загального Карбону і загального Нітрогену C/N склало 23,3), яке не містить життєздатних насінин бур'янів і патогенної мікрофлори.

Приклад 2.

Проводили компостування аналогічно тому, як наведено в прикладі 1, але реактор з підготовленою сумішшю помістили в термостат зі встановленою температурою 55 °C з метою термофільного зброджування протягом 42 днів.

По завершенні зброджування, через 42 дня, отримали 624 г компосту, який являв собою високоефективне добриво з високим ступенем зрілості (C/N становить 22,5), яке не містить життєздатних насінин бур'янів і патогенної мікрофлори.

Приклад 3.

Проводили компостування, як наведено вище, але до висушеної сировини додавали тільки 100 мл (8,4 мас. %) дистильованої води.

Зброджування проводили в мезофільному температурному режимі при 19 °C також протягом 42 днів.

Отримали 924 г компосту, який мав фітотоксичні властивості, недостатній ступінь зрілості (C/N становить 29,5) та містив життєздатні насіння бур'янів і патогенної мікрофлори.

Приклад 4.

Проводили вивчення індексу пророщування насіння овочевих культур на компостах, одержаних за прикладами 1 і 2. Для цього визначали кількість пророщеного із десяти насіння редису посівного (*Raphanussativus*) і довжину проростків у водних витяжках із компостів порівняно з контролем - приклад 3.

Результати дослідження свідчать про те, що індекс пророщування насіння редису поступово збільшується зі збільшенням тривалості зброджування. Компост з індексом пророщування менше ніж 80 % (приклад 3) вважається фітотоксичним, більше ніж 80 % - зрілим (приклад 1 і 2). Після 42 днів зброджування компости, отримані в прикладах 1 і 2, характеризуються індексом пророщування більше ніж 100 %, що свідчить про те, що компости не тільки вільні від фітотоксинів, але і мають стимулюючу дію на пророщування.

Початкова рН сировини була слабкокислою, близькою до нейтральної (6,3). В реакторах з мікробіологічною добавкою при мезофільному зброджуванні (приклад 1) на початковій стадії рН відхилявся в бік слабкокислих, при термофільному (приклад 2) - в сторону слабколужних значень. У контрольному реакторі (приклад 3) ситуація була схожою, однак зміна рН була більш повільною. Кінцеве значення рН у всіх компостах було приблизно однаковим (6,9-7,6).

Результати контролю чисельності колоній мікроорганізмів цілком відповідають уявленням про криві зростання культури в періодичних умовах.

В реакторі з сумішшю, яка зброджувалася в мезофільному режимі (приклад 1), спостерігалось прискорене зростання мезофільної мікрофлори, оскільки температура в ньому була на рівні 19 °С. В реакторі з сумішшю, яка зброджувалася в термофільному режимі (приклад 2), термофіли досягали значно більшої чисельності через те, що температурні умови були більш придатними для їх росту (55 °С). В прикладах 1 та 2 порівняно з чисельністю мезо- та термофільних мікроорганізмів (lgКОЕ/мл) в реакторі з сумішшю, яка зброджувалася без мікробіологічної добавки (приклад 3), чисельність мікроорганізмів була вдвічі більшою. Властивості отриманого компосту дозволяють зробити висновок, що введення мікробіологічної добавки доцільно як в мезофільному, так і термофільному режимах зброджування, оскільки групи мікроорганізмів активно беруть участь в деструкції органічних речовин: у випадку мезофільного компостування – протягом всього періоду зброджування, у випадку термофільного – на початку процесу, що не зменшує його ефективності.

Про активність мікроорганізмів можна судити за інтенсивністю їх дихання (споживання кисню або виділення вуглекислого газу). Активність мікроорганізмів значно вище в реакторі, що знаходиться в термофільних умовах (приклад 2), проте і в мезофільних, і в термофільних умовах при додаванні мікробіологічної добавки пік активності колоній мікроорганізмів припадає на період з другого по третій тиждень (14-21 день). Таким чином, введення мікробіологічної добавки стимулює підвищення активності колоній мікроорганізмів на початкових стадіях компостування.

Характер залежності зміни кількості загального Карбону від часу зброджування приблизно однаковий для всіх трьох реакторів (приклади 1-3): в перші 4 тижні (28-30 днів) мінералізується більша кількість органічної речовини (близько 20 %), потім Карбон споживається незначно (3-4 %). Максимальні швидкості споживання органічних речовин у всіх реакторах спостерігалися після другого тижня, проте при компостуванні з додаванням мікробіологічної добавки вони були вдвічі вищими.

Характер зміни вмісту загального Нітрогену в суміші, що компостується, практично ідентичний для всіх реакторів. Максимальні швидкості втрати Нітрогену у всіх реакторах спостерігалися після третього тижня.

Зрілість компосту оцінюється за масовим співвідношенням в ньому загального Карбону і загального Нітрогену (C/N). Згідно з міжнародними стандартами якісний компост повинен мати C/N нижче 25. Відношення C/N досягає мінімальних величин після другого тижня компостування і далі істотно не змінюється в усіх реакторах, при цьому C/N в реакторах з мікробіологічною добавкою (приклади 1 і 2) складає на останньому тижні компостування 22-23, тоді як в реакторі за прикладом 3 без додавання мікробіологічної добавки - близько 30, що свідчить про підвищення якісних характеристик компосту при внесенні мікробіологічної добавки.

Найбільший ступінь переробки вихідної сировини спостерігалась при термофільному компостуванні в реакторі з мікробіологічною добавкою (приклад 2), тоді як в реакторі з сумішшю, яка зброджувалася без мікробіологічної добавки (приклад 3), вона сягала 33 %, що свідчить про уповільнене розкладання органічної речовини в суміші.

Розроблений спосіб компостування рослинних відходів з мікробіологічною добавкою виправдав себе як у випадку термофільного, так і в випадку мезофільного компостування. Порівняно з контрольним зразком (без додавання мікробіологічної добавки) період дозрівання компосту скоротився вдвічі - з 85 до 42 днів, а якість компосту задовольняє загальноприйнятими вимогам.

Експериментальні дані дозволяють зробити висновок, що дозрівання компосту в термофільних умовах завершується швидше, ніж в мезофільних, а тривалість дозрівання компосту при внесенні мікробіологічної добавки прискорюється в 3,3 разу за термофільних умов та в 2,1 разу - за мезофільних. Внаслідок високотемпературної біоферментації компостної маси в аеробних умовах підвищується якість і цінність готової продукції - компосту, а також збільшується рівень екологічної безпеки при поводженні з твердими побутовими відходами, що містять органічну складову, здатну до біотехнологічної деструкції.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб компостування органічної частини твердих побутових відходів, що включає підготовку сировини, подрібнення, сушіння подрібненої сировини і зброджування в заданому температурному режимі, який **відрізняється** тим, що як сировину використовують суміш харчових, сільськогосподарських і садово-паркових відходів при їх масовому співвідношенні

1:1:1, перед зброджуванням до висушеної рослинної сировини додають 8,3-8,5 мас. % ґрунту - чорнозему південного малогумусного, і 8,5-8,7 мас. % мікробіологічної добавки, а зброджування здійснюють протягом 40-45 днів в мезофільному температурному режимі при 18-20 °С або в термофільному режимі при температурі 50-60 °С.

5 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як харчові відходи використовують очистки картоплі, кабачків, моркви та листя капусти, як сільськогосподарські відходи використовують рослини родини *Amaranthaceae*, а як садово-паркові відходи використовують листяний опад.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як мікробіологічну добавку використовують водний екстракт ґрунту - чорнозему південного малогумусного, одержаного при інкубації його з водою за гідромодулем 1:10 протягом 15-20 хвилин при перемішуванні.

10 4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що зброджування рослинної сировини в мезофільному або термофільному режимі здійснюють при вологості 70-75 %.

15

---

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601