



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128399** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**C02F 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2018 04987</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>07.05.2018</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.09.2018</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.09.2018, Бюл.№ 17</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Крусір Галина Всеволодівна (UA), Сагдєєва Ольга Анісівна (UA), Цикало Альфред Леонідович (UA), Коваленко Ірина Вікторівна (UA), Гаркович Олексій Леонтійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</b></p>
--	--

## (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 10 мас. % мінеральної 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 128399 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. C02F3/00, 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.

Прототип 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 вологопоглинальними 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 мінеральної 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 9-11 мас. % мінеральної добавки (розчини мінеральних солей), 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* (щиріця звичайна (*Amaranthusretroflexus*) та щиріця лободовидна (*Amaranthusblitoides*), а як садово-паркові відходи використовують листяний опад.

Як мінеральну добавку використовують 10 мас. % розчин мінеральних солей, за вагового співвідношення  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}:\text{KH}_2\text{PO}_4:\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}=(3,5-4,5):(1,5-2,5):(0,5-1,5)$ .

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 мінеральними 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.

10 Як сировину для компостування використовували 6 кг суміші харчової (очистки картоплі, кабачків та моркви, листя капусти), сільськогосподарської (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 %.

15 До висушеної суміші додали 100 г (8,4 мас. %) ґрунту - чорнозему південного малогумусного - і 150 г/кг (10 мас. %) мінеральної добавки - розчини мінеральних солей в наступних кількостях:  
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 112 г/кг сухої суміші, що компостується (8,6 мас. %);  
 $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 34,7 г/кг сухої суміші, що компостується (4,3 мас. %);  
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 17,4 г/кг сухої суміші, що компостується (2,1 мас. %).

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

25 Контроль параметрів процесу компостування здійснювали за зміною температури, рН та чисельністю мікроорганізмів в суміші, яка компостувалася, а також емісією  $\text{CO}_2$  із реактора. Зрілість компосту, який отримували, визначали за індексом пророщування і співвідношення вмісту загального Карбону і Нітрогену в суміші, яка компостувалась.

30 По завершенні зброджування, через 42 дня, отримали 756 г компосту, який являв собою високоєфективне добриво з високим ступенем зрілості (масове співвідношення в ньому загального Карбону і загального Нітрогену C/N склало 22,3), яке не містить життєздатних насінин бур'янів і патогенної мікрофлори.

Приклад 2.

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

По завершенні зброджування, через 42 дня, отримали 612 г компосту, який являв собою високоєфективне добриво з високим ступенем зрілості (C/N становить 21,5), яке не містить життєздатних насінин бур'янів і патогенної мікрофлори.

Приклад 3.

40 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 °С також протягом 42 днів.

45 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.

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

55 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.

60 У реакторах з мінеральною добавкою при мезофільному зброджуванні (приклад 1) рН спочатку підвищувався до 7,6 од. рН, потім знижувався до 5,4 і далі рН середовища змінювався на нейтральний, а в термофільному режимі (приклад 2) значення рН середовища спочатку змінювалось в слабкокислому інтервалі рН, потім середовище стало близьким до нейтрального.

Кінцеве значення рН у всіх компостах було приблизно однаковим (6,9-7,6), що свідчить про завершення процесу дозрівання компостної суміші.

5 Результати контролю чисельності колоній мікроорганізмів цілком відповідають уявленням про криві зростання культури в періодичних умовах. Про активність мікроорганізмів можна судити за інтенсивністю їх дихання (споживання кисню або виділення вуглекислого газу).  
10 Активність мікроорганізмів значно вища в реакторі, що знаходиться в термофільних умовах (приклад 2). В реакторах з мінеральною добавкою (приклад 1 і 2) найбільше значення активності припадає на період з другого по третій тиждень (14-21 день), що свідчить про те, що введення мінеральної добавки стимулює підвищення активності колоній мікроорганізмів на початкових стадіях компостування.

15 Характер залежності зміни кількості загального Карбону від часу зброджування приблизно однаковий для всіх трьох реакторів (прикладі 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 мінеральної добавки вони були вдвічі вищими.

20 Сумарні втрати загального Карбону були більш значні в реакторі з термофільним режимом (приклад 2) - 22 %, ніж в реакторі з мезофільним режимом (приклад 1) - близько 21 %. Таким чином, загальні втрати і швидкість втрат загального Карбону більш виражена при термофільному компостуванні, що свідчить про інтенсивність розкладання органічної речовини саме в цьому режимі.

25 Характер зміни вмісту загального Нітрогену в суміші, що компостується, практично ідентичний для всіх реакторів (приклад 1-3). В реактори прикладу 1 і 2 вносилися мінеральна добавка, яка містить нітрат-іони, тому вміст Нітрогену в масі, що компостується, після першого тижня вищий, ніж у вихідній сировині. Максимальні швидкості втрати Нітрогену у всіх реакторах спостерігалися після третього тижня (на 23 день), причому в реакторі з термофільним режимом (приклад 2) вона була більш значною і склала 4,5 г/кг суміші за тиждень.

30 Сумарні втрати Нітрогену в реакторі 2 виявилися найбільшими (близько 16 г/кг сухої маси, яка компостується), що свідчить про збільшення втрат Нітрогену при термофільному компостуванні в разі внесення мінеральної добавки. Однак вміст загального Нітрогену в реакторах 1 і 2 в кінці компостування склав 31 і 29 г/кг сухої маси, яка компостується, відповідно, що на 35-40 % більше, ніж в контрольному зразку (приклад 3).

35 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 в суміші, що компостується, досягає мінімальних величин після другого тижня компостування і далі істотно не змінюється. При цьому воно практично не залежить від температури, але помітно знижується при внесенні Нітрогену з мінеральною добавкою.

40 Кінцеве співвідношення C/N в одержаних за прикладом 1 і 2 компостах менше, ніж 25, що свідчить про скорочення дозрівання компосту при внесенні мінеральної добавки приблизно вдвічі, враховуючи швидкість його зміни, тоді як в реакторі за прикладом 3 без додавання мінеральної добавки - близько 30.

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

50 Розроблений спосіб компостування рослинних відходів з мікробіологічною добавкою виправдав себе як у випадку термофільного, так і у 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.

55 Експериментальні дані дозволяють зробити висновок про доцільність компостування органічної частини твердих побутових відходів з мінеральною добавкою як у випадку термофільного, так і у випадку мезофільного режимів. Мінеральний комплекс прискорює процес в 2,2 рази в термофільному режимі зброджування і в 1,4 рази - в мезофільному, що свідчить про ефективність його використання в процесах переробки твердих побутових відходів з метою підвищення загального рівня екологічної безпеки.

## 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 10 мас. % мінеральної 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.
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 мінеральну добавку використовують 10 мас. % розчин мінеральних солей за вагового співвідношення  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}:\text{KH}_2\text{PO}_4:\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}=4:2:1$ .
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що зброджування рослинної сировини в мезофільному або термофільному режимі здійснюють при вологості 70-75 %.

---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

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