



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119601** (13) **C2**  
(51) МПК (2019.01)

**C05F 11/00**  
**C05F 11/02** (2006.01)  
**C05F 15/00**  
**C05F 17/00**  
**C05D 9/00**  
**C05D 11/00**  
**C05G 3/00**

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2017 10006</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>17.10.2017</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.07.2019</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.04.2019, Бюл.№ 7</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2019, Бюл.№ 13</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Осипенко Сергій Борисович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>Осипенко Сергій Борисович,</b> вул. Київська, 31/22, м. Херсон, 73013 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>Кукшина Тетяна Архипівна, реєстр. №88</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 47304, C2, 17.06.2002 UA 87342 C2, 10.07.2009 WO 2009/009805 A1, 15.01.2009 US 2015/299055 A1, 22.10.2015 RU 2181710, C1, 27.04.2002 RU 2539781 C1, 27.01.2015</p>
---	---

**(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО БІОДОБРИВА ДЛЯ ҐРУНТУ І/АБО РОСЛИН, САМЕ ТАКЕ ДОБРИВО ТА СПОСІБ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ**

**(57) Реферат:**

Винахід стосується одержання та застосування екологічно чистих органічних біодобрив, для ґрунту і/або рослин, які заселені природними ґрунтовими мікроорганізмами. Заявлено спосіб одержання такого біодобрива, в якому завдяки оптимальній обробці природного родючого ґрунту з певним видовим складом природних ґрунтових мікроорганізмів із застосуванням запропонованої технології контрольованого, "м'якого" турбулізованого впливу без кавітаційних ефектів на оброблювальне середовище в замкнутому об'ємі без доступу кисню реалізовані умови розмноження і збереження початкового видового складу природних ґрунтових мікроорганізмів саме на середовищі їх існування та в результаті створено кінцевий продукт у вигляді однорідної дрібнодисперсної суспензії з розмірами твердих часток 10-50 мкм, що перевищують розмір 5-10 мкм відносно великих мікроорганізмів. Цей продукт, який переважно в своєму складі містить водорозчинного азоту не менше 40 мг, а водорозчинного вуглецю - не менше 470 мг на 100 г біодобрива, придатний для фасування і тривалого зберігання. Одержане біодобриво має рівномірно заселені в ньому колонії загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів по суті початкового видового складу, що знаходяться в стані анабіозу та спорових формах, в максимально можливих концентраціях. При обробці ґрунту, насіння рослин або самих рослин з використанням одержаного органічного біодобрива досягають поліпшення врожайності рослинних культур, підвищення родючості збідненого ґрунту та відновлення родючості ґрунту піщаного і супіщаного профілю.

UA 119601 C2



Даний винахід належить до сільського господарства і більш конкретно стосується одержання та застосування екологічно чистих органічних біодобрих, а саме: рідких органічних біодобрих для ґрунту і/або рослин, що заселені природними ґрунтовими мікроорганізмами. Найбільш поширеного вжитку цей винахід матиме при відновленні родючості ґрунтів, збіднених на поживні речовини та природні мікроорганізми в результаті інтенсивного використання добрив і отрутохімікатів, підтоплення ґрунтів і т.п., а також для поліпшення схожості насіння рослин і збільшення врожайності цих рослин, особливо в умовах посух та заморозків.

На сьогодні вже на рівні постулатів доведено, що без симбіозів та асоціацій мікроорганізмів з рослинами існування останніх практично неможливо.

Корінці рослин разом з мікроорганізмами створюють своєрідний "чохол" - ризосферу, яка створює необхідні умови для повноцінного живлення рослин і захисту їх від патогенів. Отже в системі "ґрунт-рослина-мікроорганізм" саме комплекси корисних мікроорганізмів дозволяють оптимально реалізувати потенційні можливості ґрунтів та рослин і отримати максимально якісний урожай.

Саме ця причина призвела до інтенсивного розвитку мікробіологічних підходів до збільшення плодючості ґрунтів та отримання високої продуктивності в аграрному секторі в різних країнах світу.

В основі цих підходів - селекція вибіркового корисних штамів ґрунтових мікроорганізмів та створення оптимальних умов для їх вирощування на штучно створених живильних середовищах до високих концентрацій на рівні  $10^9$ - $10^{10}$  мікроорганізмів на 1 гр середовища. До "корисних", в першу чергу, належать азотфіксуючі мікроорганізми, такі як *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, фосформобілізуючі, в першу чергу, із виду *Bacillus subtilis*, молочно-кислі та інші, "корисні" на погляд дослідників бактерій. В той же час самі вчені-практики визначають, що ефективність штучно створених біопрепаратів не перевищує 65-70 % відсотків, особливо за екстремальних природних умов, посух, високих і низьких температур, підтоплення ґрунтів. Штучно створені на багатих на органіку культуральних середовищах бактерії не можуть швидко пристосовуватися до виснажених і забруднених хімізацією сучасних ґрунтів і швидко гинуть, зменшуючи в тисячі разів початкову концентрацію. Наприклад, штучно вирощені бактерії на МПА (м'ясопептонному агарі) з рівнем амінного азоту 120-130 мг/100 гр зменшуються від початкового титру  $5 \cdot 10^9$  до  $2 \cdot 10^6$  в одному грамі протягом всього 1-2 днів після попадання в торф'яну суміш з природним рівнем водорозчинного азоту 30-40 мг.

Відомий спосіб отримання висококонцентрованих азотфіксуючих бактеріальних препаратів, який включає змішування бактеріальної суспензії, вирощеної класичним способом, з торфом, в яку додають водну витяжку біогумусу, як джерело біологічно активних сполук для обмеження розвитку грибової мікрофлори [UA 47304 A]. В найкращому варіанті здійснення цього відомого способу торф використовується не стерильний, і для збільшення енергії росту до суміші додається ще близько 2 % декстрину.

Термін приготування кінцевого продукту становить більше 20 днів, не враховуючи час приготування культури бактерій в рідкому живильному середовищі. Залежність від мало контрольованої якості біогумусу не гарантує стабільності кінцевого продукту, до того ж довгий термін приготування є недоліком способу.

Відомі також альтернативні способи одержання біокомпозицій для збільшення врожайності та боротьби з фітопатогенами, які мало агресивні для довкілля та нешкідливі для тварин і людини, і які містять корисні природні мікроорганізми. Характерним прикладом таких способів є спосіб одержання біокомпозицій на основі штамів бацил *Bazillus*, *Bevibacillus* та/або *Paenibacillus* [WO 2008/025108 A1]. Композиції мікроорганізмів, як це описано в цій міжнародній заявці, створюють з бактерій "дикого типу", що потребує непростого способу виділення потрібних штамів цих бактерій з натурального середовища.

Приклад використання іншої природної бактерії - знищувача фітопатогенів *Pseudomonas fluorescens* - для боротьби з хворобами бобових рослин та збільшення їх врожайності описаний в патенті US 6495362.

Поряд з високим ступенем біологізації вказаних способів з метою використання саме природних (диких) бактерій ґрунтів можна відмітити непросту технологію виділення потрібних штамів цих бактерій з природного середовища, а також значну селективність цих бактерій у знищенні тільки окремих видів природних фітопатогенів.

Вирощування концентратів цих бактерій на штучно створених живильних середовищах, далеких за своїм складом від природних ґрунтів, значно ускладнюють процес і час пристосування "чужинців" на новому місці і створення необхідних біо-комплексів "ґрунт-рослина-мікроорганізм".

Виробники таких концентратів не враховують той факт, що штучні бактерії не можуть швидко адаптуватися до нових умов існування, що значно збільшує, так звану, лаг-фазу, зменшуючи суттєву ефективність того чи іншого біологічного препарату.

5 До того ж, виділяючи той чи інший штам корисного мікроорганізму, не враховуються симбіотичні, метабіотичні та антагоністичні взаємовідносини між мікроорганізмами, які живуть в природних умовах. Так, розвиток анаеробів в добре аерованих ґрунтах не можливий без аеробів, які поглинають вільний кисень.

10 Саме з цієї причини доцільно не знищувати мікробіоту, яка проживає в достатній чисельності та природному симбіозі в плодючих ґрунтах, торф'яниках, сапропелевих відкладаннях та подібному природному середовищі, а створити необхідні умови для її збереження та розмноження. Саме тому, з метою збільшення врожайності, особливо бобових культур, ще на початку минулого століття агровиробники сіяли насіння разом з частками ґрунту та корінців, взятих з минулорічних ділянок вирощування подібних бобових культур. Внесення частини плодючого ґрунту для збагачення нових ділянок корисною мікрофлорою

15 використовується в деяких випадках і зараз, в основному на присадибних ділянках. Зрозуміло, що подібна технологія малоефективна, оскільки середня кількість мікробіоти на плодючих ґрунтах рідко перевищує  $10^4$ - $10^5$  мікроорганізмів/грам, і, до того ж, зняття верхнього шару ґрунту порушує сформовану рівновагу довкілля.

20 Відомі різні способи розмноження мікробіоти початкової сировини. Так, відомий спосіб отримання добрив з мулу, в якому мул нагрівають перегрітою парою для гігієнізації та знищення патогенних мікроорганізмів, при цьому температура пару становить від 200 до 600 °С для активізації розчинного вуглецю та для повторного біологічного розкладу мулу шляхом використання непатогенних мікроорганізмів, які лишаються в мулі після нагрівання. Недолік цього відомого способу полягає у значному забрудненні навколишнього середовища паровими викидами в атмосферу, нерівномірності прогріву великих масивів мулу на відкритих полігонах, і

25 відповідно малоефективному знищенні патогенної мікрофлори для отримання якісного добрива.

Більш екологічним є метод переробки стічних вод та органічних матеріалів цих вод методом кавітації за допомогою роторно-статорного міксеря або млина в садову мульчу "Біо-солідз" [US 20050108930 A1]. На жаль, вказані добрива не можуть використовуватися як органічні, через велику кількість хімічних домішок, що небезпечні для основних сільськогосподарських рослин, тому розглядаються більше як живильне середовище для декоративних міських насаджень та газонів. До того ж, їх природна мікробіота далека від симбіотично пристосованих один до одного мікроорганізмів плодючого ґрунту.

30 Відомо також біологічне добриво, що містить біогумус, до складу якого входить азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, марганець, мідь, водорозчинні гумати і агрономічно корисна біофлора біогумусу [RU 2181710].

Недоліком цього продукту є низький вміст агрономічно корисної біофлори біогумусу, що істотно знижує ефективність добрива. Причиною низького вмісту біофлори є те, що в процесі перемішування суміші біогумусу і торфу в реакторі значна кількість мікроорганізмів просто гине за рахунок додавання хімічного розчину луґу калію, а велика кількість життєздатною мікрофлори залишається в осаді при її фільтрації.

40 Вміщені в готовому продукті частки твердих включень діючої речовини - біогумусу і торфу - стають причиною забивання отворів розпилювачів внаслідок занадто великих розмірів. Крім того, тверді включення можуть осідати на дно ємності, в якій зберігається добриво. Таким чином, фізичний стан добрива можна уявити як суспензію неорганічного походження з низьким ступенем дисперсності і стабільності, використання якої з метою обприскування рослин є проблематичним. У наведених прикладах використовувалися досить "жорсткі" способи впливу на те чи інше оброблюване біологічно-активне середовище для збільшення доступності її корисних компонентів і водночас зниження кількості фітопатогенних мікроорганізмів і грибів.

50 Подібна "селективність" підходів, тобто бажання розробників видалити з оброблюваного середовища все "шкідливе" і залишити і культивувати все "корисне", на погляд автора, є досить складне і, напевно, чи здійсненне на практиці завдання.

На підтвердження можливо навести численні дослідження і патенти прямо протилежного напрямку, зокрема пастеризацію харчових рідин за допомогою ефектів кавітації [CA 2 511 744].

55 Тонкі оболонки бактерій не витримують кавітаційних пульсацій, тиску і ефективно руйнуються.

Наведено переконливі докази знищення бактеріальної мікрофлори за допомогою "жорсткого" впливу на оброблюване плинне середовище кавітаційних ефектів. Можливо навести і інші відомі технологічні засоби і способи впливу на оброблюване середовище, зокрема:

- ультразвукової кавітації [RU 2109688 C1; US 20080257830 A1; US 9174189 B2; WO 2009/118002 A2]; - акустичної кавітації [EP 1800744 A1, RU 2396216 C1];

- кавітаційного впливу за допомогою роторно-пульсаційних диспергаторів, в т.ч. працюючих в режимі резонансних акустичних коливань [RU 2396216 C1; RU 2305073 C2; RU 2420500 C; RU 2304561 C2];

- проточних гідродинамічних кавітаторів типу трубки Піто з перешкодами, що мають гострі кромки і щілини, і т. п. [RU 2585635 C1, RU 2603391 C1, WO 2012/005631].

Автори зазначених публікацій, зазвичай, як критерій, що викликає схлопування кавітаційних бульбашок з відповідним знищенням бактеріальної мікрофлори, вказують на різні параметри оброблювального процесу, зокрема: на великий розмір питомої енергії на одиницю площі або на одиницю об'єму в активній зоні акустичного впливу.

На практиці це означає, що чим енергоємність процесу вище, тим більш інтенсивно кавітаційний процес викликає знищення бактерій, особливо відносно великого розміру.

З опису до патента UA 87342 C1 відомий спосіб одержання рідкого біодобрива та саме таке біодобриво, яке є найбільш близькими до об'єктів винаходу, що заявляються, і в складі якого присутня частково не знищена агрономічно корисна біофлора біогумусу, але для одержання цього добрива біогумус також піддають диспергуванню за допомогою гідродинамічного кавітаційного диспергатора для одержання дрібнодисперсної водяної суспензії з розміром часток біогумусу 3-10 мкм, і відповідно після такої обробки, що призводить до мілкою та агресивного подрібнення твердих частинок живильного середовища, знищується істотна частина унікальної бактеріальної мікрофлори оброблювального гумусовмісного середовища, в першу чергу мікроорганізми великого розміру.

В описі до цього патенту вказано, що "зі зменшенням розмірів часточок збільшується площа поверхні, на якій можуть іммобілізуватись мікроорганізми".

Відомо, що розмір різних видів корисних ґрунтових мікроорганізмів може значно відрізнятися один від одного. Так, розмір азотфіксуючих бактерій типу *Rhizobium* та *Bradyrhizobium* більший, ніж розмір фосформобілізуючих бактерій типу *Bacillus*, і становить близько 3-5 мкм.

Сказане означає, що збереження і селекціонування початкового видового складу корисної мікробіоти, зокрема корисних природних (диких) ґрунтових бактерій, що населяють природні гумусовмісні ґрунти, торфовища, сапропелеві відкладення, тощо, є неможливим для цього відомого способу, оскільки запропонована технологія передбачає для подрібнення "жорсткий" та агресивний вплив на оброблювальне середовище кавітації, що суттєво змінює початковий видовий склад природних ґрунтових мікроорганізмів.

В описі до патенту UA 87342 C2 вказано також, що "контакт мікроорганізмів з дрібнодисперсним включенням біогумусу відбувається під дією ерліфтних потоків повітряних бульбашок, в яких міститься кисень".

Але вплив кавітації на розчинені гази в поточних рідких середовищах типу тверда фаза-рідина в умовах постійного доступу кисню є і хімічно, і біологічно дуже агресивним. Останнє в силу своєї непередбачуваності і некерованості має негативні наслідки щодо ефективної зміни видового складу природної мікробіоти, наприклад, в бік аеробних видів бактерій, і переокислення корисних компонентів природних ґрунтів і, як результат, призводить до суттєвого спотворення бактеріального профілю кінцевого продукту в порівнянні з початковим бактеріальним профілем оброблювального середовища.

Саме ці причини і привели до необхідності створення такого способу одержання рідкого органічного біодобрива для ґрунтів і/або рослин, яке заселене природними ґрунтовими мікроорганізмами, в якому завдяки оптимальній обробці природного родючого ґрунту з певним видовим складом природних ґрунтових мікроорганізмів із застосуванням запропонованої технології контрольованого, "м'якого" турбулізованого впливу без кавітаційних ефектів на оброблювальне середовище в замкнутому об'ємі без доступу кисню вдалось би реалізувати умови розмноження і збереження початкового видового складу природних ґрунтових мікроорганізмів саме на середовищі їх існування та в результаті створити кінцевий продукт у вигляді однорідної дрібнодисперсної суспензії з розмірами твердих часток 10-50 мкм, що перевищують розмір 5-10 мкм відносно великих мікроорганізмів. Такий продукт придатний для фасування і тривалого зберігання і має вуглець- і азотовмісні речовини в водорозчинних формах, а також рівномірно заселені в цьому продукті колонії загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів по суті початкового видового складу, що знаходяться в стані анабіозу та спорових формах, в максимально можливих концентраціях.

Поставлена задачу вирішується тим, що запропонований спосіб одержання рідкого органічного біодобрива для ґрунтів і/або рослин, яке заселене природними ґрунтовими мікроорганізмами, включає наступні операції:

- підготування, сортування і подрібнення порції вихідного гумусовмісного ґрунту або суміші ґрунтів, щонайменше один з яких є гумусовмісним, причому вказаний ґрунт або суміш ґрунтів має корисні компоненти, що містять органічний вуглець в кількості не нижче 10 % і органічний азот не нижче 1 %, розраховуючи по сухій речовині, а також колонії природних ґрунтових мікроорганізмів певного видового складу, концентрація яких в цьому ґрунті або суміші ґрунтів становить не нижче  $10^4$  КУО/мл;

- перемішування подрібненої порції зазначеного ґрунту або суміші ґрунтів з водою і отримання водної суспензії;

- створення потоку зазначеної водної суспензії в замкнутому просторі без доступу кисню;

- щонайменш двоетапну циклічну обробку створеного потоку водної суспензії в замкнутому просторі без доступу кисню турбулізованим впливом в режимі, що виключає кавітацію і забезпечує в результаті турбулентного тертя і зсувних напружень в потоці подальше подрібнення твердих часток і рівномірний нагрів усього об'єму оброблюваного середовища зі швидкістю зростання температури, що не перевищує 2 град./хв. На першому етапі обробки здійснюють витяжку вуглець- і азотовмісних речовин з оброблюваного середовища і перехід цих речовин у водорозчинні форми, в результаті чого отримують однорідне оброблюване середовище з водорозчинними вуглець- і азотовмісними речовинами, що забезпечує при їх появі розмноження колоній природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в цьому середовищі. До початку другого етапу циклічної обробки турбулізованим впливом при досягненні певної температури, що є характерною для конкретного складу вихідного ґрунту або суміші ґрунтів, забезпечують розмноження по суті всіх видів мікроорганізмів, наявних у вихідному видовому складі, до концентрацій, що перевищують  $10^8$  КУО/мл, і рівномірне заселення цих мікроорганізмів в оброблюваному середовищі. На другому етапі зазначеної обробки одночасно доводять подрібнення твердих частинок до розмірів в межах 10-50 мкм і здійснюють подальший нагрів оброблюваного середовища, забезпечуючи загартовування природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в ньому, і перехід цих мікроорганізмів в стан анабіозу та спорові форми. Завершальною операцією способу, відповідно до винаходу, є виведення обробленого однорідного середовища із зазначеного замкнутого простору з подальшим охолодженням і отриманням кінцевого продукту у вигляді рідкого органічного біодобрива для ґрунтів і/або рослин, придатного для фасування і тривалого зберігання, що містить вуглець і азотовмісні речовини в водорозчинних формах, тверді частинки з розмірами в межах 10-50 мкм, а також рівномірно заселені в цьому добриві колонії загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів по суті вихідного видового складу, які знаходяться в стані анабіозу та спорових формах в концентраціях понад  $10^7$  КУО/мл.

Спосіб згідно з винаходом повністю виключає перехід течії оброблюваної суспензії в кавітаційне з характерними порожнинами і кавітаційними розривами, що запобігає знищенню ряду відносно великих мікроорганізмів, наприклад, таких як *Rhizobium* або бульбочкові бактерії.

Нижня межа подрібнення 10 мкм має бути більшою за максимальний розмір типових бактерій плодючих ґрунтів, що унеможлиблює їх руйнування, а верхня - 50 мкм - відповідати вимогам працездатності фільтрів сучасної оприскувальної техніки.

Треба також підкреслити важливість одержання кінцевого продукту у вигляді однорідної дрібнодисперсної суспензії, оскільки саме при її створенні відбувається перехід корисних складових початкової сировини в водорозчинну форму, необхідну як для активного росту мікрофлори, так і для макро- і мікроживлення проростаючого насіння і вегетуючих рослин при застосування цього продукту як біодобрива.

Згідно з різними переважними втіленнями заявленого способу запропоновані оптимальні температури нагрівання при здійсненні циклічної обробки: на першому етапі циклічної обробки - до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на другому - в діапазоні від  $50\text{ }^{\circ}$  до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а також оптимальні температури охолодження кінцевого продукту - від  $+40$  до  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , причому охолодження до мінусових температур додатково забезпечує загартованість мікроорганізмів, що заселені в одержаному біодобриві. Краще за все при здійсненні способу згідно з винаходом як вихідний гумусовмісний ґрунт використовувати ґрунт, вибраний з групи, що складається з торфу, лісового ґрунту, сапропелі, донних відкладень прісноводних лиманів і озер, біогумусу, чорнозему, сірозему і леонардиту, причому при виборі вихідного гумусовмісного ґрунту або суміші ґрунтів із вмістом лігніну в кількості понад 2 %, розраховуючи по сухій речовині, кінцевий продукт отримують в гелеподібній формі, досить зручній для подальшого застосування, а при використанні вихідного ґрунту, що містить гумус, або суміші ґрунтів з гумусом в кількості понад 3 %, розраховуючи по сухій речовині, можливо отримувати кінцевий продукт, який містить понад 0,1 % гумінових водорозчинних кислот.

В ще одному із найкращих варіантів здійснення заявленого способу, доцільно, щоб природними ґрунтовими мікроорганізмами, що переходять при загартуванні в стан анабіозу та спорові форми, були мікроорганізми, вибрані з групи, що складається з азотфіксуючих бактерій або натрифikatorів типу *Rhizobium*, бактерій, що засвоюють органічний азот ґрунтів типу *Azotobacter*, фосформобілізуючих бактерій типу *Bacillus Subtilis*, оліготрофних бактерій, які добре ростуть на збіднених ґрунтах, і грибно́ї мікрофлори, включаючи мікроміцети.

Пропоновану згідно з винаходом операцію циклічної обробки потоку водної суспензії в замкнутому контурі без доступу кисню турбулізованим впливом в режимі, що виключає кавітацію, найкращим чином можливо реалізувати, наприклад, з використанням пристроїв, розроблених автором даного винаходу - Сергієм Осипенком - і захищених, зокрема, патентами СА 2511744, UA 42365.

У таких пристроях замкнутий контур, який організований підключенням вертикального циліндричного резервуара до насоса через всмоктуючий патрубок, приєднаний або до нижньої частини резервуара в центрі на продовженні осі симетрії - патент СА 2511744 (в цьому випадку резервуар має конусоподібну нижню частину, пов'язану з циліндричною поверхнею резервуара), або до насоса по дотичній до нижньої частини резервуара у напрямку обертання рідини (патент UA 42365) і тангенціально через нагнітальний патрубок до верхньої частини резервуара. Саме засіб турбулізації закріплено на нагнітальному патрубку.

Автором було встановлено, що пропонований відповідно до винаходу режим м'якого турбулізованого впливу з повільним нагріванням зі швидкістю, що не перевищує 2 град./хв., на оброблюване середовище, що виключає кавітацію і появу застійних зон в замкнутому контурі, може бути реалізований із застосуванням зазначених вище пристроїв при дотриманні наступних трьох умов їх роботи:

$$0,1 \text{ Bar} \leq \Delta P \leq 0,2 \text{ Bar} \quad (1)$$

$$0,1 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}} \leq N \leq 0,2 \frac{\text{кВт}}{\text{кг}} \quad (2)$$

$$T_1 = T_2 = \dots = T_n \quad (3)$$

де  $\Delta P = (P_1 - P_2)$  - перепад тисків до і після турбулентного сопла (Bar),

$N = \frac{N}{M}$  - питома енергоємність процесу, кВт/кг,

$N$  - потужність електроприводу насоса, кВт,

$M$  - маса оброблюваного текучого середовища (кг),

$T_1, T_2, T_n$  - поточна температура нагріву в точках вимірювання, розподілених по зовнішній поверхні вертикального циліндричного резервуара, які служать для контролю рівномірності нагріву всього об'єму середовища, що обробляється в замкнутому контурі.

Перевищення показників різниці тисків  $\Delta P = (P_1 - P_2)$  понад 0,2 Bar свідчить про початок кавітації. В цьому випадку зниження тиску на виході з насоса  $P_1$  з метою запобігання виникненню кавітації можливо здійснити за рахунок регулювання обертів приводу насоса.

Зниження величини  $\Delta P$  нижче 0,1 Bar призводить до зниження ефективності впливу турбулізатора на оброблюване середовище та отримання некондиційного кінцевого продукту.

Датчики температури  $T_1 = T_2 = \dots = T_n$  служать для контролю за виникненням застійних зон. Відмінність показань на 2-3 °C свідчить про появу такої зони в області датчика з більш низькою температурою. У міру зростання температури в'язкість середовища зростає і ймовірність появи таких зон збільшується.

Таким чином, пропонований згідно із заявленим способом оптимальний режим обробки з використанням відомих пристроїв дозволяє забезпечити контрольованість і надійність ведення процесу циклічної обробки без кавітаційних ефектів і появи застійних зон з обмеженою швидкістю нагріву, що, в кінцевому підсумку, підвищує якість кінцевого продукту.

Другим аспектом даного винаходу, що вирішує поставлену задачу, є саме рідке органічне біодобриво для ґрунтів і/або рослин, яке отримане згідно із запропонованим способом і включає в себе водорозчинний азот і водорозчинний вуглець, тверді частинки з розмірами в межах 10-50 мкм, а також рівномірно заселені в цьому добриві загартовані природні ґрунтові мікроорганізми вихідного видового складу, що знаходяться в стані анабіозу та спорових форм в концентраціях, що перевищують  $10^7$  КУО/мл, причому кращим для такого біодобрива є вміст компонентів, в якому кількість водорозчинного азоту становить не менше 40 мг, а водорозчинного вуглецю - не менше 470 мг на 100 г біодобрива, розраховуючи по сухій речовині.

Третім аспектом даного винаходу, таким, що також вирішує поставлену задачу, є спосіб обробки ґрунту, насіння рослин або самих рослин з використанням рідкого органічного біодобрива, за яким у вихідне рідке органічне біодобриво, отримане згідно із способом, що заявляється, додають рідину або подрібнений сухий природний ґрунт, зменшуючи концентрацію

наявних в ньому загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в стані анабіозу та спорових формах, до концентрацій, що перевищують  $10^4$  КУО/мл, і обробляють ґрунт таким біодобрином в передпосівний або посівний період або обробляють таким біодобрином насіння рослин і самі рослини в процесі їх вегетації до збирання врожаю.

5 У кращих варіантах здійснення для поліпшення врожайності конкретної культури рослин доцільно рідке органічне добриво отримувати з використанням як вихідного ґрунту ґрунту, взятого з поля, на якому цю ж або подібну культуру рослини успішно вирощували в попередні періоди часу, а для підвищення родючості ґрунту рідке органічне біодобриво доцільно отримувати з використанням родючого ґрунту такого ж або подібного типу, що і ґрунт, на який  
10 вносять вказане добриво. Крім того, для відновлення родючості ґрунту піщаного і супіщаного профілю доцільно також використовувати рідке органічне біодобриво, отримане з використанням як основного компонента супіщаного ґрунту, населеного оліготрофними бактеріями.

15 У подальшому заявлений винахід буде більш детально описаний з посиланням на переважні Приклади здійснення різних аспектів винаходу, що заявляються.

У цій заявці термін "природні ґрунтові мікроорганізми" означає по суті всю аборигенну мікробіоту ґрунтів, розділену на чотири типи: бактерії і гриби як основа будь-яких ґрунтів і актиноміцети і дріжджі як проміжні форми між бактеріями і грибами, специфічні для кожного конкретного виду ґрунтів, активно мінливі в залежності від зміни зовнішніх умов.

20 Без перебільшення можна вказати на домінуючу роль саме бактерій в родючості ґрунту і врожайності рослин. Так, якщо гриби більше діють на рослину, то бактерії - і на рослину, і на ґрунт, тобто, прямо беруть участь в перетвореннях і кругообігу органічної речовини в ланцюжку ґрунт-рослина-атмосфера-ґрунт. Бактерії більш чутливі до хімізації ґрунтів. Популяції грибів менш чутливі до антропогенного впливу.

25 Саме з цієї причини, в даній заявці бактерії вибрані як основний представник мікроорганізмів плодючих ґрунтів і досліджені їх основні представники. Контроль грибної мікрофлори здійснювався лише по її загальній кількості, без поділу за класами та видами.

30 За сучасними уявленнями кількість основних видів бактерій давно перевищила тисячу, і їх класифікація викликає великі труднощі і часто є предметом серйозних дискусій і наукових протиріч. Тому, не маючи можливості чисто наукового доказу зберігання всього бактеріального профілю природних ґрунтів, в подальшому в Прикладах наведено дослідження як загальної картини збереження основного вихідного видового складу мікроорганізмів (мікробіотичного "портрета") родючих ґрунтів в кінцевому продукті - рідкому органічному біодобриві, отриманому згідно з заявленим способом (Приклад 1), так і збереження окремих значущих видів бактерій,  
35 що підтверджує правильність вибраного способу отримання кінцевого продукту у вигляді біодобрива з мінімальним спотворенням природної рівноваги ґрунтових мікроорганізмів (Приклади 2-11).

40 Приклад 12 представлений для порівняння результатів обробки торф'яної суспензії вологістю 80 % до і після переробки за допомогою явищ кавітації і турбулентності, а Приклад 13 представлений з метою демонстрації підвищення родючості і врожайності при віроцуванні сої сорту "Аратта" в умовах зрошувального землеробства. У всіх прикладах як бактерії з "великими" розмірами (до 5 мкм і вище) були вибрані азотфіксуючі бактерії типу *Rhizobium* і *Bradyrhizobium*. Ще більших розмірів можуть досягати оліготрофні бактерії - мікроорганізми, широко поширені на збіднених ґрунтах, торфі, супесчаніках і т.п. Для того, щоб пристосуватися до суворих умов проживання з обмеженим харчуванням, ці бактерії мають велику поверхню контакту з навколишнім середовищем, тобто великі розміри (до 10 мкм включно) за рахунок утворення особливих наростів, джгутиків і т. п.

45 Як приклад відносно "дрібних" бактерій з розміром 1-2 мкм і нижче вибрані чисельні представники фосформобілізуючих бактерій виду *Bacillus subtilis*. Ці бактерії відіграють величезну роль в перетворенні органічного фосфору, що міститься в рослинних рештках у ґрунті, в мінеральну форму, доступну для зростаючих рослин.

Численні бактерії з ряду *Azotobacter* в основному належать до мікроорганізмів, що добре ростуть в присутності кисню, тобто до аеробних бактерій. У той же час частина з них - умовні аероби, інша частина - анаероби, наприклад *Clostridium* та *Azotobacter*.

55 Слід зазначити, що саме через наявність в природних ґрунтах великої кількості умовних аеробів і анаеробів, штучна аерація поживних субстратів, а також суспензій з біогумусу, вермикомпосту і т. п., яка використовується у відомих технологіях, призводить до суттєвого спотворення бактеріального профілю ґрунтів, зрушуючи його в сторону аеробних бактерій.



Для отримання мікробіотичного "портрету" до і після застосування способу згідно з винаходом використовувалися такі характерні мікроорганізми, традиційно тестовані на відповідних поживних середовищах:

- 5 1. Азотофіксуючі бактерії або нітратофікатори, що включають *Rhizobium*, тестуються на живильному середовищі Ешбі;
2. Бактерії, здатні засвоювати органічні форми азоту ґрунтів, типу *Azotobacter* тестуються на живильному середовищі КАА (крохмаль-аміачний агар).
3. Оліготрофні бактерії, що добре ростуть на збіднених ґрунтах, тестуються на живильному середовищі ГА (голодний агар)
- 10 4. Фосформобілізуючі бактерії типу *Bacillus subtilis* тестуються на живильному середовищі Гаузе.
5. Грибна мікрофлора, в т.ч. *Trichoderma* і міксоміцети, тестуються на живильному середовищі Чапека.
- 15 6. Загальна кількість мікроорганізмів тестується на живильному середовищі Звягінцева.

Приклад 1

Проведено дослідження з використанням як початкової сировини органічного низинного торфу, розведеного водою у співвідношенні 1:1.25 Отримана суспензія була оброблена за способом згідно з винаходом.

20 У процесі обробки послідовно проводились дослідження оброблювального середовища мікробіологічними та фітопатологічними методами. За традиційною оцінкою складу оброблювального ґрунтового препарату перевіряли якісний та кількісний склад мікробіоти у титрах: гриби та мікроміцети  $1:10^{-3}$  та бактеріальної  $1:10^{-4}$ .

Отримані результати представлені в таблицях 1-4.

Таблиця 1

Грибна мікробіота та мікроміцети досліджуваних рідких варіантів ґрунтів (титр  $1:10^{-3}$ , Сусло Агар)

№ п/п	Температура Г(град.)	Середня кількість колоній	Примітка
0	Сировина до обробки 20 °С	$2,1 \cdot 10^3$	4 колонії <i>Aspergillus</i> – 50 мм у діаметрі
1	30 °С	$4 \cdot 10^3$	- " -
2	40 °С	$7,5 \cdot 10^3$	Більше <i>Penicillium</i>
3	50 °С	$4 \cdot 10^4$	- " -
4	60 °С	$3,1 \cdot 10^6$	Різка збільшення кількості мікроміцетів та грибів
5	70 °С	$2 \cdot 10^3$	
6	80 °С	$1,2 \cdot 10^2$	Спорові та неактивні форми
7	90 °С	слід	Практична відсутність

25

Таблиця 2

Чисельність азотфіксуючої мікробіоти (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium* та інші) досліджуваних рідких варіантів ґрунтів (титр  $1:10^{-4}$ , середовища Ешбі)

№ п/п	Температура (град.)	Середня кількість колоній (азотобактер)	Примітка
0	Сировина до обробки 20 °С	$3,2 \cdot 10^5$	Переважно <i>Rhizobium</i>
1	30 °С	$2 \cdot 10^6$	- " -
2	40 °С	$3,5 \cdot 10^7$	- " -
3	50 °С	$2,2 \cdot 10^8$	Переважно <i>Rhizobium</i> та <i>Bradyrhizobium</i>
4	60 °С	$1,7 \cdot 10^7$	- " -
5	70 °С	$2,3 \cdot 10^7$	Переважно спорові форми
6	80 °С	$1,3 \cdot 10^7$	- " -

Таблиця 3

Загальна чисельність бактеріальної мікробіоти досліджуваних рідких варіантів ґрунтів, які містять переважно органічні сполуки азоту (титр  $1:10^{-4}$ , середовища МПА)

№ п/п	Температура t° (град.)	Середня кількість колоній	Примітка
	Сировина до обробки 20 °С	$1,4 \cdot 10^4$	7 основних морфотипів, правильні форми
1	30 °С	$2,5 \cdot 10^4$	- " -
2	40 °С	$7,4 \cdot 10^7$	- " -
3	50 °С	$8,2 \cdot 10^8$	- " -
4	60 °С	$3 \cdot 10^8$	- " -
5	70 °С	$4,1 \cdot 10^8$	2 бацилярні морфотипи (10-15мм у d)
6	80 °С	$5,6 \cdot 10^7$	превалюють яскраво жовті типу <i>Sarcina</i> , 3 види інших сапрофітів білого кольору
7	90 °С	$3,5 \cdot 10^5$	1 життєздатні бактерії

Таблиця 4

Загальна чисельність мікробіоти досліджуваних рідких варіантів ґрунтів (титр  $1:10^{-4}$ , середовища Звягінцева)

№ п/п	Температура Г (град.)	Середня кількість колоній	Примітка
0.	Сировина до обробки 20 °С	$1,8 \cdot 10^5$	Практично всі морфотипи
1	30 °С	$2,3 \cdot 10^5$	- " -
2	40 °С	$7,1 \cdot 10^7$	- " -
3	50 °С	$3,4 \cdot 10^8$	- " -
4	60 °С	до $3 \cdot 10^{10}$	найбільш широкий якісний спектр всіх морфотипів
5	70 °С	$7 \cdot 10^9$	утворення спорових форм
6	80 °С	до $6,7 \cdot 10^7$	спорові та нетипові форми
7	90 °С	$2,1 \cdot 10^7$	бацилярні форми + спорові форми

5 Із таблиці 1 видно різке збільшення кількості мікроміцетів та грибів в діапазоні температур від 50° до 60 °С до  $3,1 \cdot 10^6$  в порівнянні з контролем  $2,1 \cdot 10^3$ , тобто більше ніж в тисячу разів.

В таблицях 2-4 наведений ріст чисельності бактерій класів азотобактер та ризобії (середовище сушло Агар) та загальної мікробіоти (тверде середовище Звягінцева).

10 З приведених даних таблиць 1-4 добре видно різке збільшення чисельності мікроорганізмів в діапазоні температур від 50° до 60 °С. Підвищення температур більше 60 °С приводить до пригнічення бактерій, переходу їх в стан анабіозу та спорові форми існування для відродження при сприятливих для життєдіяльності умовах.

При цьому концентрація життєздатних бактерій знижувалась у середньому на один-два порядки, але менше ніж  $10^7$  КУО.

15 Підняття температури вище 80 °С призводить до загибелі більшої кількості мікробіоти і зменшення її кількості.

#### Приклад 2

20 Для підвищення родючості супіщаних ґрунтів і збільшення їх водоутримуючих властивостей використовують суміш 200 кг низинного торфу і 40 кг біогумусу каліфорнійського хробака. Торф має 60 % вологості і містить 20 % золи, 80 % органічної речовини з вмістом вуглецю в основному у вигляді гумінових речовин близько 30 %, рахуючи від кількості сухої органічної речовини. Загальна кількість азоту в торфі близько - 2,8 %. Загальний вміст мікроорганізмів після перемішування в суміші -  $2,2 \cdot 10^4$  КУО/мл, органічного вуглецю - 25,6 %, азоту - 1,6 % на 100 г сухої суміші. Сировину ретельно просіювали, видаляючи механічні домішки у вигляді камінчиків і деревних залишків, завантажували в окрему ємність, в яку попередньо було налито 25 400 л води, і ретельно перемішували за допомогою насоса, здійснюючи кругову циркуляцію. В

результаті отримували "грубу" водну суспензію: родючий ґрунт-вода. Перекачували суспензію насосом в пристрій у вигляді замкнутого контуру, що складається з вертикального резервуара 670 л з системою трубопроводів, підключених до електричного насоса з продуктивністю 90 м<sup>3</sup>/год. і тиском на виході з насоса 4 Bar і електроприводом потужністю 90 кВт. Між насосом і резервуаром встановлено турбулізатор у вигляді гідродинамічного сопла з відносним звуженням, близьким до двох, і плавно обтічною перешкодою у вигляді кулі з коефіцієнтом захарашення потоку, близьким до 65 %. Зазвичай куляста форма перешкод традиційно використовується для створення розвинених турбулентних течій аж до досягнення критичних чисел Рейнольдса, що характеризують ступінь турбулентності потоку.

Для контролю роботи сопла в турбулентному режимі, без кавітаційних розривів до і після сопла встановлені манометри P<sub>1</sub> і P<sub>2</sub>, що вимірювали тиск до і після сопла відповідно. У разі появи кавітаційних розривів різниця показань манометрів стрибкоподібно змінювалась в бік збільшення показань.

Після завантаження порції оброблюваної суспензії включали насос і здійснювали циркуляцію рідкого середовища по замкнутому контуру: резервуар-насос-турбулентна насадка-резервуар. В результаті турбулентного тертя частинок в соплі, зсувних напружень в рідині, а також об стінки резервуара і трубопроводів суспензія нагрівалась. Показання манометрів P<sub>1</sub>≈7,43 Bar, P<sub>2</sub>≈7,33 Bar, тобто їх різниця ΔP=0,1 Bar, що відповідає умові 0,1 Bar≤ΔP≤0,2 Bar, яка контролює відсутність кавітаційних течій.

В силу того, що питома енергоємність процесу близька до  $\bar{W} = 0,134$  кВт/кг, що відповідає умові (2), зазначеної в п. 8, швидкість нагріву оброблюваної суспензії - 1,8 град./хв, що не перевищує величини 2 град./хв. Тому в процесі циклічної переробки суспензії, що оброблюється, досить повільно нагрівається, що сприяє переходу корисних компонентів сировини у водорозчинну форму. Використання бактеріями цих корисних компонентів, які перейшли в доступну форму, приводила до їх інтенсивного росту.

Таблиця 5

Загальні та водорозчинні форми азоту та вуглецю (по сухій речовині)

Температура обробки (С°)	загальний азот (мг/100 г)	водорозчинний азот (фільтрат мг/кг)				Загальний вуглець (г/100 г)	Розчинний вуглець (г/100 г)	Відносна частка розчинного від загального вуглецю, (%)
	N	Нітратний NO <sub>3</sub>	Амонійний NH <sub>4</sub>	Нітритний NO <sub>2</sub>	всього азоту N			
Контроль (сировина) 20 °С	1633	94,7	35,1	0,55	130,3	25,86	0,173	0,67
46 °С	1591	122,0	50,3	0,74	173,04	27,24	0,571	2,13
52 °С	1562	85,3	25,3	1,4	112,0	26,83	0,734	2,74
60 °С	1640	79,0	30,3	2,2	111,5	26,72	1,241	4,62
70 °С	1587	69,7	52,0	2,2	123,9	27,24	1,730	6,40
80 °С	1631	58,0	45,8	2,2	106,0	25,86	1,927	7,51

З таблиці 5 видно збільшення водорозчинної частини вуглеводів і азоту в міру збільшення температури обробки.

Водорозчинний азот вимірювався в 3-х формах: нітратній NO<sub>3</sub>, нітритній NO<sub>2</sub> і амонійній NH<sub>4</sub>. З таблиці 1 видно, що за короткий час при досягненні температури 46 °С від початкової 20 °С загальна кількість водорозчинного азоту 173 мг/кг зросла приблизно на 35 %, відносно водорозчинного азоту необробленої сировини 130,3 мг/кг, взятому при 20 °С. Всі аналізи тут і далі (якщо не передбачено інше), приведені до сухій речовині.

Особливо слід відзначити активне зростання амонійного азоту - основного будівельного матеріалу оболонок бактерій. Кількість цього азоту NH<sub>4</sub> зростає більш ніж на 50 % вже при досягненні температури близько 46 °С. Внаслідок цього в діапазоні температур від 40 °С до 50 °С бактерії починають активно розмножуватися в сотні разів швидше, ніж в природних умовах. Тому при температурі, близькій до 52 °С, кількість амонійного азоту різко знижується, нижче рівня амонійного азоту в використовуваній сировині, тому що азот не витрачається на побудову оболонок бактерій. Подальше зростання температури призводить до зниження упругості

оболонки бактерій, втрати їх форм і переходу в стан анабіозу та спорові форми. Відповідно, будівельний матеріал деформованих оболонок стає доступним для хімічного визначення кількості водорозчинного азоту, що пояснює його зростання від величини 25,3 мг при 52 °С до 52,0 мг при 70 °С Така поведінка амонійного азоту характерна для описуваного способу.

5 Нерозчинні гумінові сполуки вуглецю сировини переходять в водорозчинні в першу чергу гумінові та фульвові кислоти. Саме тому отримане органічне добриво після розведення водою має непрозорий темний колір.

10 Активне перемішування, комфортна повільно зростаюча температура живильного середовища, легкозасвоюваний корм з доступними формами складних цукрів у вигляді водорозчинних вуглеводів і мінералів інтенсифікують процес зростання бактерій до максимально можливих величин. "М'який" турбулентний вплив на оброблюване середовище виключає селективне зростання дрібних і загибель відносно великих форм бактерій, що властиво відомим способам, які використовують для цих же цілей "жорсткий" механічний вплив, наприклад, за допомогою кавітації. Вищенаведені ознаки, які характеризують винахід, дозволяють максимально зберегти бактеріальний профіль або "портрет" аборигенних мікроорганізмів вихідної сировини.

15 Результати зростання концентрації бактерій представлені в таблиці 6. З цієї таблиці видно, що при наближенні до 60 °С інтенсивне зростання мікрофлори припиняється, обмежуючись величиною  $3,0 \cdot 10^8$ , що можна вважати закінченням першого етапу обробки.

20

Таблиця 6

Загальна чисельність бактеріальної мікробіоти досліджуваних рідких варіантів ґрунтів (титр  $1:10^{-4}$ , середовища Звягінцева)

№ п/п	Температура	Середня кількість колоній	Примітка
1	20 °С (сировина)	$2,2 \times 10^4$	До 7-ми колоніальних морфотипів
2	30 °С	$3,5 \times 10^6$	До 7-ми колоніальних морфотипів
3	50 °С	$2,5 \times 10^8$	До 7-ми колоніальних морфотипів
4	60 °С	до $3,0 \times 10^8$	найбільш широкий якісний спектр морфотипів
5	70 °С	$6,0 \times 10^7$	колон, типи <i>Pseudomonas</i> та інші в стані анабіозу
6	80 °С	до $4,0 \times 10^7$	бацилярні форми в спорових формах та стані анабіозу

Після температури 60 °С починається другий етап загартовування бактерій і одночасний перехід їх в спорові форми і/або стан анабіозу.

25 При цьому концентрація мікроорганізмів знижується на порядок з  $3 \cdot 10^8$  при 60 °С до  $4 \cdot 10^7$  при 80 °С через загибель частини бактерій та перехід інших в стан анабіозу.

30 На цьому етапі особливо важливо уникнути появи застійних зон всередині резервуара, тобто ділянок з недостатнім ступенем подрібнення твердих частинок ґрунтів і появи більш низьких температур, недостатніх для переходу мікроорганізмів в стан анабіозу та спорові форми. Відповідно, це може призвести до різкого зниження терміну зберігання добрива, здуття, бомбажу упаковки і т. п.

35 Тому умова рівності температур  $T_1=T_2=...T_n$  на зовнішній поверхні резервуара служить для контролю рівномірності нагріву всього об'єму суспензії, оброблюваної в резервуарі. Збіг температур на поверхні і всередині всього обсягу відбувається через високий ступінь коефіцієнта тепломасопереносу в результаті активного прокачування і турбулентного перемішування всієї маси оброблюваної рідини.

40 Особливо важливо відзначити збіг величин температур у вертикальному напрямку, зокрема, у верхній і нижній частині резервуара, де ймовірність появи застійних зон найбільш висока. Це пов'язано з тим, що в'язкість оброблюваної суспензії зростає в міру зростання температури і після досягнення температури 50 °С може зрости в десятки разів. Це відбувається через перехід вуглецю в доступну для бактерій, тобто водорозчинну форму, і, в першу чергу, в лігнін і гумінові сполуки, а також переходу целюлози в декстрини, протопектина в пектин і т.п., що призводить до істотного збільшення реологічних властивостей рідкого середовища.

45 Зростання температури на другому етапі доцільний до температур, близьких до 80 °С Подальше її збільшення, як показали експерименти, призводить до незворотних процесів загибелі спорових форм ряду мікроорганізмів і "зварювання" високомолекулярних полісахаридів типу лігніну. У цьому випадку кінцевий продукт стає малорозчинним і некондиційним за ознакою

вмісту бактерій нижче 10 КУО. Природно, бактеріальний профіль такого добрива істотно відрізняється від початкового профілю натуральної сировини, зрушуючи в бік термофільних бактерій.

5 Відзначимо, що зазвичай перехід бактерій в спорові форми починається при температурах, близьких до 60 °С, при температурі вище 70 °С активізується і при температурі 75-80 °С практично закінчується.

10 Для збільшення кількості мікроорганізмів в кінці першого етапу в деякому випадку доцільно зробити тимчасову паузу, як додатковий етап обробки, зафіксувавши тим самим оптимальну температуру розмноження бактерій. Для цього досить вимкнути насос, що перекачує, на деякий час.

У будь-якому разі доцільність паузи визначається в кожному випадку експериментально, виходячи з аналізу мікробіологічних тестів.

Приклад 3

15 Те саме, що і в прикладі 2. Потужність приводу насоса збільшена до 150 кВт. Розмірний коефіцієнт енергоозброєності  $N = 0,22$  кВт/кг виходить за верхню допустиму межу  $= 0,2$  кВт/кг нерівності (2) п. 8 формули.

Отримано неякісний кінцевий продукт через занадто високу швидкість нагріву (більше 2 град./хв.). Загальна кількість бактерій не перевищує  $10^5$  КУО/мл, що свідчить про неможливість мікроорганізмів пристосуватися до занадто швидкого нагріву середовища проживання.

20 Приклад 4

25 Те саме, що і в прикладі 2. Потужність приводу насоса зменшена до 30 кВт. Отримано некондиційний продукт внаслідок неоднорідності частинок отриманої дисперсії. Розмірний коефіцієнт  $N = 0,045$  виходить за нижню допустиму межу енергоозброєності  $N = 0,1$  кВт. Окремі частки суспензії мають розмір понад 50 мкм, що може призвести до забивання фільтрів обприскувачів і форсунок крапельної стрічки. Енергії потоку недостатньо для ефективного подрібнення оброблюваного середовища.

30 В даному прикладі в процесі нагрівання температура в різних точках поверхні резервуара відрізнялася. Тому при досягненні температури 80 °С у верхній частині резервуара, в нижній температура досягала лише 68 °С, що свідчить про наявність застійних зон внаслідок недостатнього забезпечення енергією процесу виробництва добрива.

Приклад 5

35 Те саме, що в прикладі 2. Тиск на виході з насоса збільшено до  $P_1 = 12$  Bar. В результаті перепад тисків на турбулентному соплі збільшився до  $\Delta P = P_1 - P_2 = 0,27$  Bar. Пристрій перейшов в режим кавітації, тому що порушена умова (1), що зазначена в п. 8 формули, згідно з якою максимальний перепад тиску на соплі не повинен перевищувати  $\Delta P = 0,2$  Bar. З'являється високочастотний шум на частотах, близьких до  $(17,5 \cdot 10^3)$  Гц, що відповідає руйнуванню кавітаційних бульбашок. В отриманому продукті зменшено відсоток відносно "великих" азотфіксуючих бактерій типу Rhizobium (бульбочкові бактерії) більше, ніж в 3 рази, в порівнянні з природним профілем (див. Таблицю 6). Це свідчить про загибель важливих для життєдіяльності рослин і ґрунтів мікроорганізмів, що накопичують атмосферний азот в ґрунтових бульбашках. Кінцевий продукт некондиційний через зсув бактеріального профілю природних ґрунтів в бік переважання дрібних бактерій з розмірами 1-2 мкм і менше, тому він не забезпечить необхідного харчування для росту рослин.

Приклад 6

45 Те саме, що в прикладі 2. Тиск  $P_1$  на виході з насоса зменшено до 5 Bar. Перепад тисків на соплі  $\Delta P$  відповідно знизився до 0,08 Bar, що порушує умову (1) п. 8 формули, виходячи за нижню межу  $\Delta P = 0,1$  Bar.

Отримано некондиційний продукт, тому що розмір часток добрива перевищує 50 мкм, що призведе до забивання фільтрів обприскувачів.

50 Гідродинамічного впливу на оброблюване рідке середовище було недостатньо. Отриманий продукт мав рідку консистенцію, що пояснюється тим, що лігнін, який міститься в торфі, не перейшов в водорозчинну форму. Відповідно і природні гумінові сполуки залишилися недоступними для ґрунтових мікроорганізмів. Кінцева концентрація мікроорганізмів занижена і становить  $10^5 - 10^6$  КУО/мл. Цього недостатньо для ефективною передпосівної обробки насіння (іннокуляції).

55 Приклад 7

Добриво планувалося використовувати для вирощування сої на світлих сіроземах з низьким вмістом гумусу 1,5 %. Використовується той же пристрій, що і в прикладі 2. В якості сировини

використовується 200 кг світлого сіроземи з первинним вмістом природної мікрофлори  $2,7 \cdot 10^4$  КУО/мл, з вмістом загального азоту 0,52 % і вуглецю 8 %, розраховуючи по сухій речовині.

Наприкінці першого етапу обробки вміст водорозчинного вуглецю збільшився до 370 мг, а водорозчинного азоту - до 25 мг на 100 г продукту. Це знаходиться нижче нижньої межі 40 мг кондиційного продукту, відповідно до п. 10 винаходу. Відповідно, через низьку концентрацію поживних речовин в сіроземах концентрація ґрунтових мікроорганізмів в готовому продукті зростає всього до  $1,2 \cdot 10^6$ , що нижче межі доцільності використання запропонованої технології, тому що кінцева концентрація мікроорганізмів в кінцевому продукті, відповідно до винаходу, повинна бути не менше  $10^7$  КУО/мл.

У той же час збільшення кількості сіроземи в завантаженій порції до 240 кг для збільшення корисних властивостей кінцевого продукту призводить до істотного збільшення в'язкості суспензії і неможливості її активної циркуляції через виникнення застійних зон.

Висновок: початкова сировина у вигляді тільки сіроземи не може використовуватися для отримання якісного біодобрива. Необхідне додавання біогумусу, гною, сапропелів і т. п. з більш високим вмістом мікроорганізмів та органічних речовин.

#### Приклад 8

Те саме, що в прикладі 7.

До 200 кг сіроземи додають 20 кг біогумусу на основі коров'ячого гною 32 % вологості, з початковим вмістом вуглецю 25,3 % і загального азоту 2,63 %, розраховуючи по сухій речовині. Початкова концентрація бактерій біогумусу -  $3,2 \cdot 10^8$  КУО/мл.

В результаті переробки отримано кінцевий продукт досить високої якості з вираженими фунгіцидними властивостями, зумовленими конкурентним заміщенням грибів-фітопатогенів природними бактеріями.

Високі поживні властивості отриманого продукту як органічного добрива пояснюються значною кількістю розчинного вуглецю 980 мг і розчинного азоту 65 мг на 100 гр продукту, підвищеним вмістом мікроелементів.

В результаті використання отриманого продукту на глинистих ґрунтах півдня України врожайність поливної сої зростає на 12 % при інокуляції 1 л добрива на 1000 кг насіння і на 18,2 % при додаванні одного обприскування в дозі 2 л/га на 200 л води в фазі 4-6 справжніх листочків рослин.

Рослини сої практично не хворіли. Активність ґрунтової мікрофлори, яка визначається за виділення вуглекислого газу з ґрунту, збільшилася практично в 2,5 рази. Важливо відзначити, що в умовах липневої спеки температура ґрунту піднімалася до 60 °С, однак, "загартовані" в процесі приготування на другому етапі природні бактерії, що містяться в сировині, вижили і активно розмножилися при екстремальних температурах півдня України.

Як показали численні дослідження, традиційні біопрепарати на основі азотфіксуючих бактерій, так звані "іннокулянти", вирощені на штучних середовищах, практично повністю втрачали ефективність в подібних екстремальних умовах використання.

#### Приклад 9

Для вирощування баштанних культур на бідних супіщаних ґрунтах доцільно використовувати збіднені на органічну речовину суміші, населені оліготрофними бактеріями, характерними для супіщаних ґрунтів. Для отримання добрив використовується суміш ґрунтів: 40 % супіщаного ґрунту, 30 % торфу, 20 % сапропелю, 10 % біогумусу. Суміш містить близько 19,7 % загального вуглецю і 2,3 % азоту, розраховуючи по сухій речовині.

Концентрація мікроорганізмів цієї суміші ґрунтів становить  $1,2 \cdot 10^5$  КУО/мл. Сировина містить відносно велику кількість оліготрофних бактерій, характерних для супіщаників і низинних торфів. Ці бактерії здатні розвиватися при низьких концентраціях азоту, для піщаних ґрунтів з хорошою аерацією.

В результаті використання описуваної технології і використання режиму обробки, що описана в Прикладі 2 отримано кондиційний продукт з вмістом бактерій  $1,7 \cdot 10^9$ , водорозчинного вуглецю 690 мг і азоту 78 мг на 100 гр сухої речовини, що має однорідну високоомогенну структуру. Частинки піску були відфільтровані перед фасуванням. Продукт містить велику кількість біологічно активних речовин, властивих сапропелю і органічному біогумусу.

Кінцевий продукт використовувався на піщаних полігонах для органічного вирощування кавунів і динь. Результати досліджень по вирощуванню органічного неполивного кавуна представлені в таблиці 7. Добриво, виготовлене згідно з винаходом, названо "Продуктом".

## Вирощування органічного кавуна

№	Варіант досліду	Урожайність, т/га	± до контролю 1		± до контролю 2	
			т/га	%	т/га	%
1	Контроль 1	17,2	-	-	-0,6	-3,5
2	Контроль 2(обробка насіння водою)	17,8	+ 0,6	+ 3,5	-	-
3	Обробка насіння "Продуктом" (1 л/т)	18,9	+ 1,7	+ 9,9	+ 1,1	+ 6,2
4	Обробка насіння "Продуктом" (2 л/т)	19,4	+ 2,2	+ 12,8	+ 1,6	+ 9
5	Обприскування рослин "Продуктом" (2 л/га)	20,2	+ 3	+ 17,4	+ 2,4	+ 13,5
6	Обприскування рослин "Продуктом" (4 л/га)	20,6	+ 3,4	+ 19,8	+ 2,8	+ 15,7
7	Обробка насіння "Продуктом" (1 л/т) + обприскування рослин "Продуктом" (2 л/га)	21,2	+ 4	+ 23,2	+ 3,4	+ 19,1
8	Обробка насіння "Продуктом" (1 л/т) + обприскування рослин "Продуктом" (4 л/га)	22,1	+ 4,9	+ 28,5	+ 4,3	+ 24,1
9	Обробка насіння "Продуктом" (2 л/т) + обприскування рослин "Продуктом" (2 л/га)	22,6	+ 5,4	+ 31,4	+ 4,8	+ 27
10	Обробка насіння "Продуктом" (2 л/т) + обприскування рослин "Продуктом" (4 л/га)	22,8	+ 5,6	+ 32,5	+ 5	+ 28,1
НІР05т=0,51						

Основні стислі висновки по використанню продукту представлені нижче:

отримання сходів на 2 доби та досягання плодів на 8 діб раніше, ніж у контролі;

5 підвищення біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів у 2-2,5 разу, що свідчить про інтенсивність фунгових процесів та поліпшення поживного режиму;

зменшення коефіцієнта водоспоживання, тобто кількості ґрунтової води на формування 1000 кг плодів на 20-22 %;

10 підвищення врожайності за передпосівної обробки насіння на 9,9 %, а за комбінованого застосування препарату - до 32,5 %;

Приклад 10

15 Біодобриво використовується для вирощування яблуневого саду на глинистому ґрунті. В якості сировини використовувався торф низинний з показником кислотності Ph=6,8. Початкова концентрація мікроорганізмів в порції сировини  $1,5 \cdot 10^4$  КУО/мл. Кількість лігніну в торфі 3,6 %, розраховуючи по сухій речовині.

20 В результаті використання запропонованого способу і кінцевого нагрівання на другому етапі до 80 °С отримали однорідний продукт гелеобразной консистенції. Кінцева загальна концентрація мікроорганізмів, які перейшли в стан анабіозу та спорові форми, близько  $2,2 \cdot 10^8$  КУО/мл. Після фасування продукт піддали охолодженню до температури -2 °С. Це зроблено з метою загартовування мікроорганізмів.

Препарат, крім властивостей органічного добрива, має всі властивості природного адаптогена, здатного за короткий час відновлювати рослини після хімічних обробок, несприятливих погодних умов, включаючи вимерзання посівів в зимовий період. В першу чергу це пов'язано з переходом загального вуглецю у водорозчинні форми у вигляді гумінових кислот.

Як показали дослідження, вміст водорозчинних гуматів (див. таблицю 5) збільшується в десятки разів, досягаючи 0,1-1 % від сухої ваги добрива.

Трикратне використання препарату в загальній дозі 6 л/га методом обприскування дерев дозволило за літній період відновити родючість яблуневого саду, втрачену після весняних заморозків 2017 року.

Гелеподібна форма добрива знизила витрату препарату на 30-40 % за рахунок підвищеного прилипання до листової поверхні дерев.

Приклад 11

Те саме, що в прикладі 9. Процес приготування обмежили першим етапом переробки і перервали при досягненні температури середовища 55 °С, після чого одразу фасували. Концентрація живих бактерій перевищувала величину 10<sup>11</sup>. Бактерії не встигли перейти в спорові форми та стан анабіозу, тому отриманий продукт був некондиційний. Через тривале активне зростання ґрунтової мікрофлори відбувалось роздування і розгерметизація упаковок, що виключало транспортування біодобрива.

Приклад 12

Для порівняння кінцевого продукту, виготовленого за допомогою явищ кавітації і турбулентності, використовувалася одна і та ж послідовність операцій і пристрій, описаний в прикладі 2, включаючи однаковий склад суміші. Турбулентне сопло для реалізації цілей даного Прикладу було замінено на прямооточний кавітаційний змішувач з кавітатором у вигляді зрізаного конуса, що захаращує потік на 85 %, рахуючи за площу мінімального поперечного перерізу сопла.

Тиск на виході з насоса Р<sub>1</sub> було збільшено до 11,2 Ваг. Відповідно перепад тисків на соплі ΔР збільшився до 0,35 Ваг, що свідчило про перехід роботи сопла в кавітаційний режим обтікання. Виникнення кавітації супроводжувалося появою характерного кавітаційного шуму. Всі інші параметри процесів збігалися. Для отримання бактеріального профілю до і після застосування даного винаходу, тобто після турбулентної і кавітаційної обробки, використовувалися такі мікроорганізми, традиційно тестовані на відповідних живильних середовищах:

1. Азотфіксуючі бактерії або нітратофіксатори, що включають ризобії *Rhizobium*. Живильне середовище ЕШБі;
2. Бактерії здатні засвоювати органічні форми азоту ґрунтів. Живильне середовище КАА (крохмаль-аміачної агар)
3. Оліготрофні бактерії - добре ростуть на збіднених ґрунтах. Поживне середовище ГА (голодний агар)
4. Фосформобілізуючі бактерії типу *Bacillus subtilis*. Поживна середа Гаузе
5. Грибна мікрофлора, включаючи мікроміцети. Живильне середовище Чапека.
6. Загальна кількість бактерій. Поживна середу Звягінцева.

У таблиці 8 наведені порівняльні округлені результати отриманих концентрацій мікроорганізмів вихідної сировини, розведеної водою і перемішаної до стану суспензії вологістю 80 %, до і після переробки за допомогою явищ кавітації і турбулентності.

Таблиця 8

№	Середовище	Початкова суспензія торф-вода	(%)	А Турбулентність (КУО/мл)	r <sub>2</sub> (%)	В Кавітація (КУО/мл)	r <sub>3</sub> (%)
1	ЕШБІ	3,0·10 <sup>5</sup>	10	1,1·10 <sup>8</sup>	12	0,2·10 <sup>7</sup>	3
2	КАА	6,1·10 <sup>5</sup>	20	2,2·10 <sup>8</sup>	24	0,9·10 <sup>7</sup>	12
3	ГА	7,6·10 <sup>5</sup>	25	1,8·10 <sup>8</sup>	21	1,2·10 <sup>7</sup>	17
4	ГАУЗЕ	1,1·10 <sup>6</sup>	35	2,8·10 <sup>8</sup>	32	4,1·10 <sup>7</sup>	56
5	ЧАПЕКА	3,2·10 <sup>4</sup>	1,0	6,9·10 <sup>6</sup>	0,8	1,5·10 <sup>6</sup>	2,1
6	ЗВЯГІНЦЕВА	3,1·10 <sup>6</sup>	100	8,7·10 <sup>8</sup>	100	7,3·10 <sup>7</sup>	100

Тут величини r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub> (%) означають відсоток тих чи інших бактеріальних складових відносно загальної кількості мікроорганізмів, розмножених на твердому середовищі Звягінцева і прийнятих за 100 % (таблиця 8).

Після турбулентної (А) і кавітаційної обробки (В) ця кількість змінюється, однак при турбулентній обробці відсоток відносно "великих" бактерій, культивованих на середовищах ЕШБі (азотфіксатори) - 12 % і ГА (оліготрофи) - 21 % практично зберігається в порівнянні з їх вмістом



в початковій суспензії (10 % і 25 % відповідно). У той же час частка цих же бактерій різко падає після кавітаційної обробки до 3 % і 17 % відповідно.

Одночасно з цим, частка відносно "дрібних" фосформобілізуючих бактерій (середи Гаузе) практично не змінюється (35 % в початковій ґрунтовій суспензії і 32 % після процесу турбулізації). Відзначимо, що після кавітаційної обробки вона різко зростає більш ніж в 1,6 разу, досягаючи 56 %.

У той же час процентний вміст грибів у мікроміцетів практично не змінюється з 1 % в початковій сировині до 0,8 % під впливом турбулентності і змінюється сильно під впливом кавітації, зростаючи вдвічі до величини 2,1 % від загальної кількості мікробіоти.

Це свідчить про те, що запропонований спосіб "м'якої" обробки ґрунтової суспензії за допомогою ефекту турбулізації потоку дозволяє зберегти природний профіль ("портрет") родючих ґрунтів, в той час як "жорсткі" режими впливу, засновані на явищі кавітації, значно деформують його, знищуючи відносно великі бактерії з розмірами 3-10 мкм і культивуючи дрібні з розмірами 1-2 мкм.

Поява кавітації супроводжувалася появою характерного кавітаційного шуму. Всі інші параметри процесів збігалися.

У той же час спосіб, що патентується, з використанням запропонованих м'яких режимів обробки середовища за допомогою турбулентності збільшує доступність корисних компонентів родючих ґрунтів, збільшуючи ефективність використання кінцевого продукту також і в якості мінерального органічного біодобрива.

Запропоновані різні аспекти винахода, що патентується, найбільш ефективні для відновлення родючості ґрунтів, збіднених на поживні речовини, мікроорганізми в результаті інтенсивного використання добрив і отрутохімікатів, підтоплення ґрунтів і т. п.

Приклад 13

З метою збільшення врожайності та відновлення плодючості забруднених хімізацією ґрунтів використовували біодобриво згідно з винаходом, при вирощуванні сої сорту "Аратта" в умовах зрошувального землеробства.

Мікробіота в ґрунті під посіви майже відсутня та знаходиться на низькому рівні  $10^2$ - $10^3$  КУО. Кількість гумусу ґрунту не перевершує 1,2 %, що недостатньо для ефективного вирощування сої.

Для збільшення продуктивності вирощування сої використовували плодючий органічний ґрунт чорноземного профілю після вирощування сої такого ж самого сорту в минулому році.

Кількість азотфіксуючих бульбашкових бактерій *Rhizobium* в цьому ґрунті знаходилась на рівні  $8 \cdot 10^7$ . Загальна кількість мікробіоти - була не нижче  $10^8$ - $10^9$ , вуглецю - 12 %, азоту - більше 2,5 % по сухій речовині. Тобто потенційна родючість такого ґрунту була дуже висока.

Після обробки по запропонованій технології, був отриманий високоякісний продукт з бактеріальним профілем з перевагою в бік бактерій-нітрофікаторів на рівні  $2 \cdot 10^8$  та кількістю водорозчинного азоту та вуглецю 120 мг та 570 мг відповідно, по сухій речовині.

Результати досліджень дії отриманого органічного біодобрива представлені в табл. 9

Таблиця 9

Показники азотфіксуючої здатності та продуктивності рослин сої сорту Аратта.

№ п/п	Варіанти	Маса бульбочок на 1 рослину, г	Маса бульбочок на 1 га, кг	Урожайність, ц/га	Приріст, %
1	Обробка водою (контроль)	0,10	66,0	18,1	0
2	Обробка насіння "Продукту" (1 л/т)	0,26	171,6	19,8	9,4
3	1 % розчин "Продукту" по вегетації (2 справжніх листочка)	0,45	317,0	20,5	13,3
4	Обробка насіння "Продуктом" (1 л/т) + 1 % розчин "Продукту" по вегетації (2 справжніх листочка)	0,65	432,0	20,7	14,4

Отже, проведені дослідження встановили, що застосування запропонованого біодобрива суттєво впливає на урожайність, формування кількості бульбочок та їх маси такі результати:

Так, обробка насіння "Продуктом" (1 л/т) + 1 % розчин "Продукту" по вегетації (2 справжніх листочка) призвела до приросту маси бульбочок на 1 рослину до 0,55 г в порівнянні з контролем, а маса бульбочок на 1 га зростала на 366,0 кг/га.

Приріст врожаю до контролю коливався від 9,4 до 14,4 %, що в перерахунку на економічні показники дає орієнтовно 10-15 грн додаткового прибутку на кожно гривню, вкладену в органічне добриво.

Проведені дослідження показують, що, виходячи зі стану фунту, виду і сорту рослини, технології її вирощування і т.п., запропонований винахід дозволяє підібрати склад компонентів вихідної сировини, оптимізувавши способи її застосування, для досягнення комерційно значущого промислового застосування. Запропонована технологія особливо актуальна в сучасних умовах виснажених нераціональною сівозміною, хімічно забруднених земель, природних катаклізмів у вигляді посух і раптових заморозків, глобального потепління на планеті.

Природність і органічність запропонованих технічних рішень по отриманню рідкого органічного біодобрива і його подальшого застосування полягає в тому, що, переносячи незначну кількість родючого ґрунту з одного місця на інше можна відновити родючість і підвищити врожайність на великих площах за короткий час з мінімальними трудовими і матеріальними витратами.

Важливо також зазначити, що застосування отриманого відповідно до винаходу біодобрива певного мікробіотичного портрету призводить також до реального зниження використовуваних гербіцидів і фунгіцидів до 30 % від рекомендованих доз.

20

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб одержання рідкого органічного біодобрива для ґрунтів і/або рослин, заселеного природними ґрунтовими мікроорганізмами, що включає наступну послідовність операцій:

а) підготування, сортування і подрібнення порції вихідного гумусовмісного ґрунту або суміші ґрунтів, щонайменше один з яких є гумусовмісним, причому вказаний ґрунт або суміш ґрунтів має корисні компоненти, що містять органічний вуглець в кількості не нижче 10 % і органічний азот не нижче 1 %, розраховуючи по сухій речовині, а також колонії природних ґрунтових мікроорганізмів, концентрація яких в цьому ґрунті або суміші ґрунтів становить не нижче  $10^4$  КУО/мл;

б) перемішування подрібненої порції зазначеного ґрунту або суміші ґрунтів з водою і отримання водної суспензії;

в) створення текучого потоку зазначеної водної суспензії в замкнутому просторі без доступу кисню;

г) щонайменше двоетапну циклічну обробку створеного текучого потоку водної суспензії в замкнутому просторі без доступу кисню турбулізованим впливом в режимі, що виключає квітацію, і забезпечує в результаті турбулентного тертя і зсувних напружень в потоці подальше подрібнення твердих частинок і рівномірний нагрів усього об'єму оброблюваного середовища зі швидкістю зростання температури, що не перевищує 2 град./хв, при цьому на першому етапі такої обробки здійснюють витяжку вуглець- і азотовмісних речовин з оброблюваного середовища і перехід цих речовин у водорозчинні форми, в результаті чого отримують однорідне оброблюване середовище з водорозчинними вуглець- і азотовмісними речовинами, що забезпечує при їх появі розмноження колоній природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в цьому середовищі, і до початку другого етапу циклічної обробки турбулізованим впливом при досягненні певної температури, що характерна для конкретного складу вихідного ґрунту або суміші ґрунтів, забезпечують розмноження по суті всіх видів мікроорганізмів, наявних у вихідному видовому складі, до концентрацій, що перевищують  $10^8$  КУО/мл, а також рівномірне заселення цих мікроорганізмів в оброблюваному середовищі, а на другому етапі зазначеної обробки продовжують подальше нагрівання оброблюваного середовища одночасно з подрібненням твердих частинок, що знаходяться в ньому, і забезпечують в кінці другого етапу загартовування природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в обробленому однорідному середовищі, і перехід цих мікроорганізмів в стан анабіозу та спорові форми, а також подрібнення твердих частинок в цьому середовищі до розмірів в межах 10-50 мкм,

д) виведення обробленого однорідного середовища із зазначеного замкнутого простору з подальшим охолодженням і одержанням кінцевого продукту у вигляді рідкого органічного біодобрива для ґрунтів і/або рослин, придатного для фасування і тривалого зберігання, що має вуглець- і азотовмісні речовини у водорозчинних формах, тверді частинки з розмірами в межах 10-50 мкм, а також рівномірно заселені в цьому добриві колонії загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів по суті вихідного видового складу, які знаходяться в стані анабіозу та спорових формах в концентраціях понад  $10^7$  КУО/мл.

60

2. Спосіб за п. 1, в якому на першому етапі циклічної обробки, здійснюваної при виконанні операції d), досягають температури нагріву оброблюваного середовища до 50 °С.

3. Спосіб за п. 1, в якому на другому етапі циклічної обробки, здійснюваної при виконанні операції d), досягають температури нагріву оброблюваного середовища в межах від 50 до 80 °С.

4. Спосіб за п. 1, в якому охолодження при виконанні операції є) здійснюють в діапазоні температур від +40 до -4 °С.

5. Спосіб за п. 1, в якому як вихідний гумусовмісний ґрунт використовують ґрунт, вибраний з групи, що складається з торфу, лісового ґрунту, сапропелю, донних відкладень прісноводних лиманів і озер, біогумусу, чорнозему, сірозему і леонардиту.

6. Спосіб за п. 1, в якому під час відбору вихідного ґрунту, що містить гумус, або суміші ґрунтів з лігніном в кількості понад 2 %, розраховуючи по сухій речовині, отримують кінцевий продукт гелеподібної форми.

7. Спосіб за п. 1, в якому при використанні вихідного ґрунту, що містить гумус, або суміші ґрунтів з гумусом в кількості понад 3 %, розраховуючи по сухій речовині, отримують кінцевий продукт, який містить понад 0,1 % гумінових водорозчинних кислот.

8. Спосіб за п. 1, в якому природними ґрунтовими мікроорганізмами, що переходять при загартуванні в стан анабіозу та спорові форми, є мікроорганізми, вибрані з групи, що складається з азотфіксуючих бактерій або нітрифікаторів типу *Rhizobium*, бактерій, що засвоюють органічний азот ґрунтів типу *Azotobacter*, фосформобілізуючих бактерій типу *Bacillus subtilis*, оліготрофних бактерій, що ростуть на збіднених ґрунтах, і грибної мікрофлори, включаючи мікроміцети.

9. Спосіб за п. 1, в якому циклічну обробку, здійснювану при виконанні операції d), здійснюють в замкнутому контурі, що містить з'єднані між собою вертикальний циліндричний резервуар, насос з електроприводом, підключений до нижньої частини циліндричного резервуара, і засіб турбулізації, що має турбулентне сопло, встановлене після насоса і тангенціально підключене до верхньої частини циліндричного резервуара, причому режим турбулізованого впливу на оброблювану середовище, що виключає кавітацію і появу застійних зон в такому замкнутому контурі, забезпечують при дотриманні наступних трьох умов:

$$0,1 \frac{\text{Ват}}{\text{кг}} \leq \Delta P \leq 0,2 \frac{\text{Ват}}{\text{кг}} \quad (1)$$

$$0,1 \frac{\text{Ват}}{\text{кг}} \leq N \leq 0,2 \frac{\text{Ват}}{\text{кг}} \quad (2)$$

$$T_1 = T_2 = \dots = T_n, \quad (3)$$

де  $\Delta P = (P_1 - P_2)$  - перепад тисків до і після турбулентного сопла, Ват,

$N = \frac{M \cdot \Delta T}{t}$  - питома енергоємність процесу, кВт/кг,

N - потужність електроприводу насоса, кВт,

M - маса оброблюваного текучого середовища, кг,

$T_1, T_2, T_n$  - поточна температура нагріву в точках вимірювання, розподілених по зовнішній поверхні вертикального циліндричного резервуара, які служать для контролю рівномірності нагріву всього об'єму середовища, що обробляється в замкнутому контурі.

10. Рідке органічне біодобриво для ґрунтів і/або рослин, отримане згідно зі способом за пп. 1-8, що включає в себе водорозчинний азот і водорозчинний вуглець, тверді частинки, що мають розміри в межах 10-50 мкм, а також рівномірно заселені в цьому добриві загартовані природні ґрунтові мікроорганізми по суті вихідного видового складу, що знаходяться в стані анабіозу та спорових формах в концентраціях, що перевищують  $10^7$  КУО/мл.

11. Біодобриво за п. 10, в якому вміст водорозчинного азоту становить не менше 40 мг, а вміст водорозчинного вуглецю - не менше 470 мг на 100 г біодобрива, розраховуючи по сухій речовині.

12. Спосіб обробки ґрунту, насіння рослин або самих рослин з використанням рідкого органічного біодобрива, за яким у вихідне рідке органічне біодобриво, отримане згідно зі способом за пп. 1-8, додають рідину або подрібнений сухий природний ґрунт, зменшуючи концентрацію наявних в ньому загартованих природних ґрунтових мікроорганізмів, що знаходяться в стані анабіозу та спорових формах, до концентрацій, що перевищують  $10^4$  КУО/мл, і обробляють ґрунт таким біодобривом в передпосівний або посівний період або обробляють таким біодобривом насіння рослин і самі рослини в процесі їх вегетації до збирання врожаю.

13. Спосіб за п. 12, в якому для поліпшення врожайності конкретної культури рослин рідке органічне добриво отримують з використанням як вихідного ґрунту родючого ґрунту, взятого з поля, на якому цю ж або подібну культуру рослини вирощували в попередні періоди часу.

14. Спосіб за п. 12, в якому для підвищення родючості збідненого ґрунту використовують рідке органічне біодобриво, отримане з використанням як вихідного ґрунту родючого ґрунту, такого ж типу, що і збіднений ґрунт, в який вносять вказане добриво.
- 5 15. Спосіб за п. 12, в якому для відновлення родючості ґрунту піщаного і супіщаного профілю використовують рідке органічне біодобриво, отримане з використанням як основного компонента супіщаного ґрунту, населеного оліготрофними бактеріями.

---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

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