



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91083** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**A01G 31/00**  
**C05G 3/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2013 14250</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Ніковська Галина Миколаївна (UA),</b> <b>Ульберг Зоя Рудольфівна (UA),</b> <b>Калініченко Кіра Володимирівна (UA),</b> <b>Керносенко Людмила Олександрівна (UA),</b> <b>Самченко Юрій Маркович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>06.12.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ БІОКОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ІМ. Ф.Д.</b> <b>ОВЧАРЕНКА НАН УКРАЇНИ,</b> бул. Академіка Вернадського, 42, м. Київ, 03680 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2014</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2014, Бюл.№ 12</b>	

**(54) СПОСІБ КОНВЕРСІЇ МУЛОВИХ ВІДХОДІВ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ У ДОБРИВА**

**(57) Реферат:**

Спосіб конверсії мулових відходів біологічного очищення комунальних стоків у добрива включає внесення в розведену водою мулову суспензію поживного субстрату та культивування мулового біоценозу з утворенням метаболітів, котрі переводять важкі метали, що містяться в мулі, в рідку фазу. Подальше відстоювання одержаного продукту і відокремлення утвореного осаду від збагаченого біoeлементами рідкого біоекстракту. Як поживний субстрат використовують джерела вуглецю, котрі легко утилізуються гетеротрофними мікроорганізмами, які культивують при  $t=18-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 1-4 діб. В одержаний осад вносять оксид калію в кількості, що забезпечує значення  $\text{pH}=10,0-11,0$ , та інкубують протягом 2-4 годин із подальшою обробкою фосфорною кислотою до досягнення в кінцевому продукті значення  $\text{pH}=7,5-8,5$ .

UA 91083 U



Корисна модель належить до області переробки побутових відходів для отримання добрив на основі активного мулу, який утворюється в результаті біологічного очищення комунальних стічних вод.

Актуальність проблеми обумовлена широким розповсюдженням біологічної очистки комунальних стічних вод з утворенням відходів у вигляді агрегативно стійкої концентрованої суспензії стабілізованого активного мулу. Завдяки процесам автолізу мікроорганізмів, які протікають у стабілізаторі при тривалій експозиції без поживного субстрату, такий мул звільняється від шкідливих мікроорганізмів і містить головним чином спорові екологічно значимі мікроорганізми, котрі адаптовані до утилізації широкого кола забруднень і здатні до зростання на субстратах різної природи. Після евакуації на мулові поля суспензія стабілізованого мулу під впливом кліматичних факторів перетворюється на гелеподібний осад. Річна потреба земель під мулові поля на Україні становить 120 га [Національна доповідь щодо якості питної води та стану водопостачання України // Монтаж + Технологія.-2005. - № 4. - С. 86-89]. Кількість мулового осаду після біологічної очистки стічних вод сягає (млн. т): в США - 7; в Росії - 77,7; в Україні - 1,8.

Відходи у вигляді стабілізованого активного мулу, отже, також й осади на мулових полях в значній мірі знешкоджені щодо патогенних мікроорганізмів, однак забруднені токсичними важкими металами (ВМ). Важкі метали знаходяться в мулових осадах переважно у формі нерозчинних у воді сполук в кількостях, які можуть бути небезпечними для навколишнього середовища. Водночас мулові осади містять також значну кількість органічних речовин, до 50 % яких складають протеїни, у тому числі 4-6 % - це незамінні амінокислоти (лізін, аргінін, гістидин та ін.) і 3-9 % - замінні амінокислоти (аспарагінова, глютамінова кислоти, серин, гліцин, цистеїн та ін.). В осадах присутня також велика кількість вітамінів групи В, багато з яких є водорозчинними і дуже корисними для рослин як регулятори їх росту [Евильевич А. З. Утилизация осадков сточных вод. - Л.: Стройиздат, 1988. - С. 88-89.]. Тому з урахуванням великих обсягів мулових відходів актуальними є як проблема зниження до допустимих рівнів концентрацій важких металів, так і задача використання корисних речовин, що містяться у відходах.

Поширеним підходом до вирішення проблеми знешкодження мулових осадів є їх ліквідація шляхом скидання в океан, захоронення або спалювання [Ahn Y.-H, Choi H. // Water Sci. Technol. 2004. V.50. N.9. P. 245-253]. Зазначені способи поводження з муловими відходами є дорогими і екологічно неприйнятними. Тому нині розробляються інші шляхи їх утилізації: застосування у виробництві будівельних матеріалів, біопалива, активованого вугілля, а також використання як добрива в сільському господарстві.

Основна перешкода для використання мулових осадів як добрива - їх забрудненість ВМ, які в малих концентраціях є життєво необхідними для розвитку рослин мікроелементами, а у великих концентраціях пригнічують їх зростання та накопичуються у біомасі, що становить екологічну небезпеку. При оцінці придатності осадів стічних вод для сільськогосподарського використання запропоновані наступні критерії: рівень концентрації важких металів повинен відповідати встановленим гранично допустимим концентраціям, вміст санітарно-показових мікроорганізмів обмежується 100 клітинами в 1 г сухого осаду, вміст органічного вуглецю має бути не нижче 40 %, а значення рН повинне знаходитися в інтервалі 5,5-8,5 [ТУ 204 України 76-93. Добрива з осадів стічних вод. / Держ. ком. України по житлово-комунальному господарству. - Харків, 1994.-16 с.].

Відомий спосіб конверсії зневодненого анаеробного мулу в добриво шляхом компостування його в суміші з твердими побутовими відходами у співвідношенні 1:1 протягом 12 діб при 60 °С, щоденному зволоженні суміші до 75-80 % вологості та введенні стартової культури термофільних бацил (штами *Bacillus thermoamylovorance* SW 25 SW 09, що виділені з активного мулу) [Wang J.-Y at all. // Water Sci. Technol. 2004. V.49. N.10. P. 147-154]. За даними авторів, вміст важких металів в отриманому добриві знижувався у порівнянні з вихідним мулом: Cu - на 20 %, Ni - на 10 %, Cd - на 5 %, Zn - на 12 %, Pb - на 1 %. Після висушування до вологості 5 % компост використовували як добриво, вносячи до ґрунту 1,75 % цього субстрату. Збільшення врожайності рослин становило 164 % порівняно з неудобренним ґрунтом. Недоліком цього способу є тривалість процесу компостування (12 діб), необхідність підтримувати температуру 60 °С протягом тривалого часу, а також невелике зниження концентрацій ВМ у добриві у порівнянні з вихідними мулом.

Відомим є спосіб виготовлення добрива [пат UA № 67898 А, МПК C05F11/00, опубл. 15.07.2004 г., Бюл. № 7] на основі активного мулу, який включає біологічну обробку мулового осаду комунальних стоків і змішування його з органічним збагачувачем (10-35 %), оксидом кальцію (0,5-5 %) і нафтошламом (0,5-5 %). Як органічний збагачувач використовують

подрібнену рослинну масу у вигляді опалого листя або подрібнених гілок, котру рівномірно обприскують суспензією целюллолітичних і азотфіксуючих ферментів або мікробної закваски. Суміші компостують в анаеробних умовах протягом півроку (з осені до весни). Отримане добриво рекомендовано вносити, наприклад, під колоскові культури, а також використовувати в зеленому господарстві міст.

Недоліком цього способу є тривалість процесу компостування та високі концентрації важких металів в одержуваному добриві. По мірі дозрівання добрива питомі концентрації ВМ можуть навіть підвищуватися за рахунок біодеградації внесеної органічної речовини рослинного походження, яка містить власні ВМ. На думку автора, введення у мулову масу оксиду кальцію може перетворити метали у гідратну малорозчинну форму, яка у ґрунті виявиться нерухомою і не здатною проникати в кореневі волоски рослин.

Таким чином, важкі метали цього добрива будуть недоступні для живлення рослин і можуть накопичуватися в ґрунті особливо при багаторазовому його застосуванні.

Найбільш близьким за технічною суттю до рішення, що заявляється, є спосіб переробки мулових осадів, який передбачає вилюговування ВМ і таким чином зниження їх вмісту у вихідному продукті [Shooner F., Tyagi D. R. // Appl. Microbiol. Biotechnol. 1996. V.45. N.3. P. 440-446]. Відомий процес включає активізацію хемотрофних сіркоокислюючих мікроорганізмів шляхом введення у розведену водою мулову суспензію елементарної сірки в кількості 0,5 % і культивування при 53 °С в аеробних умовах протягом 30 діб. Під дією метаболітів хемотрофних мікроорганізмів відбувається окислення сірки до сірчаної кислоти і зниження рН до 2,0, а також перетворення сполук ВМ у водорозчинні форми і перехід їх у рідку фазу. Після відстоювання суспензії та відокремлення рідкої фази одержують продукт, що містить 30 % органічної речовини, в якому, за даними авторів, досягнуто значне зниження концентрації важких металів у порівнянні з вихідним мулом: Cu на - 10 %, Ni на - 45 %, Cd на - 20 %, Zn на - 80 %, Pb на - 22 %, Mn на - 65 %.

Недоліками відомого способу є велика тривалість процесу, значні енергетичні витрати через необхідність довгостроково підтримувати досить високу температуру, а також закислення і присутність сірки як в осаді, так і у рідкій фазі, що призводить до інактивування багатьох корисних мулових та ґрунтових мікроорганізмів. Одержувані таким способом твердий осад і рідкий біоекстракт не можуть бути використані для удобрення ґрунтів без додаткової обробки. Тому автори пропонують осад спалювати, а рідкий біоекстракт поповнить обсяги шкідливих для екології кислих стоків.

В останні роки для отримання корисних в агротехніці продуктів почали застосовувати полімери акрилового ряду, гранули яких здатні набухати у воді з утворенням гідрогелів і при цьому поглинати не тільки воду, але і розчинені в ній речовини. Використовуючи ці особливості полімерних гідрогелів, на їх основі виготовляють і застосовують вологоутримуючі засоби (наприклад, Суперабсорбенти Aquasorb і Luxsorb виробництва компанії COBTEX), а також пропонують отримувати штучний ґрунт або мікродобрива [Пиковская Г.Н. и др. // Наноструктурное материаловедение. 2012. № 1. С. 46-53; пат UA № 81250, МПК 2013.01, A01G31/00, C05G3/00 опубл. 25.06.2013 г., Бюл. № 12].

Для отримання нових матеріалів, які придатні для використання як штучний ґрунт або добрива полімери акрилового ряду (наприклад, поліакриламід, співполімер акриламід у акрилонітрилу та ін.) обробляють розчинами, що містять біоеlementи (у тому числі й сполуки важких металів), і таким чином одержують насичені поживними речовинами гідрогелі для подальшого використання їх як добрива або для створення штучного ґрунту в рослинництві.

Задачею корисної моделі є розробка технології повної конверсії мулових осадів у добрива при одночасному спрощенні процесу переробки відходів та підвищенні якості одержуваних продуктів.

Поставлена задача вирішена у способі конверсії мулових осадів біологічного очищення комунальних стоків, який включає внесення до розведеної водою мулової суспензії поживного субстрату і культивування мулового біоценозу з утворенням метаболітів, котрі переводять важкі метали, що містяться в мулі, у рідку фазу, подальше відстоювання отриманого продукту і відділення утвореного осаду від збагаченого біоеlementами рідкого біоекстракту, згідно з корисною моделлю, як поживний субстрат використовують такі джерела вуглецю, які легко утилізуються гетеротрофними мікроорганізмами, котрі культивують при  $t=18-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 1-4 діб, в одержаний осад вносять оксид калію в кількості, що забезпечує значення  $\text{pH}=10,0-11,0$ , та інкубують протягом 2-4 годин з наступною обробкою фосфорною кислотою до досягнення у кінцевому продукті значення  $\text{pH}=7,5-8,5$ .

Отриманий обезводнений осад доцільно використовувати у вигляді висушеного до повітряно-сухого стану продукту.

Рідкий біоекстракт може бути використаний для поливу рослин безпосередньо після відокремлення від осаду або після регулювання рН обробкою оксидом калію або фосфорною кислотою до значень 7,0-8,5, однак більш раціонально піддати його обробці сухим полімерним гідрогелем акрилового ряду до повного поглинання рідини з подальшим використанням як

5 добрив набухлого гідрогелю або продукту його висушування до повітряно-сухого стану. Запропонований спосіб конверсії мулових відходів передбачає переробку надлишкового активного мулу або осадів, що відібрані з мулових полів, з отриманням двох продуктів: твердого зволоженого осаду та рідкого біоекстракту, які можуть бути використані в агротехніці.

10 Культивування в оптимальних для активізації та розвитку гетеротрофних мікроорганізмів умовах з утворенням метаболітів алкалігенного або ацидогенного характеру забезпечує перетворення деяких сполук важких металів у водорозчинні або ультраколоїдні форми і, завдяки цьому, частковий перехід їх в рідку фазу. При цьому вміст важких металів у муловому осаді знижується і може бути доведений до допустимих норм, а рідкий біоекстракт збагачується

15 корисними для рослин біоелементами у формі ультраколоїдних частинок при алкалігенному метаболізмі, або у вигляді комплексів металів з органічними оксикарбоновими кислотами у випадку ацидогенного метаболізму. Завдяки процесам, що відбуваються при біоекстракції, з мулу частково переходять у рідку фазу також не менш корисні для рослин органічні речовини мулу (протеїни, вітаміни, амінокислоти та ін.). Біоекстракт такого складу може бути використаний для поливу рослин без будь-якої додаткової обробки.

20 Заключна обробка мулових осадів лугом необхідна для пригнічення розвитку небажаних мікроорганізмів, зокрема бактерій групи кишкової палички, і забезпечення відповідності вимогам, що висуваються до продуктів сільськогосподарського призначення. Одержуваний осад може бути використаний для удобрення як в обводненому стані, так і після висушування до повітряно-сухого стану.

25 Як показано на наведених нижче прикладах здійснення корисної моделі, спосіб, що заявляється, дозволяє повністю переробити мулові відходи в сухі добрива, які за основними показниками відповідають вимогам. При цьому технологія переробки проста, значно скорочується тривалість процесу, а одержувані добрива при використанні як в обводненому, так і у висушеному вигляді дозволяють поліпшити структуру і родючість ґрунтів, про що свідчать

30 досліді з вирощування рослин. Таким чином, поставлена задача вирішена з досягненням необхідного технічного результату. Нижче наведені приклади здійснення запропонованого способу. Переробці піддають стабілізований мул у вигляді седиментаційно стійкої суспензії, яку відбирають наприкінці

35 виробничої схеми очищення (після стабілізатору) побутових стічних вод на очисних спорудах у м. Києві. Характеристика вихідної мулової суспензії: рН=6,8-7,2, концентрація твердої фази 25 г/дм<sup>3</sup>, вміст органічної речовини (в перерахунку на суху) 52 %, вміст мікроорганізмів - 5,0·10<sup>7</sup> клітин / г, в тому числі бактерій групи кишкової палички (БГКП) - 220 клітин / г; концентрація важких металів (мкг / г): Zn-2600; Mn-2200; Cu-1800; Cr-620; Ni-110; Co-90; Pb-71. Таким чином, у

40 вихідному мулі деякі лімітовані показники перевищують допустиму для осадів сільськогосподарського призначення норму. Приклад 1. Спочатку вихідну мулову суспензію розбавляють в 10 разів водою, для чого в колбу ємністю 45 300 см<sup>3</sup> наливають 90 см<sup>3</sup> відстоюної водопровідної води і 10 см<sup>3</sup> вихідного стабілізованого мулу. В одержувану суспензію з рН=6,8 вводять 0,8 г/дм<sup>3</sup> ацетату натрію, перемішують і культивують муловий ценоз при 24 °С протягом 2 діб. За таких умов в результаті алкалігенного метаболізму рН суспензії підвищується до 9,5. Потім отриманий продукт відстоюють протягом 0,5 год. для седиментації завислих речовин, після чого декантують рідку фазу. В одержаний 50 осад з вологістю 99 % вносять сухий оксид калію в кількості, що забезпечує підлогування до рН=10,0. Після витримання у таких умовах протягом 2 год. досягається інактивація бактерій групи кишкової палички (БГКП). Потім осад обробляють фосфорною кислотою для нейтралізації надлишкової лужності та забезпечення в отриманому обводненому продукті значення рН 8,5. Для одержання зразка № 1 сухого добрива обводнений продукт висушують на повітрі протягом 55 5 діб при температурі 22 °С до вологості 40 % і отримують порошок темно сірого кольору з розміром частинок ≤1-2 мм і насипною вагою 1,3 г / см.

Приклад 2.

Процес підготовки суспензії активного мулу проводять так само, як описано в прикладі 1. Потім в розбавлену суспензію як поживний субстрат вносять 0,3 г / дм<sup>3</sup> (по сухій масі) суміші 60 подрібнених трав кропиви, гороху і квасолі. Після 3 діб культивування при 22 °С отримують

суспензію з рН=9,0, яку відстоюють протягом 0,5 години, а потім розділяють на рідку фазу (біоекстракт) і осад. Осад піддають подальшій обробці як описано в прикладі 1 і отримують зразок № 2 порошкоподібного сухого добрива з характеристиками, аналогічними продукту за прикладом 1.

5      Приклад 3.

У розбавлену, як описано в прикладі 1, вихідну мулову суспензію як поживний субстрат вносять глюкозу (8 г/дм<sup>3</sup>) і інкубують при 22 °С протягом 1 доби. У цих умовах завдяки ацидогенному метаболізму, рН суспензії знижується до значення 3,5. Потім отриманий продукт відстоюють протягом 0,5 години, після чого розділяють на рідку фазу і осад. Осад обробляють як описано в прикладі 1, однак, оксид калію вносять у кількості, що забезпечує досягнення значення рН=10,5, а подальше корегування рН фосфорною кислотою проводять до рН=8,0. Отриманий обводнений продукт висушують, як описано в прикладі 1 і отримують зразок № 3 сухого порошкоподібного добрива з аналогічними характеристиками.

Приклад 4.

15      Процес підготовки суспензії активного мулу проводять так само, як у прикладі 1. Як джерело живлення використовують вуглеводмісний субстрат-2 г/дм<sup>3</sup> (за сухою масою) подрібнених яблук. Після інкубування протягом 2 діб при t=28 °С рН суспензії знижується до значення рН=4,0. Одержаний продукт відстоюють протягом 35 хв. і потім розділяють на рідку фазу (біоекстракт) і осад з вологістю 99 %, котрий обробляють сухим К<sub>2</sub>О до досягнення рН=11,0. 20 Після витримки протягом 2 год. нейтралізують надлишкову лужність фосфорною кислотою та одержують обводнений продукт з рН=7,8, який висушують з отриманням порошкоподібного продукту з характеристиками, аналогічними продукту за прикладом 1 - зразок сухого добрива № 4.

Приклад 5.

25      Отримані у прикладах 1 і 2 рідкі біоекстракти, значення рН в яких 9,5 і 9,0, відповідно, використовують як рідке добриво для поливу рослин безпосередньо після відділення від осаду - зразок № 5 (1) або після обробки фосфорною кислотою до досягнення в вихідному продукті значення рН=8,0 - зразок № 5 (2).

Приклад 6.

30      Отримані в прикладах 3 і 4 рідкі біоекстракти, в яких рН=3,5 і 4,0 відповідно, використовують як рідке добриво для поливу рослин безпосередньо після відділення від осаду - зразок № 6 (3) або після обробки оксидом калію для забезпечення в вихідному продукті значення рН=8,5 - зразок № 6 (4).

Приклад 7.

35      Отримані в прикладах 5 і 6 рідкі продукти - зразки № 5 (2) та № 6 (4) додатково обробляють сухими полімерними гідрогелями: гідрогелем на основі акриламід у й акрилонітрилу (АА-АН) або гідрогелем на основі акриламід у і акрилової кислоти (АА-АК). На 100 см<sup>3</sup> кожного з біоекстрактів № 5 (2) і 6 (4) вносять по 14 г АА-АН або по 11,1 г АА-АК. Суміші витримують при перемішуванні протягом доби до повного поглинання рідини. Отримані набухлі в розчині поживних речовин 40 гідрогелі висушують на повітрі протягом 3-5 діб при t=18-22 °С і отримують зразки повітряно-сухих гідрогелевих добрив ГУ-1, ГУ-2, ГУ-3, ГУ-4 у вигляді порошоків з розміром частинок 1-2 мм.

Для оцінки якості отриманих за прикладами 1-4 і за прикладом 7 продуктів у зразках сухих добрив визначали значення лімітованих показників: вмісту важких металів і органічної речовини, а також кількості бактерій групи кишкової палички (БГКП).

45      Концентрації важких металів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Вміст органічної речовини у вихідному мулі і в отриманих добривах з осадів визначали по втратах при прожарюванні наважки аналізованого продукту. Вміст органічної речовини в біоекстрактах та у відповідних зразках гідрогелевих добрив оцінювали за показником хімічного споживання кисню (ХСК) у мг О<sub>2</sub>/г.

50      У таблиці 1 наведені дані про склад зразків сухих добрив, які отримані за прикладами 1-4, а в таблиці 2 - дані про висушені гідрогелеві добрива, що отримані за прикладом 7.

Наведені у табл. 1 дані показують, що одержані на основі осадів сухі зразки добрив за показниками вмісту органічної речовини та БГКП відповідають запропонованим вимогам, а кількість всіх важких металів, що залишилися після обробки мулової суспензії, лімітуються у 55 таких добривах нижче гранично допустимих концентрацій.

Зразки гідрогелевих добрив не можуть бути оцінені в частині відповідності існуючим вимогам, оскільки такого роду добрива є новими і їх показники поки не нормовані. Проте дані таблиці № 2 свідчать про наявність в їх складі органічних речовин, великої різноманітності мікроелементів та відповідність санітарним нормам за показником БГКП.

Для підтвердження ефективності отриманих добрив нижче наведені результати експериментів з вивчення їх впливу на структуру і родючість бідних піщаних ґрунтів.

У набір керамічних горщиків поміщали по 200 г зразків бідного піщаного ґрунту з різною кислотністю і вносили в кожен порцію сухого добрива, рідкого добрива (біоекстракту) або добрива у формі набухлого у біоекстракті гідрогелю і ретельно перемішували. У підготовлений ґрунт висівали насіння (по 1 г) листової петрушки, для порівняння засівали також неудобрений ґрунт і вирощували рослини протягом 2 місяців. Протягом цього терміну удобрений біоекстрактами ґрунт періодично поливали відповідними рідкими добривами. У всіх дослідах підтримували вологість ґрунту близько 60 %, поливаючи відстояною водопровідною водою. Через 2 місяці рослини витягували з ґрунту, промивали водою і визначали вагу отриманої зеленої маси, а ґрунт у кожному з горщиків аналізували для визначення вмісту в ньому водостійких агрегатів (BCA).

Вміст BCA є найважливішим показником структури ґрунту, який характеризує її родючість. Для визначення кількості BCA застосовували відомий метод мокрого просіювання ґрунту на ситах із діаметром отворів 1 мм [Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 63-66]. Дані про особливості використаних зразків ґрунтів і кількості внесених добрив, а також показники, що стосуються структури і родючості зразків удобреного ґрунту в порівнянні з неудобреним, представлені в табл. 3.

Наведені у табл. 3 дані про підвищення врожайності зеленої маси при вирощуванні на зразках удобреного ґрунту свідчать про ефективність продуктів, що одержані в результаті переробки мулових осадів способом, що заявляється, а дані про збільшення в зразках удобреного ґрунту кількості водостійких агрегатів підтверджують позитивний вплив використаних добрив на структуру, а отже і на родючість ґрунтів.

Таким чином, спосіб, який заявляється, дозволяє здійснити повну конверсію мулових осадів біологічного очищення комунальних стоків у добрива.

Таблиця 1

Продукт за прикладами №№ 1-4	Вміст органічної речовини, %	Кількість клітин БГКП в 1 г	Вміст металів, мкг / г						
			Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Pb	Cr
Зразок 1	65,8	90	704,0	494	936	53,9	46,8	54,5	492,0
Зразок 2	68,0	80	770,0	624	1026,6	57,2	49,5	56,7	498,0
Зразок 3	62,0	88	660,0	468	936,0	55,0	46,6	53,2	498,0
Зразок 4	64,0	98	880,0	572	1080	60,5	52,2	56,7	504,0
Норма*	>40	100	2000	2500	1500	200-300	100	750	600-500
Вихідний мул	52,0	220	2200	2600	1800	110	90	71	620

\* - норма у відповідності із ТУ 204 України 76-93.

Таблиця 2

Гідрогелеві добрива за прикладом 7	Вихідний біоекстракт	Гідрогель	Органічна речовина, ХСК, мг O <sub>2</sub> /г	Кількість клітин БГКП в 1г	Вміст металів, мкг / г						
					Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Pb	Cr
Зразок ГУ-1	Зразок 5 (2)	АА-АН	36	5	130	155	67	4,3	1,1	1,1	7,1
Зразок ГУ-2	те ж	АА-АК	46	2	140	182	73	5,5	1,5	1,1	9,0
Зразок ГУ-3	Зразок 6 (4)	АА-АН	40	^>	120	130	70	4,5	1,0	1,0	7,2
Зразок ГУ-4	те ж	АА-АК	48	10	140	155	80	5,7	1,5	1,5	8,8

Таблиця 3

Дослід №	Ґрунт	Добриво		Вміст У вихідному ґрунті	ВСА, % У вдобреному ґрунті	Врожай зеленої маси, г	
		Характеристика, зразок	Кіл-ть			На вихідному ґрунті	На вдобреному ґрунті
1	Бідний пісчаний кислий (pH=5,0)	Біоекстракт, зразок № 5 (1)	800 мл	8	18,0	3,8	8,8
2	Бідний пісчаний лужний (pH=9,0)	Біоекстракт, зразок № 6 (3)	800 мл	12	22,5	3,6	7,8
	Бідний пісчаний кислий (pH=7,2)	Гідрогель АА- АК, набухлий у біоекстракті № 5 (2)	28 г	18	22,0	4,0	7,0
4	те ж	Сухе гідрогелеве, зразок ГУ-4	8г	те ж	25,2	те ж	8,0
5	те ж	Сухе на основі осаду, зразок № 3	8г	те ж	30,6	те ж	12,5

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 1. Спосіб конверсії мулових відходів біологічного очищення комунальних стоків у добрива, що включає внесення в розведену водою мулову суспензію поживного субстрату та культивування мулового біоценозу з утворенням метаболітів, котрі переводять важкі метали, що містяться в мулі, в рідку фазу, подальше відстоювання одержаного продукту і відокремлення утвореного осаду від збагаченого біoeлементами рідкого біоекстракту, який **відрізняється** тим, що як
- 10 поживний субстрат використовують джерела вуглецю, котрі легко утилізуються гетеротрофними мікроорганізмами, які культивують при  $t=18-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 1-4 діб, в одержаний осад вносять оксид калію в кількості, що забезпечує значення  $\text{pH}=10,0-11,0$ , та інкубують протягом 2-4 годин із подальшою обробкою фосфорною кислотою до досягнення в кінцевому продукті значення  $\text{pH}=7,5-8,5$ .
- 15 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що одержаний обводнений продукт висушують до повітряно-сухого стану.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в одержаному біоекстракті регулюють  $\text{pH}$  обробкою оксидом калію або фосфорною кислотою до досягнення в кінцевому продукті значення  $\text{pH}=7,0-8,5$ .
- 20 4. Спосіб за п. 1 або 3, який **відрізняється** тим, що одержаний біоекстракт додатково обробляють сухим полімерним гідрогелем акрилового ряду до повного поглинання рідини.
5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що отриманий набухлий у рідкому біоекстракті гідрогель висушують до повітряно-сухого стану.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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