

Винахід відноситься до способів одержання органо-мінеральних добрив шляхом переробки та утилізації господарсько-побутових відходів і може бути використаний в сільському та комунальному господарствах. При цьому спосіб стосується процесу одержання органо-мінеральних добрив із зброджених осадів стічних вод очисних споруд.

Відомий спосіб утилізації осаду стічних вод (ОСВ) з одержанням органо-мінерального добрива (Патент Російської Федерації 2038345 за кл. 6 C05F7/00 за 1991г., Способ получения органоминерального удобрения, оп. в 1995г. Бюл. №18.), у якому зброджені ОСВ змішують з розчином сірчаної кислоти концентрацією 0,52-0,86моль/дм³ при температурі 40-70°C на протязі 10-20хв. Після цього отриману суміш фільтрують на барабанному вакуум-фільтрі, а залишкову кислотність осаду нейтралізують лужними агентами.

Відомий спосіб одержання органо-мінерального добрива (Патент Російської Федерації 2039726 за кл. 6 C05F7/00 за 1991г., Способ получения органоминерального удобрения, оп. в 1995г. Бюл. №20.) шляхом обробки зброджених ОСВ розчинами азотної кислоти для видалення важких металів в апараті з мішалкою й обігрівом. Видалення металів із твердої фази здійснюють розчином азотної кислоти з концентрацією 1,00-1,25моль/дм при температурі 50-70°C на протязі 10-20хв. При співвідношеннях фаз тверда:рідка=1:5 і числах Рейнольдса $\geq 1 \cdot 10^5$ залишковий вміст важких металів у твердій фазі відповідає нормам. Після фільтрації, оброблених таким способом зброджених ОСВ, здійснюють нейтралізацію залишкової кислотності лужними агентами, такими, як КОН, NH₄ОН, CaCO₃. Метали далі осаджуються з розчину і переробляються на шлам.

Обидва способи дозволяють зменшити вміст важких металів в одержуваних органо-мінеральних добривах без суттєвої зміни складу та властивостей вихідних органо-мінеральних компонентів.

Найбільш близьким за технічною сутністю до пропонованого способу є спосіб (Авторське свідоцтво на винахід 1532551 за кл. C05P7/00, C02F11/12 за 1986г., Способ получения органического удобрения, оп. в 1989г. Бюл. №48.), у якому одержують зброджений ОСВ (активний мул) за рахунок біологічного очищення стічних вод, змішують цей мул з торфом, а потім обезводнюють створену суміш шляхом відстоювання. Для поліпшення якості одержуваного добрива за рахунок зниження вмісту в ньому важких металів, використовують активний мул (зброджений ОСВ) із зольністю 15-45%, який культивують протягом 5-15 годин, а змішування активного мулу з торфом ведуть при співвідношенні 1:1÷1:8.

Недолік прототипу полягає в тому, що одержане органо-мінеральне добриво є поліпшеним лише за вмістом в ньому важких металів, але залишається неякісним у санітарно-бактеріологічному відношенні і недостатньо збалансованим за агрохімічними показниками. Це пов'язано з тим, що зброджені ОСВ звичайно мають визначений і не завжди оптимальний склад і співвідношення поживних для рослин компонентів, з одного боку, а з іншого боку - вимагають проведення стадії знезараження і дегельмінтизації.

Винаходом ставиться завдання поліпшення збалансованості складу органо-мінерального добрива за поживними для рослин компонентами з одночасним знезараженням одержуваного добрива від патогенної мікрофлори і гельмінтів та зменшенням вмісту важких металів як в цілому, так і за водорозчинними формами.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у способі одержання органо-мінерального добрива, з використанням зброджених осадів стічних вод, що включає змішування активного мулу з торфом, згідно винаходу для знезараження від патогенної мікрофлори і гельмінтів, зменшення вмісту важких металів, зброджені осади стічних вод піддають компостуванню з органічними наповнювачами і хімічними меліорантами, взятими у ваговому співвідношенні за показником C:N=(20-50):1 по сухій речовині, протягом 1,5-2 місяців при температурі 55-60°C в реакційній суміші усередині бурту, а кількість гравітаційної води у вирощеному активному мулі на кожні 100г абсолютно сухої мулової речовини складає 70-80г, крім того у якості органічних наповнювачів використовують лігнін, торф, здрібнену соломку зернових культур, тирсу або їхні суміші, взяті із розрахунку створення оптимального співвідношення C:N у реакційній масі та габаритів бурту для біотермічного компостування, а також як наповнювачі використовують хімічні меліоранти фосфогіпс, фосфорити, фосфоритне борошно, дефека́т.

Технічним результатом, отриманим за рахунок використання всіх істотних ознак в обсязі патентних домагань, є одержання органо-мінерального добрива, яке збалансоване за поживними для сільськогосподарських культур речовинами, знезаражене до нормативних величин у санітарно-бактеріологічному відношенні і має зменшену концентрацію важких металів.

Обґрунтування агрохімічних характеристик пропонованого добрива.

Як відомо, ОСВ очисних споруд у значних кількостях накопичуються на мулових майданчиках і непристосованих відвалах, забруднюючи навколишнє природне середовище. У той же час за наявності і вмістом багатьох поживних речовин вони можуть бути віднесені до цінних в агрохімічному відношенні техногенних утворень. Зброджений ОСВ за своїм складом відповідає усередненим показникам, що наведені у таблиці 1, або його можна штучно доводити до зазначених кондицій.

Однак, безпосереднє використання корисних компонентів збродженого ОСВ сільськогосподарськими культурами обмежується наявністю в ньому інших речовин, компонентів, мікроорганізмів, яєць гельмінтів та інгредієнтів, шкідливих в екологічному і санітарно-бактеріологічному відношенні. Тому зброджений ОСВ потрібно додатково піддавати переробці до рівня відповідності кінцевого продукту існуючим агрохімічним, санітарно-бактеріологічним і іншим нормам. Крім того, збереження ОСВ на відкритих майданчиках призводить до втрати поживних для сільськогосподарських культур хімічних елементів (по азоту - від 45 до 75%, по фосфору від 21 до 38%, по калію до 37-40%).

Таблиця 1

Оптимальний склад збродженого ОСВ за основними поживними для рослин елементами

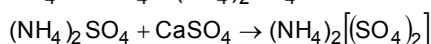
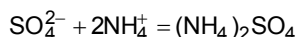
Показники	Вміст
Органічна речовина, %	20,0-45,0
Азот загальний, %	1,0-2,0

Фосфор загальний (у розрахунку на P ₂ O ₅), %	2,0-3,0
Калій валовий (у розрахунку на K ₂ O), %	1,0-1,5
Залізо загальне, %	5,0-15,0
Кальцій рухомий, мг-екв/100г	50,0-100,0
Магній рухомий, мг-екв/100г	10,0-20,0
Мікроелементи (валовий вміст), %	
марганець	0,1-0,15
мідь	0,02-0,12
цинк	0,15-0,35

Таким чином, переробка збродженого ОСВ на органо-мінеральне добриво - економічно ефективний та екологічно безпечний спосіб утилізації ОСВ, що складає вагомую частину сучасних технологій біохімічного очищення стічних вод.

Для скорочення втрат поживних елементів із ОСВ, і в першу чергу азоту, за цим способом пропонується до ОСВ додавати хімічні меліоранти - фосфогіпс або фосфорити, фосфоритне борошно, дефекат.

Дія фосфогіпсу на зброджений осад стічних вод обумовлена тим, що сірчана кислота, яка входить до його складу, зв'язує аміак до сульфату амонію і далі до комплексних сполук в процесі наступних реакцій:



Встановлено, що на зв'язування 1кг аміачного азоту необхідно 6,14кг CaSO₄·2H₂O. У фосфогіпсі 1-го сорту міститься близько 80% CaSO₄·2H₂O, отже, на зв'язування 1кг аміачного азоту потрібно близько 8кг фосфогіпсу. Потреба в ньому на 1т осаду наведена в таблиці 2. Треба зауважити, що фосфогіпс, додатково до його основного призначення, поліпшує сипкість компосту і зменшує неприємний запах осадів.

Таблиця 2

Потреба фосфогіпсу для зв'язування аміачного азоту

Вологість ОСВ, %	Зміст азоту у 1т ОСВ, кг	Потреба фосфогіпсу на 1т ОСВ, кг
65	7,0-10,5	56-84
70	6,0-9,0	48-72
75	5,0-7,5	40-60
80	4,0-6,0	32-48
85	3,0-4,5	24-36
90	2,0-3,0	16-24
95	1,0-1,5	8-12

Крім того, введення фосфогіпсу дозволяє підвищити удобрювальну цінність компосту, поліпшити санітарно-гігієнічні умови роботи з ним і знизити небезпеку забруднення навколишнього середовища. У свою чергу процес компостування суміші забезпечує не лише збереження і найбільш повне використання поживних речовин осаду, а також сприяє збільшенню обсягів нагромадження кінцевого продукту, що зменшує концентрацію важких металів у добриві.

Для приготування органо-мінерального добрива найбільш придатний фосфогіпс 1-го сорту, тому що він не злежується і є дрібнокристалічним порошком. За ТУ 6-08-418-80 "Кальцій сірчаноокислий (фосфогіпс) для сільськогосподарства (1989р.)" фосфогіпс 1-го сорту містить основної речовини - CaSO₄·2H₂O у перерахунку на сухий дигідрат - не менш 92%, гігроскопічної води - не більш 6%, водорозчинних фтористих сполук (H₂[SiF₆], Na₂[SiF₆], SiF₄, HF), у перерахунку на фтор не більш 0,3%. За фізичними властивостями він близький до суперфосфату. Об'ємна маса фосфогіпсу 1-го сорту дорівнює 750-980кг/м.

Іншим компонентом суміші для одержання повноцінного органо-мінерального добрива є органічні наповнювачі, у якості яких пропонується використовувати лігнін, торф, подрібнену соломку зернових культур, тирсу. Їх тип та кількість визначають два технологічні критерії процесу одержання добрива: 1) створення оптимального співвідношення С:N у реакційній масі для її біотермічної переробки і 2) формування потрібних габаритів буртів для розігріву маси під час компостування.

Агрохімічні характеристики органічних наповнювачів наведені в табл.3.

Таблиця 3

Агрохімічні характеристики органічних наповнювачів

Вологовбирний матеріал	Вологість, %	Щільність, кг/м ³	рН	Вміст в абсолютно сухій речовині, %		
				Азот	Фосфор	Калій
Лігнін	60-70	-	2,5-3,0	0,15	0,02	0,02
Торф	50-60	400	2,6-6,3	0,5-2,5	0,1-0,4	0,02-0,2

Солома зернових культур (подрібнена)	14	50-60	-	0,4-0,6	0,2-0,3	0,75-1,2
Тирса	16-25	600	-	0,18-0,5	0,25-0,36	0,7-0,9

Дані цієї таблиці дозволяють підібрати оптимальні і збалансовані композиції будь-яких сумішей пропонованих органічних наповнювачів, притримуючись необхідного співвідношення С:N у реакційній масі.

Встановлена норма води в активному мулі (70-80% мас.) є необхідною умовою застосування зазначеного співвідношення компонентів в реакційній масі. Якщо ж вологість зброджених ОСВ відрізняється від зазначеної, то необхідну кількість органічного наповнювача можна вибрати за таблицею 4, зберігши при цьому незмінною кількість хімічного меліоранту.

Таблиця 4

Регламентування співвідношень збродженого ОСВ
і органічних матеріалів (наповнювачів) при різній вологості осаду

Умови виробництва	Співвідношення осади спчних вод ; органічні наповнювачі при вологості ОСВ, %		
	70	75	80
Оптимальні	0,4:1	0,6:1	0,8:1
Забезпечення органічними наповнювачами утруднене	0,6:1	0,8:1	1:1
Забезпечення органічними наповнювачами необмежене	0,2:1	0,4:1	0,6:1

Співвідношення компонентів реакційної маси, що змішуються, підібрано експериментально і дозволяє використовувати відходи різних виробництв. При цьому зазначені добавки (органічні наповнювачі, хімічні меліоранти), введені в заданому співвідношенні, дозволяють їм ефективно взаємодіяти з мікроорганізмами активного мулу і, тим самим, досягти їхньої найкращої агрегації та перетворення на поживні компоненти добрива. Останнє справедливо і для хімічного меліоранту - фосфогіпсу; одночасно здійснюють його утилізацію, що є великою проблемою для хімічної промисловості України.

Встановлено, що бурти повинні мати висоту 2,5-3,0м, ширину не менше 4м і довільну довжину. Мінімальна маса бурту - 300т. При дотриманні цих вимог температура усередині бурту за 8-12 днів піднімається до 56-60°C. Через два тижні після досягнення такої температури потрібно провести перебивання бурту. Це сприяє рівномірному протіканню біотермічних процесів в усіх шарах бурту. При позитивних зовнішніх температурах процес компостування триває 1,5-2 місяця.

Оптимальний режим біотермічної переробки реакційної маси забезпечує знезаражування і дегельмінтизацію зброджених ОСВ до безпечного рівня фітотоксичності, характерного для ґрунтів (таблиця 5).

Таблиця 5

Зміна санітарно-бактеріологічних характеристик та основних груп ґрунтової мікрофлори внаслідок біотермічної переробки реакційної маси на добриво: I - на початку компостування, II - у готовому продукті

Загальна мікробна забрудненість фекального походження, млн/г сухої речовини		Колітигр, г		Філяровидні личинки стронгілоїд, % позитивних проб		Амоніфікатори, млн./г сухої речовини		Фосфор розкладаючі бактерії, млн./г		Олігонітрофіли, млн./г		Бактерії, що використовують мінеральний азот, млн./г		Актиноміцети, тис./г		Мікроскопічні гриби, тис./г		Фітотоксичність УКО	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2,8	0,6	10 ⁻⁵	1,0	50,0	не знайдено	64,9	21,3	40	8,0	27,7	16,8	37,7	8,4	127,5	не знайдено	116	7	23	13,5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,6	0,9	10 ⁻⁶	10 ⁻¹	98,2	знайдено	131	97,2	118	19,4	78,2	28,1	94,5	17,6	194,2	знайдено	262	62	40	17

Агрохімічна ефективність органо-мінерального добрива, одержаного вказаним способом, полягає не лише у кількості поживних елементів азоту, фосфору, калію, мікроелементів в ньому, а й у наявності таких складових, як гумати, фосфогіпс. Особливість пропонованого добрива, що включає фосфогіпс, полягає в тому, що його найбільш доцільно застосовувати для просапних і озимих культур, а також для багаторічних трав; фосфогіпс підвищує також ефективність використання добрив при вирощуванні бобових і хрестоцвітних культур, що особливо вимогливі до кальцієвого і сірчаного живлення.

З іншого боку систематичне застосування великих доз такого добрива може лімітуватися нагромадженням в ґрунті і рослинах токсичних елементів, наприклад фтору, концентрація якого не повинна перевищувати 200мг/кг сухого ґрунту. Оскільки фтор найбільш вагомий токсикант у складі добрива, за його вмістом виконаний теоретичний розрахунок максимальних доз фтору, що можуть бути внесені із рекомендованими агрохімічною практикою нормами органічних добрива під різні сільськогосподарські культури, результати якого наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Рекомендовані норми внесення органо-мінерального добрива під різні сільськогосподарські культури (т/га)

Назва культур	Дерново-підзолисті ґрунти	Сірі лісові і чорноземні ґрунти	Максимальні орієнтовні дози фтору, що вносяться з ОМД, мг/кг ґрунту
Озимі зернові	20-30	15-20	$0,8-1 \cdot 10^{-3}$
Картопля	40-50	20-30	$1,2-2 \cdot 10^{-3}$
Кукурудза на силос	40-50	20-30	$1,2-2 \cdot 10^{-3}$
Кукурудза на зерно	-	20-30	$0,8-1 \cdot 10^{-3}$
Цукровий	-	20-30	$0,8-1 \cdot 10^{-3}$
Коренеплоди	30-50	20-30	$0,8-2 \cdot 10^{-3}$
Овочі	40-50	30-40	$1,2-2 \cdot 10^{-3}$
Технічні	30-40	20-30	$0,8-1,6 \cdot 10^{-3}$

Наведені в таблиці чисельні значення свідчать, що критична межа разового внесення пропонованого органо-мінерального добрива за фтором складає 100000-250000т/га, що свідчить про його повну екологічну безпечність.

Таким чином можна оптимізувати склад пропонованого органо-мінерального добрива за будь-яким лімітуючим хімічним інгредієнтом, а також підібрати необхідні співвідношення компонентів не тільки в рамках пропонованого винаходу, але і з урахуванням виду ґрунтів, існуючої сировинної бази й орієнтування на конкретні сільськогосподарські культури.

Проведена оцінка агрохімічної ефективності органо-мінерального добрива свідчить про його наступні позитивні якості по відношенню до вихідної сировини (зброджених осадів стічних вод):

Наслідки застосування ОСВ	Наслідки застосування ОМД
- збільшення концентрації поживних компонентів в ґрунті (азоту, фосфору, калію, сірки, органічної речовини);	- збільшення концентрації поживних компонентів в ґрунті (азоту, фосфору, калію, сірки, органічної речовини, гуматів);
- можливість забруднення ґрунту яйцями гельмінтів та шкідливою мікрофлорою;	- гарантована відсутність забруднення ґрунту яйцями гельмінтів та шкідливою мікрофлорою;
- можливе локальне збільшення вмісту в ґрунті важких металів;	- гарантована відсутність локального збільшення вмісту в ґрунті важких металів;
- можливе перевищення рівнів ГДК в ґрунті для міді, хрому, миш'яку за позанормованого використання ОСВ;	- гарантована відсутність перевищення ГДК в ґрунті за будь-яким компонентом добрива при використанні підвищених доз добрива;
- збільшення зольності рослин при використанні ОСВ з перевищенням ГДК за цинком;	збільшення зольності рослин при використанні добрива без перевищення ГДК за будь-яким компонентом;
- збільшення врожайності основних сільськогосподарських культур на 5-10%.	збільшення врожайності основних сільськогосподарських культур на 10-20% і покращення якості і біологічної повноцінності продукції.

Звідси випливає економічна доцільність і екологічна обґрунтованість впровадження пропонованого винаходу.

Органо-мінеральне добриво з оптимальним складом та властивостями одержують наступним способом. На відкритій площадці готують однорідну суміш компонентів для біотермічного компостування. Для чого на площадку спочатку завозять органічний наповнювач - лігнін, торф, здрібнену солому зернових культур, здрібнену дернину або їхні суміші. Цей наповнювач розрівнюють і формують шар товщиною 25-35см. На створену в такий спосіб подушку розкидають фосфогіпс, наприклад машиною РУМ-5, РУМ-8 чи якимось іншим пристосуванням. Потім на всю створену поверхню вивантажують необхідну кількість зброджених осадів стічних вод і розрівнюють бульдозером. Після цього суміш перемішують і методом послідовного нарощування формують бургт масою до 3000т з розмірами: ширина 20-25м, довжина 90-100м і висота 2,5-3м. Для підвищення якості добрива за час компостування доцільно провести кілька перебивань бурту.

Після дозрівання компосту (1,5-2 місяця в теплий час) добриво фасують і використовують за призначенням.

Приклад 1

Бургт для біотермічного компостування формують за співвідношення осаду до наповнювача 0,8:1 з додаванням 10% фосфогіпсу. В якості наповнювача використовують лігнін. При зовнішній температурі повітря 12-18°C компостна маса дозріває до стану готовності протягом 3-4 місяців без перемішування. Одержують добриво, яке має вид субстрату темно-сірого кольору з агрегатами різного розміру від 5 до 20мм. Добриво має наступний склад, % мас.: органічної речовини - 30-32; гуматних компонентів - 9-10; азоту - до 1; фосфору - до 1,1; калію - до 1; магнію - до 0,6; сірки - до 9; вміст мікроелементів Mn, Cu, Zn, Co, I, Br - 0,26.

Добриво подрібнюють, розсівають, фасують і використовують за призначенням.

Приклад 2

Попередню підготовку шарів компонентів реакційної маси здійснюють як і в прикладі 1. Для більш якісного змішування компонентів використовують бульдозер з нацепленим на нього змішувачем типу СН-2. Компостну суміш після розрівнювання бульдозером ретельно перемішують змішувачем. Для цього при русі агрегату вперед змішувач опускають у робоче положення. Підрізний ніж направляє шар компонентів на забірний шнек, що виконує їх подрібнення і перемішування. Агрегат переміщається по площадці човниковим способом. Наприкінці кожного гону змішувач переводять у транспортне положення. По закінченню перемішування суміш переміщують на бургт. На площадці, що звільнилася, знову розміщують зазначені в прикладі 1 шари компонентів, перемішують їх і отриману суміш доповнюють бургт доти, доки не одержать бургт необхідного розміру.

При зовнішній температурі повітря 12-18°C компостну масу перемішують (перебивають) кожні 2 тижні до повної біотермічної переробки компонентів протягом 1,5-2 місяців.

Одержують добриво, яке має вид субстрату темно-сірого кольору з розміром агрегатів до 5мм. Добриво має наступний склад, % мас.: органічної речовини - 30-32; гуматних компонентів - 10-12; азоту - 1,0-1,1; фосфору - до 1,1-1,2; калію - 1; магнію - до 0,6; сірки - до 9; вміст мікроелементів Mn, Cu, Zn, Co, I, Br - 0,2-0,3.

Приклад 3

Найбільш якісний продукт одержують при компостуванні компонентів добрива в стаціонарному механізованому цеху.

Для цього використовують стаціонарний двохшнековий змішувач. Реакційну масу готують не пошарово, а дозують і подають компоненти суміші у лінзу змішування. Співвідношення компонентів і режими біотермічної їх обробки аналогічні до прикладу 1.

При зовнішній температурі повітря 12-18°C компостну масу перемішують (перебивають) кожні 2 тижні до повної біотермічної переробки компонентів протягом 1,5-2 місяців.

Одержують добриво, яке має вид субстрату темно-сірого кольору з розміром агрегатів 2-5мм. Добриво має наступний склад, % мас.: органічної речовини - 30-32; гуматних компонентів - 10-12; азоту - 1,0-1,1; фосфору - до 1,1-1,2; калію - 1; магнію - до 0,6; сірки - до 9, вміст мікроелементів Mn, Cu, Zn, Co, I, Br - 0,2-0,3.