



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123639** (13) **C2**  
(51) МПК (2021.01)  
**C05F 17/00**  
**C05F 17/70** (2020.01)  
**C05F 7/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2019 03130</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Братішко Вячеслав Вячеславович (UA),</b> <b>Голуб Геннадій Анатолійович (UA),</b> <b>Марус Олег Анатолійович (UA),</b> <b>Хмельовська Анастасія Василівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>29.03.2019</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>06.05.2021</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.07.2019, Бюл.№ 13</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b> <b>БІОРЕСУРСІВ І</b> <b>ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ,</b> вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ-41, 03041 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>05.05.2021, Бюл.№ 18</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 8463 U, 15.08.2005 UA 102255 U, 26.10.2015 SU 1371960 A1, 07.02.1988 ГОСТ 26177-84. Корма, комбикорма. Метод определения лигнина.- 1985.- 6с.

**(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КОМПОСТУ****(57) Реферат:**

Винахід належить до агропромислового виробництва, зокрема до технологій компостування органічної сировини з отриманням органічного добрива - компосту. Заявлено спосіб, який включає визначення вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами, змішування і компостування, де при визначенні масової частки вуглецю у рослинних матеріалах враховують вміст лігніну, а масу вуглецю визначають за формулою:  $C = C_0 - rkL$ , де  $C$  - маса вуглецю для розрахунку вуглецево-азотного співвідношення компостної суміші, кг;  $C_0$  - маса вуглецю у рослинних матеріалах, кг;  $L$  - маса лігніну у рослинних матеріалах, кг;  $k$  - масова частка вуглецю у лігніні,  $k \approx 0,63-0,71$ ;  $r$  - коефіцієнт, що враховує ступінь біорозкладання лігніну для визначеної органічної речовини та прийнятої технології компостування:  $r = L_R / L$ , де  $L_R$  - маса лігніну у зрілому компості, кг. Балансування суміші здійснюють додаванням до органічних відходів рослинних матеріалів із масовим вмістом біологічно доступного вуглецю, що у 25 разів перевищує масовий вміст азоту у сухій речовині органічних відходів. Масу лігніну у зрілому компості визначають для кожної партії готового компосту, після чого уточнюють значення коефіцієнта, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, та визначають масу біологічно доступного вуглецю для наступної партії компосту. Технічний результат: підвищення якості та ефективності виробництва компосту та його продуктивності.

**UA 123639 C2**



Винахід належить до агропромислового виробництва, зокрема до технологій компостування органічної сировини (гною, посліду, рослинних решток, мулу, осаду стічних вод, відходів харчової, переробної, фармацевтичної промисловості тощо) з отриманням органічних добрив - компостів.

Відомий спосіб отримання компосту на основі осадів міських стічних вод [патент України на корисну модель № 102255 Спосіб отримання компосту на основі осадів міських стічних вод, C05F 7/00, C05F 17/00. Опубл. 26.10.2015, Бюл. № 20], який включає їх змішування з подрібненою соломкою та добавкою, з подальшим компостуванням за примусової аерації. Для цього проводять розрахунок масової пропорції вихідних матеріалів для досягнення співвідношення вуглецю до азоту 25:1 та вологості 65 %, а як добавку застосовують 0,01 % розчин гумату калію, з метою отримання кінцевого продукту з підвищеним вмістом елементів живлення.

Відомий також спосіб прискореного біотермічного компостування органічних відходів [патент України на корисну модель № 8463 Спосіб прискореного біотермічного компостування органічних відходів, C05F 17/00. Опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8], який включає визначення вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами та вологістю, змішування, розпушування суміші та її компостування послідовно в мезофільному та термофільному температурних режимах з керованою аерацією та повітрообміном з наступним підсушуванням суміші повітрям, підігрітим за рахунок рекупераційного тепла відпрацьованого повітря.

Існує широка гама способів компостування органічної сировини, які полягають у змішуванні різних органічних матеріалів з метою забезпечення бажаного співвідношення масових часток вуглецю та азоту у компостній суміші на рівні від 25:1 до 30:1, вологості компостної суміші на рівні від 50 до 60 %, ступеня кислотності pH на рівні від 6,5 до 8,0 та задовільної пористості [On-farm composting handbook /editor Robert Rynk; by Robert Rynk, et al. Ithaca, N.Y.: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, 1992. - 186 p.]. Відомий спосіб близький до того, що заявляється, а тому взятий за прототип.

Недоліком названого способу є те, що при змішуванні різних органічних матеріалів при балансуванні компостної суміші за поживними речовинами, з метою забезпечення бажаного співвідношення масових часток вуглецю та азоту на рівні від 25:1 до 30:1, враховують загальну частку вуглецю разом з тим, який знаходиться у формі складних біополімерних сполук - лігніну, целюлози та геміцелюлози.

Лігнін найменше піддається біологічному розкладанню. При цьому вуглець лігніну є практично недоступним для бактерій, які забезпечують ефективність процесу компостування, зокрема підвищення температури компостної суміші до значень, які відповідають термофільному режиму компостування. Біологічне розкладання частини лігніну відбувається вже на прикінцевих стадіях виробництва компосту, переважно в результаті діяльності грибів. Разом з цим, азотні сполуки рослинного походження є переважно доступними для мікроорганізмів. Див. [Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. - Сільськогосподарська мікробіологія, 2014. - Вип. 19. - С. 11-20.].

Вуглець лігніну є практично недоступним для бактерій, які забезпечують ефективність процесу компостування, зокрема підвищення температури компостної суміші до значень, які відповідають термофільному режиму компостування.

Задачею винаходу є розроблення такого способу виробництва компосту, в якому за рахунок визначення біологічно доступного вуглецю без врахування вмісту лігніну у сухій речовині органічних матеріалів рослинного походження, які додаються в компостну суміш, забезпечується більш точне балансування компостної суміші за вуглецево-азотним співвідношенням та, відповідно, виробництво компосту з високою якістю та ефективністю компостування, із скороченими термінами та зростанням продуктивності виробництва.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виробництва компосту на основі органічних відходів та рослинних матеріалів, що включає визначення вологості компонентів суміші, масового вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за вмістом вуглецю і азоту, змішування і компостування, згідно з винаходом, у рослинних матеріалах компостної суміші визначають масу біологічно доступного вуглецю за формулою:

$$C = C_0 - rkL, (1)$$

де C - маса біологічно доступного вуглецю, кг;

$C_0$  - маса вуглецю у рослинних матеріалах, кг;

L - маса лігніну у рослинних матеріалах, кг;

k - масова частка вуглецю у лігніні, A:-0,63-0,71;

г - коефіцієнт, що враховує ступінь біорозкладання лігніну для визначеної органічної речовини та прийнятої технології компостування:

$$g = L_R / L, (2)$$

де  $L_R$  - маса лігніну у зрілому компості, кг.

Балансування суміші здійснюють додаванням до органічних відходів рослинних матеріалів із масовим вмістом біологічно доступного вуглецю, що у 25 разів перевищує масовий вміст азоту у сухій речовині органічних відходів, масу лігніну у зрілому компості визначають для кожної партії готового компосту, після чого уточнюють значення коефіцієнта, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, та визначають масу біологічно доступного вуглецю для наступної партії компосту.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Спочатку визначають вміст вуглецю та азоту в сухій речовині кожного компонента компостної суміші. Далі визначають вміст лігніну у рослинних матеріалах, наприклад за методом Джайме-Кнолле, наведеним у ГОСТ 26177-84 "Корма, комбикорма, метод определения лигнина".

З урахуванням вмісту лігніну визначають уточнену масу вуглецю, а саме - біологічно доступного вуглецю для розрахунку вуглецево-азотного співвідношення компостної суміші, при цьому вважається, що увесь азот, що міститься в органічній сировині є біологічно доступним (доступним для споживання мікроорганізмами). У випадку, коли застосовується нова технологія компостування або нові компоненти компостної суміші, зокрема рослинні матеріали, значення коефіцієнта г, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, приймається на рівні 0,7. В іншому випадку значення коефіцієнта г визначається як співвідношення маси лігніну у зрілому компості, що визначається для кожної партії готового компосту, до маси лігніну у рослинних матеріалах. Після цього, на основі отриманих даних про вміст азоту та біологічно доступного вуглецю у компонентах компостної суміші визначають масовий склад цих компонентів та здійснюють подальше дозування, змішування та компостування суміші. При цьому балансування суміші здійснюють додаванням до органічних відходів рослинних матеріалів із масовим вмістом біологічно доступного вуглецю, що у 25 разів перевищує масовий вміст азоту у сухій речовині органічних відходів, а масу лігніну у зрілому компості визначають для кожної партії готового компосту, після чого уточнюють значення коефіцієнта, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, та визначають масу біологічно доступного вуглецю для наступної партії компосту.

Оскільки масовий вміст доступного для споживання мікроорганізмів вуглецю в рослинних матеріалах досить різний, а вуглець лігніну, на відміну від вуглецю, що міститься в целюлозі та геміцелюлозі, є переважно недоступним для споживання мікроорганізмами, при застосуванні рослинних матеріалів з різним вмістом целюлози, геміцелюлози та лігніну при балансуванні компостної суміші за загальним вмістом вуглецю отримуємо компостну суміш, в якій буде наявна значна кількість вуглецю лігніну, недоступного для споживання мікроорганізмами, які забезпечують ефективність процесу компостування.

Визначення маси лігніну у вихідних складових компостної суміші перед її балансуванням, зокрема на основі визначення масової частки лігніну у зрілому компості, та встановлення на основі отриманих даних про вміст біологічно доступного вуглецю масових часток складових компостної суміші дозволяє підвищити ефективність виробництва компостів шляхом забезпечення раціонального азотно-вуглецевого співвідношення при балансуванні суміші.

Наприклад, при виробництві компостів на основі гною тварин та соломи зернових (таблиця), у яких вміст лігніну у сухій речовині може знаходитись в межах від 12,9 % (пшениця) до 24,2 % (ячмінь) [Результати досліджень складу лігноцелюлозної біомаси. НУБІП України та Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, 2020 р. Проміжний звіт про НДР, ДР № 0120U102083] з урахуванням відомого ступеня біорозкладання лігніну (0,63-0,71) не врахування вмісту біологічно доступного вуглецю (або недоступного для мікроорганізмів вуглецю у складі лігніну) призводить до високої вірогідності виходу за межі раціональних значень азотно-вуглецевих співвідношень при балансуванні компостних сумішей, що неминуче знижує загальну ефективність процесу компостування.

Наприклад, при використанні соломи ячменю (24,2 % лігніну, 50,0 % целюлози та 17,1 % геміцелюлози у сухій речовині) з урахуванням прийнятого ступеня біорозкладання лігніну на рівні 0,67 недоступними для мікроорганізмів залишаються близько 18 % вуглецевмісних біополімерів соломи, що за відомих способів балансування компостних сумішей враховуються при визначенні азотно-вуглецевого співвідношення.

Склад лігноцелюлозної біомаси

№	Сировина (солома)	Смоли та жири, %	Водорозчинні речовини, %	Целюлоза, %	Лігнін, %	Геміцелюлоза, %	Інше, %
1	Пшениця	1,2	14,5	46,5	12,9	24,6	0,3
2	Жито	1,8	7,7	46,1	15,5	28,8	0,1
3	Ріпак	0,9	3,0	43,7	16,7	35,5	0,2
4	Ячмінь	1,2	7,2	50,0	24,2	17,1	0,3
5	Овес	2,1	16,1	40,2	10,0	31,2	0,4
6	Кукурудза	1,5	19,8	36,9	11,9	29,7	0,2
7	Соя	0,9	4,0	46,9	11,6	36,3	0,3
8	Соняшник	2,5	16,1	27,5	10,3	43,5	0,1

Нераціональне вуглецево-азотне співвідношення компостної суміші призводить до зниження загальної ефективності компостування. Так, при співвідношенні вуглецю до азоту менше ніж 25:1 зростають втрати азоту в процесі компостування, а при співвідношенні більше ніж 30:1 процес компостування суттєво уповільнюється.

Таким чином, врахування при виробництві компостної суміші масової частки вуглецю, що знаходиться у складі лігнінових сполук, дозволяє забезпечити бажані умови життєдіяльності бактеріального середовища з необхідним співвідношенням поживних елементів у доступній для мікроорганізмів формі, що сприятиме підвищенню ефективності компостування, зокрема скороченню термінів та зростанню продуктивності виробництва компосту, отриманню компосту вищої якості.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб виробництва компосту на основі органічних відходів та рослинних матеріалів, що включає визначення вологості компонентів суміші, масового вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за вмістом вуглецю і азоту, змішування і компостування, який відрізняється тим, що в рослинних матеріалах компостної суміші визначають масу біологічно доступного вуглецю за формулою:

$$C = C_0 - rkL, (1)$$

де  $C$  - маса вуглецю для розрахунку вуглецево-азотного співвідношення компостної суміші, кг;

$C_0$  - маса вуглецю у рослинних матеріалах, кг;

$L$  - маса лігніну у рослинних матеріалах, кг;

$k$  - масова частка вуглецю у лігніні,  $k \approx 0,63-0,71$ ;

$r$  - коефіцієнт, що враховує ступінь біорозкладання лігніну для визначеної органічної речовини та прийнятої технології компостування:

$$r = L_R / L, (2)$$

де  $L_R$  - маса лігніну у зрілому компості, кг;

причому балансування суміші здійснюють додаванням до органічних відходів рослинних матеріалів із масовим вмістом біологічно доступного вуглецю, що у 25 разів перевищує масовий вміст азоту у сухій речовині органічних відходів, масу лігніну у зрілому компості визначають для кожної партії готового компосту, після чого уточнюють значення коефіцієнта, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, та визначають масу біологічно доступного вуглецю для наступної партії компосту.