



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.879.4:631.86

© 2019

## ОТРИМАННЯ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА З ВІДНОВЛЮВАНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Є.В. Скрильник<sup>1</sup>, А.М. Кутова<sup>2</sup>, В.А. Гетманенко<sup>3</sup>, Г.О.Цигічко<sup>4</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>2,3</sup>кандидати сільськогосподарських наук

<sup>4</sup>кандидат біологічних наук

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: <sup>1</sup>orgminlab@gmail.com, <sup>2</sup>kutova.ang@gmail.com,

<sup>3</sup>vg.issar@gmail.com, <sup>4</sup>anna.tsygichko@ukr.net

Надійшла 26.03.2019

**Мета.** Дослідити вплив застосування обробки соломи ячменю мікробіологічними препаратами та гуматом калію перед компостуванням з послідом і торфом на мікробіологічний та агрохімічний склади органічного добрива. **Методи.** Модельні, аналітичні, статистичні. У досліді застосовували свіжий курячий послід вологістю 68%, торф верховий вологістю 32%, солому ячменю вологістю 14%. Солома ячменю перед змішуванням попередньо була оброблена розчинами мікробіологічних препаратів і гуматом калію із розрахунку 200 л робочого розчину на 1 т соломи. Тривалість процесу компостування — 6 міс. **Результати.** Установлено, що попередня обробка соломи мікробіологічними та гуматвмісними препаратами прискорює процес її розкладання, що, у свою чергу, сприяє поліпшенню якості органічного добрива. Наведено мікробіологічну та агрохімічну характеристики отриманих органічних добрив. Систематичне застосування органічного добрива на основі соломи допоможе збагатити ґрунт органічною речовиною, компонентами мінерального живлення, корисною мікрофлорою, що підвищить його біологічну активність і сприятиме зниженню кислотності. **Висновки.** Обробка соломи ячменю перед компостуванням мікробіологічним препаратом, що містить молочнокислі бактерії, дріжджі, пурпурні несірчані бактерії, або мікробіологічним препаратом, основним складником якого є клітини *Azotobacter chroococcum*, або гуматом калію сприяє інтенсивному розкладанню безазотистих органічних сполук соломи, підвищенню пулу мікроорганізмів і чисельності грибів. У результаті компостування рослинної сировини протягом 6 міс. можна отримати органічне добриво з умістом органічної речовини не менше 70%, умістом азоту на суху речовину — не менше 2,8, фосфору — не менше 2,3, калію — не менше 1,6%.

**Ключові слова:** солома, органічне добриво, макроелементи, мікроорганізми.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-01>

Розвинений сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, щороку генерує велику кількість різноманітних відходів. Побічна продукція сільськогосподарських культур є важливим джерелом збагачення ґрунту органічною речовиною.

За даними Н.М. Колісник, Б.В. Тимофійчука, В.М. Сендецького, застосування соломи та інших рослинних решток дасть змогу додатково (у перерахунку на підстилковий ґній) внести 150–200 млн т органічних добрив [1]. Однак для того, щоб солома стала цінним органічним добривом, вона має швидше зазнавати деструкції в ґрунті.

Дослідженнями встановлено, що рослинні залишки сільськогосподарських культур після заробки в ґрунт розкладаються з різною інтенсивністю [2–4]. Так, у 1-й рік найінтенсивніше розкладаються післяживні залишки редьки олійної та гірчиці (на 82–85%), повільніше — соняшнику (45%), ячменю (26%) і пшениці озимої (на 25%). З метою прискорення процесів розкладу рослинних решток застосовують деструктори, які поділяють на групи: грибного походження, бактеріального походження й ін. (гумати, поживні середовища, біологічно активні речовини та ін.). Із деструкторів грибного походження зазвичай переважають препарати з умістом грибів роду *Trichoderma*. До складу деструкторів бактеріального походження входять бактерії азотфіксатори, фосфор- і каліймобілізатори, а також бактерії роду *Bacillus*. Деструктори бактеріального походження сприяють розмноженню всіх видів мікроорганізмів, які беруть участь у деструкції одночасно з грибами.

Установлено, що застосування компосту на основі соломи поліпшує фізичні та агрохімічні властивості верхнього шару ґрунту [5].

**Мета досліджень** — установити вплив застосування обробки соломи ячменю мікробіологічними препаратами та гуматом калію перед компостуванням з послідом і торфом на мікробіологічний та агрохімічний склад органічного добрива.

**Матеріали та методи досліджень.** Органічне добриво отримували змішуванням

соломи з послідом і торфом згідно з методичними рекомендаціями щодо виготовлення компосту з рослинних відходів [6]. Компостування органічної сировини різного генезису (солома ячменю, свіжий послід, торф у співвідношенні 2:1:1) проводили в пластикових посудинах з кришкою та перфорованою трубкою з зовнішнім виходом для забезпечення аерації.

У досліді застосовували свіжий курячий послід вологістю 68% (рН 7,5; уміст загального вуглецю — 25,7%; азоту — 4,53; фосфору — 3,88; калію — 5,73%); торф верховий вологістю 32% (рН 3,3; уміст загального вуглецю — 46,4%; азоту — 2,06; фосфору — 0,10; калію — 0,04); соломі ячменю вологістю 14% (уміст загального вуглецю — 35%; азоту — 0,50; фосфору — 0,18; калію — 0,94%). Солома ячменю перед змішуванням попередньо була оброблена розчинами мікробіологічних препаратів (Емочка Родючість, Азотофіт) і гуматом калію із розрахунку 200 л робочого розчину на 1 т соломи. Тривалість процесу компостування — 6 міс. Повторність досліду 6-разова. Вологість компостної суміші підтримували на рівні 50–70%, температура навколишнього середовища — не нижче 20°C.

Схема модельного досліду:

1. Компост без обробки соломи (контроль).

2. Компост з обробкою соломи препаратом Емочка Родючість — 1%-й розчин.

3. Компост з обробкою соломи гуматом калію — 1%-й розчин.

4. Компост з обробкою соломи препаратом Азотофіт — 1%-й розчин.

5. Компост з обробкою соломи гуматом калію та препаратом Азотофіт.

Мікробіологічний препарат Емочка Родючість, основним складником якого є Probio Balance Plus 3,9–4,1%, містить: молочнокислі бактерії — більше за  $3,0 \cdot 10^5$  КУО/см<sup>3</sup>; дріжджі — менше за  $1,0 \cdot 10^6$  КУО/мл; пурпурні несірчані бактерії — більше за  $1,0 \cdot 10^4$  КУО/см<sup>3</sup>.

Мікробіологічний препарат Азотофіт, основним складником якого є клітини

*Azotobacter chroococcum*, містить у своєму складі макро- і мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: ферменти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини.

Гумат калію містить у своєму складі: гумінових кислот — 3,96%, фульвокислот — 6,22, гумусових речовин — 10,18%, рН 11,6.

Аналізування зразків органічного добрива проводили за чинними нормативно-методичними документами в атестованих лабораторіях (свідцтво про відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 № 01-0104/2017 і № 01-0105/2017): визначення чисельності основних груп мікрофлори у колонієутворювальних одиницях (КУО) методом мікробіологічного посіву суспензії відповідного розведення на тверді поживні середовища: мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів — на крохмально-аміачний агар (КАА); мікроскопічних грибів на середовище Ріхтера; оліготрофних мікроорганізмів на голодний агар (ГА), асоціативних азотфіксаторів — на середовище Доберейнер та Ешбі [7]; вологи та сухого залишку за ДСТУ EN 13040 [8]; визначення золи за ДСТУ EN 13039 [9]; визначення рН за ДСТУ EN 13037 [10]; визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту за ДСТУ 7911 [11]; визначення загального фосфору за ДСТУ ISO 5316 [12]; визначення загального калію за ДСТУ 7949 [13]; визначення загального вуглецю за ДСТУ 4289 [14]; визначення органічної речовини за ДСТУ 8454 [15].

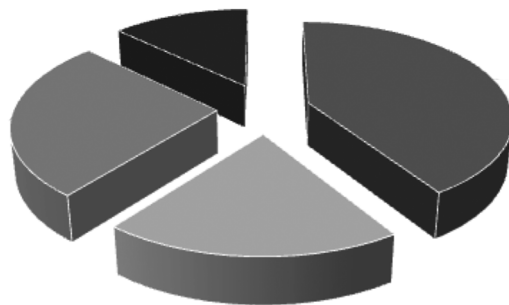
**Результати досліджень.** У результаті проведення модельного дослідження встановлено, що деструкція соломи ячменю відбувається інтенсивніше за умови обробки розчином гумату калію та мікробіологічним препаратом Азотофіт, про що свідчать зміни кольору від жовтого до бурого та чорного. Під впливом мікробіологічного препарату, до якого входили молочнокислі бактерії та дріжджі (Емочка Родючість), деструкція соломи уповільнювалася.

Зрілість компосту візуально визначається за такими ознаками: почорніння рослинних залишків, зникнення неприємного запаху, характерного для посліду, поява запаху лісового перегною, м'яка текстура частинок компосту.

Уміст мікроскопічних грибів у контрольному органічному добриві без обробки соломи становив 3,5 тис. КУО/г, з обробкою соломи мікробіологічним препаратом Емочка Родючість уміст грибів збільшився до 3,9 тис. КУО/г, у варіантах з обробкою соломи гуматом калію та препаратом Азотофіт — до 26–26,4 тис. КУО/г. Наявність в органічному добриві великої кількості грибів свідчить про процес інтенсивного розкладу соломи, оскільки гриби здатні розкласти досить стійкі органічні сполуки (целюлозу, геміцелюлозу, лігнін).

Компостування — це динамічний мікробний процес, що відбувається завдяки активності різних груп мікроорганізмів. Стан компостної суміші регулювали таким чином, щоб оптимізувати їхню активність. Дослідження свідчать, що органічні добрива за вмістом мікроорганізмів істотно не відрізнялися. На останній стадії компостування спостерігалися такі закономірності їх сукцесії: зростання мікроорганізмів, що засвоюють органічні форми азоту > азотфіксатори > мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми азоту > олігонітрофіли (рисунк).

Отримані органічні добрива відрізнялися за агрохімічним складом, показником рН і вмістом загального вуглецю (таблиця). Так, контрольний варіант органічного добрива (без обробки соломи ячменю) вологістю 63% і вмістом золи 21% містив у своєму складі, %: азоту — 1,98, фосфору — 2,24 та калію — 1,42.



**Уміст мікроорганізмів у компостній суміші на 5-й міс. компостування, млрд. КУО/г:** ■ — мікроорганізми, що засвоюють органічні форми азоту (0,54); ■ — мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми азоту (0,26); ■ — азотфіксатори (0,35); ■ — олігонітрофіли (0,17)

## Агрохімічна характеристика органічного добрива на основі соломи ячменю

Варіант	pH	Уміст вологи, %	Уміст, % на суху речовину				
			органічної речовини	C <sub>зар</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Компост без обробки соломи (контроль)	7,9	63,2	79,0	31,0	1,98	2,24	1,42
Компост з обробкою соломи: препаратом Емочка Родючість	8,5	61,7	72,5	32,2	3,35	2,38	1,69
гуматом калію	7,9	66,6	80,0	36,1	4,31	2,35	1,75
препаратом Азотофіт	8,4	65,2	76,0	32,7	3,14	2,87	1,81
гуматом калію та препаратом Азотофіт	7,9	65,7	74,0	30,5	2,88	2,47	1,94
HIP <sub>05</sub>	—	—	5,42	2,06	0,71	0,22	0,34

Обов'язковою умовою, що забезпечує процес азотфіксації в компостах, є наявність певної кількості азоту в органічній формі. Адже він потрібний для посилення процесів розкладання органічної речовини, а також для активізації бактерій, що розкладають целюлозу, оскільки їхні продукти обміну є енергетичним матеріалом для азотфіксаторів. Під час отримання компосту, що містить велику кількість вуглецю (солома, торф), уміст азоту компенсується завдяки внесенню посліду та обробці сировини 1%-им розчином препарату Азотофіт, що містить клітини *Azotobacter chroococcum*. У процесі компостування інтенсивно розкладається, насамперед целюлоза, що становить основну масу рослинних залишків. Обробка соломи ячменю мікробіологічним препаратом Емочка Родючість істотно збільшила вміст

азоту. Застосування гумату калію для обробки соломи перед компостуванням підвищувало вміст азоту та фосфору в компостній суміші, обробка соломи препаратом Азотофіт сприяла підвищенню вмісту всіх макроелементів.

Отже, в результаті компостування обробленої мікробіологічними препаратами або гуматом калію соломи ячменю зі свіжим послідом і торфом отримуємо органічне добриво з підвищеним умістом органічних речовин, певною кількістю макроелементів та високою мікробіологічною активністю. Систематичне застосування органічного добрива на основі соломи допоможе збагатити ґрунт органічною речовиною, компонентами мінерального живлення, корисною мікрофлорою, що підвищить біологічну активність і сприятиме зниженню кислотності ґрунту.

## Висновки

Обробка соломи ячменю перед компостуванням мікробіологічним препаратом, що містить молочнокислі бактерії, дріжджі, пурпурні несірчані бактерії, гуматом калію або мікробіологічним препаратом, основним складником якого є клітини *Azotobacter chroococcum*, сприяє інтенсивному розкладанню безазотистих

органічних сполук соломи, підвищенню пулу мікроорганізмів і чисельності грибів. У результаті компостування протягом 6 міс. можна отримати органічне добриво з умістом органічної речовини не менше 70%, умістом азоту на суху речовину — не менше 2,8, фосфору — не менше 2,3, калію — не менше 1,6%.

Скрыльник Е.В.<sup>1</sup>, Кутова А.Н.<sup>2</sup>, Гетманенко В.А.<sup>3</sup>, Цигичко А.А.<sup>4</sup>

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, 61024, Украина; e-mail: <sup>1</sup>orgminlab@gmail.com, <sup>2</sup>kutova.ang@gmail.com, <sup>3</sup>vg.issar@gmail.com,

<sup>4</sup>anna.tsygichko@ukr.net

**Получение органического удобрения из возобновляемого растительного сырья**

**Цель.** Исследовать влияние применения обработки соломы ячменя микробиологическими

препаратами и гуматом калия перед компостированием с пометом и торфом на микробиологический и агрохимический составы органического удобрения. **Методы.** Модельные, аналитические, статистические. В исследовании применяли свежий куриный помет влажностью 68%, торф верховой влажностью 32%, солому ячменя влажностью 14%. Солома ячменя перед смешиванием предварительно была обработана растворами микробиологических препаратов и гуматом калия из расчета 200 л рабочего раствора на 1 т соломы. Продолжительность процесса компостирования — 6 мес. **Результаты.** Установлено, что предварительная обработка соломы микробиологическими и гуматсодержащими препаратами ускоряет процесс ее разложения, что, в свою очередь, способствует улучшению качества органического удобрения. Приведены микробиологическая и агрохимическая характеристики полученных органических удобрений. Систематическое применение органического удобрения на основе соломы поможет обогатить почву органическим веществом, компонентами минерального питания, полезной микрофлорой, что повысит ее биологическую активность и будет способствовать снижению кислотности. **Выводы.** Обработка соломы ячменя перед компостированием микробиологическим препаратом, содержащим молочнокислые бактерии, дрожжи, пурпурные несерные бактерии, или микробиологическим препаратом, основной составляющей которого являются клетки *Azotobacter chroococcum*, или гуматом калия способствует интенсивному разложению безазотистых органических соединений соломы, повышению пула микроорганизмов и численности грибов. В результате компостирования растительного сырья на протяжении 6 мес. можно получить органическое удобрение с содержанием органического вещества не менее 70%, содержанием азота на сухое вещество — не менее 2,8, фосфора — не менее 2,3, калия — не менее 1,6%.

**Ключевые слова:** солома, органическое удобрение, макроэлементы, микроорганизмы.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-01>

**Skrylnyk Ye.<sup>1</sup>, Kutova A.<sup>2</sup>, Getmanenko V.<sup>3</sup>, Tsyhichko H.<sup>4</sup>**

NSC «A.N.Sokolovsky Institute of soil science and agricultural chemistry», Chaikovska Str., 4, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>orgminlab@gmail.com, <sup>2</sup>kutova.ang@gmail.com, <sup>3</sup>vg.issar@gmail.com, <sup>4</sup>anna.tsygichko@ukr.net

### **Organic fertilizer from restored plant raw material**

**The purpose.** To study influence of application of processing barley straw by microbiological specimens and humate of potassium before composting with dung and peat on microbiological and agrochemical content of organic fertilizer. **Methods.** Model, analytical, statistical. They use fresh poultry dung with a moisture content 68%, peat (32%), and barley straw (14%). Straw of barley was treated before mixing together by solutions of microbiological specimens and humate of potassium (200 l of working solution for 1 t of straw). Duration of process of composting — 6 months **Results.** It is established that pretreatment of straw with microbiological and humate-containing specimens speeds up process of its decomposition. That, in turn, promotes maturing of quality of organic fertilizer. Microbiological and agrochemical characteristics of the gained organic fertilizers are brought. Regular application of organic fertilizer on the basis of straw will enrich soil with organic substance, components of mineral nutrition, useful microflora. That will raise its biological activity and will promote lowering of acidity. **Conclusions.** Treatment of barley straw before composting with microbiological specimen containing lactic acid bacteria, barn, purple not sulfuric bacteria or microbiological specimen, which basic component are cells of *Azotobacter chroococcum*, or humate of potassium promotes intense decomposition of nitrogen-free organic joints of straw, as well as heightening of a pool of microorganisms and quantity of fungi. As a result of composting of plant raw material for 6 months it is possible to get organic fertilizer with the content of organic substance not less than 70%, content of nitrogen on dry matter — not less than 2,8%, phosphorus — not less than 2,3, potassium — not less than 1,6%.

**Key words:** straw, organic fertilizer, macronutrient elements, microorganisms.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-01>

## **Бібліографія**

1. Колісник Н.М., Тимофійчук Б.В., Сендецький В.М. та ін. Деструкція соломи — невід'ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 279–280.
2. Коваленко А. Бактерії для решток. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 7. С. 94–96.
3. Чабанюк Я.В., Бровко І.С., Кордунян О.О.

ДЦ (деструктор целюлози) — препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука — виробництво*. 2016. № 4. С. 7–8.

4. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота. *Агрохимия*. 2016. № 6. С. 3–8.



5. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers — a critical review. *International Agrophysics*. 2018. № 32. P. 11–18. DOI: 10.1515/intag-2016-0093

6. Имранова Е.П., Кириенко О.А. Изготовление компоста из растительных отходов: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы микробиологии и биотехнологии» для студентов специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Хабаровск, 2010. 17 с.

7. Звягинцев Д., Асеева И., Бабьева Н., Мирчинк Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва: МГУ, 1980. 224 с.

8. ДСТУ EN 13040:2005. Меліоранти ґрунту та середовища росту. Готування проб до хімічного та фізичного аналізу, визначення вмісту сухої речовини, вмісту вологи та лабораторно ущільненої насипної щільності (EN 13040:1999, IDT). [Чинний від 2008–01–01]. Київ, 2008. 10 с. (Національний стандарт України).

9. ДСТУ EN 13039:2005. Меліоранти ґрунту та середовища росту. Визначення вмісту органічної речовини та золи (EN 13039:1999, IDT). [Чинний від 2008–01–01]. Київ, 2008. 4 с. (Національний

стандарт України).

10. ДСТУ EN 13037:2005. Меліоранти ґрунту та середовища росту. Визначення рН (EN 13037:1999, IDT). [Чинний від 2008–01–01]. Київ, 2008. 4 с. (Національний стандарт України).

11. ДСТУ 7911:2015. Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту. [Чинний від 2017–07–01]. Київ, 2016. 12 с. (Національний стандарт України).

12. ДСТУ ISO 5316:2003. Добрива. Екстрагування водорозчинних фосфатів (ISO 5316:1977, IDT). [Чинний від 2004–10–01]. Київ, 2004. 6 с. (Національний стандарт України).

13. ДСТУ 7949:2015. Добрива органічні. Метод визначення масової частки загального калію. [Чинний від 2016–09–01.]. Київ, 2016. 8 с. (Національний стандарт України).

14. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Київ, 2005. 14 с. (Національний стандарт України).

15. ДСТУ 8454:2015. Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2017–07–01]. Київ, 2017. 15 с. (Національний стандарт України).