

## ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ ТА БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ

**Шацький В.В. д.т.н., Поволоцький А.А. аспірант**  
(Запорізький науково-дослідний центр механізації тваринництва  
ННЦ «ІМЕСТ»)

*В роботі визначені основні вимоги до параметрів технології компостування органічної сировини на основі забезпечення якісного функціонування аеробних біологічних об'єктів біотехнічної системи перетворення органічної сировини в природній продукт.*

*Постановка проблеми.* У наш час ефективний розвиток тваринництва невід'ємно пов'язаний з раціональним ресурсовикористанням галузі в основу якого покладена стратегія забезпечення якісного функціонування біологічних об'єктів як головної складової тваринництва, що забезпечує розвиток органічного виробництва, за рахунок комфортного утримання тварин, збереження й відновлення родючості ґрунтів при максимальному ресурсо-енергозбереженні технологій.

Це співпадає з напрямом розвитку технологій в країнах ЄС та у світі, де стрімко поширюється органічне виробництво – як цілісна система, яка поєднує в собі найкращі досягнення науки і практики щодо використання довкілля, раціонального використання природних ресурсів, застосування високих стандартів належного утримання тварин, заготівлі кормів та поводження з органічною сировиною тапринницьких об'єктів. Все це стає основою застосування сучасних технологій виробництва продукції тваринництва, яка повинна відповідати певним вимогам до продуктів, виготовлених з використанням речовин та процесів природного походження. В цьому ланцюзі процесів технологій особливо місце займають технології біотермічного компостування органічної сировини.

Один із сучасних і найбільш росповсюджених способів готування компостів є технологія прискореного компостування органічних відходів рослинництва і тваринництва із застосуванням аераторів-змішувачів, в функції яких входять процеси змішування компонентів суміші, формування буртів та аерація субстрату. Але параметри такої технології не забезпечує оптимальних параметрів оптимальної взаємодії робочих органів технічного засобу з органічним матеріалом в період активного функціонування колоній мікроорганізмів, перевищені параметри подачі кисню з повітрям, температура і якість останнього не відповідає оптимальним параметрам для біологічних об'єктів, що не створює умов для ефективного розвитку аеробних мікроорганізмів в компості і, як слід, ефективною реалізації технології. В цьому випадку не раціонально використовуються як ресурси та і енергія.

*Аналіз останніх досліджень.* В інформаційному просторі багато уваги приділено процесу компостування, але значна більшість публікацій присвячена питанням механізації приготування субстрату, оформлення бурта органічної сировини, фізико-механічному складу субстрату, співвідношенню основних поживних речовин [1,2,3,4,5]. Розроблено Відомчі норми технологічного проектування систем видалення, обробки, підготовки та використання гною [1], визначені і нормативно затверджені параметри до вихідного та кінцевого субстрату різного виду компостів. Також в різних джерелах надано вимоги до проведення процесу прискореного компостування.

Відомо, що основним фактором процесу компостування є біологічний об'єкт, але цей фактор не враховується при розробці засобів механізації – аераторів-змішувачів.

*Мета роботи.* У зв'язку з тим, що ефективність процесу біотермічної ферментації органічної сировини залежить від оптимальних параметрів середовища функціонування, відтворення і продукування колоній мікроорганізмів, то метою цієї наукової роботи є визначення основних вимог до процесу та біотехнічної системи прискореного компостування органічної сировини на основі аналізу результатів наукових досліджень щодо ефективності функціонування аеробних мікроорганізмів в середовищі субстрату та технологічних вимог щодо фізико-механічних властивостей вихідної сировини та кінцевої суміші компосту.

*Методика досліджень.* Вимоги до процесу компостування органічної сировини формуються на основі визначення параметрів середовища ефективного функціонування, продукування та відтворення аеробних мікроорганізмів, які є головними біологічними об'єктами перероблення органічної маси на складові гумусу ґрунту. На основі чого визначаються параметри технології, які забезпечуються певними технічними засобами.

Порівняння вимог щодо фізико-механічних властивостей вихідної сировини і кінцевої компостної суміші проведемо на прикладі наступних нормативних актів [1,2,3,4,5]

*Результати досліджень.* Різниця між вимогами різних нормативних актів майже не відрізняються, субстрат повинен бути збалансованим і відповідати значенням відображених у таблиці 1, що є основою проведення ефективного процесу прискореного компостування гною і целюлозомістких матеріалів.

Проводячи аналіз до вимог проведення самого процесу прискореного компостування необхідно відмітити, що даний процес відбувається в результаті життєдіяльності різних груп живих організмів який налічує більше 2000 видів бактерій і не менш 50 видів грибів [1].

Крім мікроорганізмів в природних умовах в утворенні компостів приймає участь більше 230 видів безхребетних, які виконують функцію подрібнення і перемішування, ферментативного та напрямленого впливу на мікробіологічні процеси, здійснені так званих «ланцюгів харчування» і змінюються за видовим складом в залежності від вихідного складу субстрату та ступіні зрілості компосту. [2,8]

Таблиця 1 - Фізико-механічні властивості вихідної та кінцевої суміші компостів

Параметри	Одиниці виміру.	вихідна суміш		КОМПОСТ			
		ВНП-АПК-09.06	РД-АПК-1.10.15.02-08	ВНП-АПК-09.06	РД-АПК-1.10.15.02-08	ВВНQ 043-200/1995	ГОСТ Р 53117-2008
розмір часток	мм	≤200	≤200	20		≤25	≤50
відношення С:N	-	25-30:1	25-30:1	12-18:1	20:1	≤25	
наявність органіки	%	≥ 75		≥ 70		25-80	≥50
вологість	%	65-75	≤70	60-70	75-85	≤60	≤75
рівень концентрації кисню	%	10-15				150 мг O <sub>2</sub> /кг/год	
однорідність суміші	%	≥ 85		85			
розмір вологопоглинальних матеріалів	мм	10-15					
вологопоглинальна спроможність	%	200	200				
реакція середовища	pH	6,0-8,0	6,0-8,0	6,0-8,5	6,8-7,2		6,0-8,5
втрати ОР та азоту під час компостування	%			≤ 10			
Наявність життєздатних насінин бур'янів не більше	тис. шт/1 т			10			
вміст доступних рослинам біогенних речовин	%			≥ 50			
загального азоту	%		1,92 (2,7)	1,9-2,28		0,4-3,5	≥0,3
калію	%		0,75 (1,25)	0,6-0,95		0,4-1,6	≥0,2
фосфору	%		1,76 (2,88)	0,35-0,6		0,1-1,6	≥0,2
густина сухої речовини підстилкового гною КРС(свиней)	кг/м <sup>3</sup>	1400	1250 (1400)				
загальна зольність підстилкового гною КРС(свиней)	%	15	16 (15)				
Вміст сторонніх включень, % від СР, не більш - з високою питомою масою (≤30мм) - з низькою питомою масою (≤150 мм)	%					1,5 1,5	
допустимий розмір механічних включень з високою питомою масою з низькою питомою масою	мм			≤100 ≤150			

Таким чином процес прискореного компостування можна розглядати як біотехнічний процес отримання продукту максимально наближеного до природнього, утвореного в наслідок життєдіяльності живих клітин (біооб'єктів) у штучних умовах.

Біохімічне аеробне перетворення компостуємих субстратів являє собою багатоступеневий процес, пов'язаний із наявністю фаз росту та активності різних груп біологічних об'єктів, які в свою чергу потребують різних умов середовища, поживних речовин та культивування.

Розглядаючи органічні відходи як матеріал який набуває різних перетворень під час процесу компостування, на підставі наукових джерел [3], [4], [5], [6], [7], нами створено таблицю 2, в якій ми спробували відобразити властивості органічних відходів та склад мікроорганізмів які приймають участь у процесі компостування.

Аналіз наукових досліджень, щодо ефективного функціонування аеробних мікроорганізмів, дав можливість виявити фактори і властивості субстрату які впливають на якість реалізації технології прискореного біотермічного компостування.

Структура субстрату: для механізованих систем з примусовою аерацією розмір часток - 12 ... 15 мм., при природній аерації - до 50 мм; (при занадто дрібній структурі можливе ущільнення); онорідність суміші 85%; щільність - 500 – 600 кг/м<sup>3</sup>; пористість 30%; вологість  $W = 65 - 75\%$ ; рН – 6,0 – 8,0; вміст органічної речовини  $>75\%$  СВ при відношенні вуглецю і азоту-  $C : N = 25 \pm 5 : 1$ ;

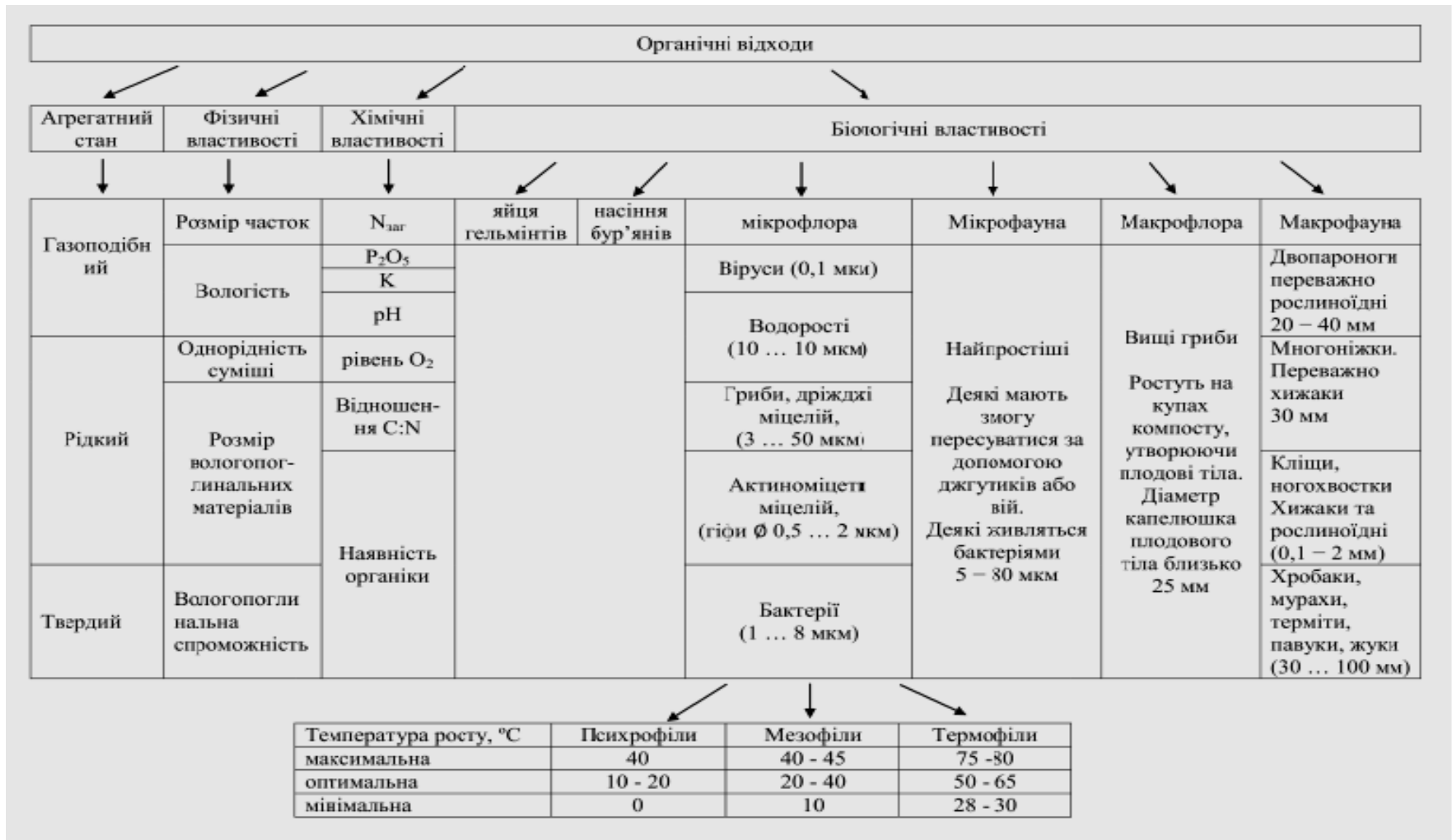
На основі аналізу біологічних досліджень визначено параметри комфортного середовища і взаємодії колоній мікроорганізмів з робочими органами аератора-змішувача, якими є температура середовища, концентрація кисню в повітряній суміші, параметри аерації і перемішування субстрату і допустимий тиск на колонії мікроорганізмів з боку робочих органів.

Температура термофільного режиму складає 50...70°C, термін виходу на режим 1,0-1,5 доби, інтенсивність зростання від 1,0°C до 2,0°C /год при тривалості режиму від 5 до 7 діб.

Раціональна концентрація кисню складає 10 ... 15%, М мінімальна – 5%, Параметри аерації — 0,6 — 0,8 м<sup>3</sup> повітря на добу на 1 кг летких речовин твердої частини твердих речовин при концентрації O<sub>2</sub> в робочому повітрі в межах 10 — 18%.

Основні обмеження перемішування субстрату полягають в усуненні охолодженні й висиханню компостуємої маси, та надмірне розірвання біологічної маси у міцелії актиноміцетів і грибів. Частота перемішування являє собою компроміс між економічністю, якістю процесу на що впливає тиск робочих органів на біологічні об'єкти.

Таблиця 2 - Властивості органічних відходів та екологічні групи живих організмів – учасників процесу компостування



Гідростатичний тиск і тиск робочих органів не повинен перевищувати помірний рівень ( $1 \cdot 10^7$  —  $5 \cdot 10^7$  Па), при якому пригніблюється ріст і розмноження мікроорганізмів. При тиску вище  $5 \cdot 10^7$  Па більшість мікроорганізмів не ростуть.

*Висновки.* На основі аналізу параметрів середовища ефективного функціонування, продукування та відтворення аеробних мікроорганізмів, які є головними біологічними об'єктами перероблення органічної маси на складові гумусу ґрунту визначені впливові чинники для умов швидкого росту мікроорганізмів, при проведенні технологій прискореного біотермічного компостування органічної сировини.

## Перелік посилань

1. Відомчі норми технологічного проектування. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною : ВНТП-АПК-09.06 : [затв. наказом Мінагрополітики України від 1 02.2006 р. № 29] / Міністерство аграрної політики України. – К.: 2006 – 100 с.

2 Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета : РД-АПК 1.10.15.02-08 : [утв. зам. министра сельского хозяйства РФ Петриковым А.В. 29.04.2008 г.] / Министерство сельского хозяйства РФ. – М.: 2008 – 100 с.

3 Support Document for Compost Quality Criteria - National Standard of Canada (CAN/BNQ 0413-200/1995)

4 Удобрения органические на основе отходов животноводства Технические условия: ГОСТ Р 53117 -2008 -12-18. –М.; Стандартиформ, 2009,-12с.

5 Технологія прискореного біотермічного компостування гною з органічними вологопоглинальними відходами АПК: Рекомендації / Інститут механізації тваринництва УААН. – Запоріжжя : ІМТ УААН, 2007. – 32 с.

6 Шлегель Г. Общая микробиология: пер с нем. / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1972. – 479 с.

7 Чернова Н. М. Зоологическая характеристика компостов / Н.М.чернова; -М.; Наука, 1966. – 148с.

8 Львов Н. С. Биотермическое обезвреживание навоза / Н. С. Львов – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1953. – 86 с.

9 Жизнь растений. В 6 т. Т.1 Введение. Бактерии и актиномицеты / под ред. Н.А. Красильникова, А.А. Уранова. – М.: Просвещение, 1974 . – 487 с.: ил.

10 Экологическая биотехнология: пер. с англ. / под ред. К.Ф. Форстера, Д.А.Дж. Вейза. – Л.: Химия, 1990. – 384 с.: ил.

11 Емцев В. Т. Микробиология: учебник [для вузов] / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа, 2005. — 445 с. ил.

12 Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник / [В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева и др.] под ред. В.С. Шевелухи. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2008. – 710 с.: ил.

## Аннотація

## **Основные требования к процессу и биотехнической системы компостирования органической сырья**

Шацкий В.В., Поволоцкий А. А.

*В работе определены основные требования к параметрам технологии компостирования органического сырья на основе обеспечения качественного функционирования аэробных биологических объектов биотехнической системы превращения органического сырья в естественной продукт*

### **Summary**

#### **Basic requirements for process and system bio-composting of organic raw materials**

V. Shatsky, A.Povolotsky

*The basic requirements are in-process certain to the parameters of technology of punching of organic raw material on the basis of providing of the high-quality functioning aerobic biological объектов of the биотехнической system of transformation of organic raw material in natural product.*