

УДК 65.011.04.002.2:631.86:631.563.6:631.879

V. Sendetska, applicant State Agrarian and Engineering University in Podilya

## ECONOMIC EFFICIENCY OF ORGANIC FERTILIZERS BIOLOGICAL OBTAINED BY FERMENTATION

**Abstract.** Analyzes economic aspects of recycling organic waste AIC accelerated by biological fermentation. Detected production and capital costs of organizing the production process of organic fertilizers, given economic assessment on all technological parameters analyzed companies.

The introduction of technology biofermentatsiyi is independent of the price of fertilizers and reducing energy dependence, the intensification of production through internal reserves, removal of environmental issues and the transition to high culture of organic farming.

The results of field trials conducted in Volyn, Chernihiv, Kherson, Khmelnytsky, Ivano-Frankivsk and Vinnitsa regions showed that the Ukrainian organic fertilizer, obtained by accelerated biological fermentation, its characteristics and influence on yield and quality of products meet the highest world standards.

So, on the basis of economic analysis can be argued that recycling organic waste poultry and livestock facilities by accelerated aerobic biological fermentation into organic fertilizer "Bioproferm", "Bioaktyv" ensures high economic efficiency and environmental protection.

Cost, profitability of fertilizer cost recovery for the construction and organization of complex biofermentatsiyoho depend on the value of organic waste and vodopohlynayuchoyi raw material (straw, sawdust), transport costs, compliance with technological requirements (humidity, acidity, temperature, density and the ratio of carbon to nitrogen punching raw materials), the speed of processing the original organic mixture, product quality and methods of their use in agriculture.

**Keywords:** organic waste biofermentatsiya, cost, profitability, return on production.

**О.В. Сендецька**, здобувач ПДАТУ

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ БІОЛОГІЧНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ

Проаналізовано економічні аспекти перероблення органічних відходів АПК методом прискореної біологічної ферментації. Визначено виробничі і капітальні витрати на організацію технологічного процесу виробництва органічних добрив, дано економічну оцінку по всіх технологічних параметрах аналізованих підприємств.

Результатом впровадження технології біоферментації стає незалеж-

ність від цін на міндобрива та зменшення енергозалежності, інтенсифікація виробництва за рахунок внутрішніх резервів, зняття проблем екології і переїзд на високу культуру органічного землеробства.

Результати польових випробувань, проведених у Волинській, Чернігівській, Херсонській, Хмельницькій, Івано-Франківській та Вінницькій областях, показали, що українські органічні добрива, отримані методом прискореної біологічної ферментації, за своїми характеристиками та впливом на врожайність і якість продукції відповідають кращим світовим аналогам.

Отже, на основі проведеного економічного аналізу можна стверджувати, що перероблення органічних відходів птахофабрик і тваринницьких комплексів методом прискореної аеробної біологічної ферментації в органічні добрива «Біопрoferм», «Біоактив» забезпечує високу економічну ефективність і охорону навколишнього середовища.

Собівартість, рентабельність виробництва добрив, окупність витрат на будівництво і організацію роботи біоферментаційного комплексу залежать від вартості органічних відходів та водопоглинаючої сировини (солом, тири), транспортних витрат, дотримання технологічного регламенту (вологості, кислотності, температурного режиму, щільності і співвідношення вузлецю до азоту в компостуючій сировині), від швидкості переробки вихідної органічної суміші, якості продукції і способів їх застосування в землеробстві.

**Ключові слова:** органічні відходи, біоферментація, собівартість, рентабельність, окупність виробництва.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями.** Однією з найбільш важливих проблем сучасної науки та практики є утилізація і перероблення органічних відходів тваринницьких комплексів, птахофабрик та інших підприємств, які призводять до забруднення повітря, води, ґрунту, сільськогосподарської продукції. Відомо ряд способів переробки гною, пташиного посліду та інших органічних відходів [1, 2].

Вагомою альтернативою існуючим технологіям утилізації і перероблення органічних відходів, відповідно до даних світової і вітчизняної науки, є їх перероблення методом аеробної біологічної ферментації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Окремі теоретичні та практичні аспекти досліджуваної проблеми висвітлені в працях вітчиз-

няних і зарубіжних вчених. Цим питанням присвячували свої праці І.П. Мельник, В.С. Гнидюк, М.Г. Ковальов, Б.М. Малінін, О.І. Петренко, В.П. Лисенко, М.К. Лінник, О.О. Ляшенко та інші [1-5].

Вони стверджують, що найефективнішою на сьогодні вважається одна з різновидностей технології перероблення органічних відходів методом компостування – аеробна біотермічна ферментація, по якій побудовані заводи з виробництва органічних добрив в США, Росії, Західній Європі.

Враховуючи кліматичні умови, особливості сировинної бази, організаційно-господарські та економічні умови України, технології біологічної ферментації органічних відходів, які існують в США та інших країнах, потребували удосконалення до конкретних умов України, а тому вченими і спеціалістами асоціації «Біоконверсія» І.П. Мельником, В.С. Гнидюком, О.М. Бунчаком, Н.М. Колісник, В.М. Сендецьким удосконала та запатентована технологія їх виробництва під назвою «Біоферм», «Біоферм-Поділля», «Біоактив» [1- 4].

Ця технологія переробки впроваджена на двох підприємствах Волинської (переробка пташиного посліду, гною ВРХ, торфу, тирси), Хмельницької (переробка пташиного посліду, гною ВРХ, соломи та ін.), Вінницької (переробка пташиного посліду, соломи), Львівської (переробка пташиного посліду, ставкового мулу, тирси), одному Івано-Франківській областей (ТЗОВ «Світ шкіри» м. Болевів (переробка міздри, мулу очисних споруд, тирси). Проектуються цехи по цій технології і в ряді інших областей.

Однак на сільськогосподарських підприємствах України, де впроваджено технології прискореної біологічної ферментації, недостатньо проведено досліджень економічної ефективності виробництва та використання органічних добрив, не розроблено науково-практичних рекомендацій щодо оцінювання економічної ефективності вказаних технологій, що викликало необхідність проведення досліджень у цій області.

**Мета досліджень** – провести економічну та екологічну оцінку виробництва органічних добрив, виготовлених методом прискореної біологічної ферментації органічних відходів АПК та проаналізувати економічний аспект їх використання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Економічна оцінка виробництва і внесення органічних добрив нового покоління нами проведена впродовж 2011-2014 рр. органічного добрива «Біопроферм» в ПП «Біоз-Волинь» Волинської області, у ТОВ «Біоз-Хорост» Хмельницької області, «Біопроферм-Поділля» в ТзОВ «СХК Вінницька промислова група» Вінницької області, органічного добрива «Біоактив» у ВАТ «Львівський облрибкомбінат» та інших згідно методики [6] та хронометражу.

Досліджено, що тривалість одного циклу ферментації (від завантаження до вивантаження) становила 2012р. в ТзОВ «СХК Вінницька промислова група» Вінницької та ТОВ «Світ шкіри» Івано-Франківської області 8-12, у ТОВ «Біоза-Хорост» Хмельницької та «Біоз-Волинь» Волинської області – 6-9 діб (табл. 1).

Таблиця 1

*Техніко-економічні показники однокамерного біоферментатора*

Показники	Одиниця виміру	Значення показників
Загальна корисна площа	м	66-96
Проектна потужність	т/рік	2000-2500
Термін одного циклу ферментації	діб	7-8
Вихід продукції за 1 цикл	т	60-80
Затрати на виробництво 1 т добрив		
техніки	маш.-год.	0,4-0,6
праці	люд.-год.	0,6-0,8
електроенергії	кВт/год.	0,14-0,23
Енергозатрати на виробництво 1 т добрив, всього	МДж	525-575
в т.ч. технологічні	МДж	240-280
Затрати на отримання 1 т добрив	грн.	60-95

*Джерело: опрацьовано автором на основі практичного досвіду*

Установлено, що витрати на виробництво 1 т добрив становили 0,4-0,6 маш.-год., праці – 0,6-0,8 люд.-год., електроенергії – 0,14-0,23 кВт/год. (енерговитрати на виробництво 1 т добрив всього 525-575 МДж, в т.ч. технологічні – 240-280 МДж). Собівартість переробки обходиться в 60-95 грн./т, собівартість готової продукції коливалася в межах від 165 до 280 грн./т.

При дотриманні всіх технологічних регламентів при підготовці органічних відходів до ферментації (вологість, співвідношення кількості азоту до вуглецю, кислотність) і під час біологічної ферментації (температурний режим, вміст кисню, пористість суміші, фракційний склад соломи або інших компонентів, висота ферментованого шару) отримують органічні добрива високої якості.

Перероблення органічних відходів методом прискореної біологічної ферментації здійснюється при використанні потенціалу мікроорганізмів, чому і називається біологічною ферментацією.

Підтримка нормальної життєдіяльності мікрофлори в процесі ферментації проходить при оптимальному азото-вуглецевому співвідношенні N:C = 1:20-30. При меншому співвідношенні – втрата азоту, при більшому – проходить повільно розкладання органічної речовини, а тому при підготовці компостної суміші до ферментації компонентів (гній тварин або пташиний послід), які містять недостатню кількість вуглецю (N:C – 1:12-15), необхідно додавати високовмістні вуглецевидні матеріали, з яких солома і рослинні рештки озимих зі співвідношенням озимих зернових (N:C – 1:80-110) і ярих культур (N:C – 1:60-90).

Тому розрахунок кількості соломи, необхідної для внесення в компостну суміш з необхідними показниками вмісту вологи, азоту та вуглецю, необхідно проводити за формулами наступним чином:

а) визначаємо вологість кожного з компонентів за формулою:

$$\omega = \frac{a - b}{b - B} \cdot 100,$$

де  $a$  – вага бюкса з наважкою (близько 20 г) до висушування, г;

$b$  – вага бюкса з наважкою після висушування, г;

$B$  – маса бюкса, г;

$\omega$  – вологість матеріалу, %;

б) визначаємо масу вологопоглинача солома на 1 т гною (посліду) для отримання суміші з вологістю 50-75% за формулою:

$$M_{en} = \frac{W_2 - W_c}{W_c - W_{вв}}$$

де  $M_{en}$  – маса вологопоглинача, т;

$W_2, W_c, W_{вв}$  – вологість гною (посліду), суміші і вологопоглинача відповідно, %;

в) при необхідності коригуємо вологість до необхідної введенням до суміші більш сухого або вологого компонента;

г) у лабораторії визначаємо вміст азоту і вуглецю у кожному з компонентів (в % на суху речовину). Переводимо показник вмісту С та N з одиниць на суху речовину в показник на натуральну вологість за формулою:

$$\chi = \frac{a \cdot (100 - w)}{100},$$

де  $\chi$  – показник на натуральну вологу, %;

$a$  – показник на суху речовину, %;

$w$  – вологість матеріалу, %.

Для зворотного переведення використовуємо формулу:

$$\chi = \frac{a \cdot 100}{100 - w}.$$

Проводимо розрахунки кількості (в кг) азоту і вуглецю в масі кожного з компонентів суміші;

е) розраховуємо загальну масу (в кг) азоту і вуглецю у всіх компонентах суміші;

є) співставляємо отримані величини і вираховуємо співвідношення маси азоту до маси вуглецю. Воно повинно бути в межах 1:20-1:30;

ж) при необхідності проводили коригування маси компонентів у компостній суміші за рахунок введення компонентів з більш високим (низьким) вмістом одного з вищеназваних елементів.

Для прискорення математичних розрахунків нами була розроблена комп'ютерна програма, за допомогою якої підбирали

необхідну кількість тих чи інших компонентів. Використання цієї програми дозволяє проводити математичне моделювання кількості компонентів в компості із заданими параметрами.

Рецепт компостної суміші визначили для кожної партії розрахунковим методом за показниками вмісту вологи, азоту та вуглецю. Згідно технології прискореної біологічної ферментації пташиного посліду вологість його необхідно довести до 60-75% шляхом змішування з соломою. Розрахунок необхідної кількості соломи різної вологості, залежно від вологості пташиного посліду, наведений в таблиці 2.

Таблиця 2

*Розхід соломи озимої пшениці залежно від її вологості*

№ п/п	Вологість соломи	Вологість посліду, %			Вологість суміші, %
		81,2	82,5	84	
		Розхід соломи т/т			
1	12	0,292	0,331	0,347	65
	14	0,306	0,333	0,359	
	16	0,318	0,345	0,371	
	18	0,340	0,357	0,383	
2	12	0,178	0,215	0,231	70
	14	0,186	0,223	0,239	
	16	0,193	0,231	0,248	
	18	0,201	0,239	0,251	
3	12	0,082	0,119	0,134	75
	14	0,085	0,123	0,139	
	16	0,090	0,127	0,144	
	18	0,095	0,131	0,149	

Як видно з даних таблиці, для приготування послідо-солом'яної суміші необхідно використовувати суху солому вологістю 12-14%.

Отже, для отримання високоякісних органічних добрив методом прискореної біологічної ферментації при підготовці компостної суміші необхідно, залежно від вологості компонентів і співвідношення в них вмісту N:C, додавати на кожних 100 т компостної суміші 7-15 т різаної (5-10 мм) соломи озимих і ярих культур, що дасть можливість отримувати високоякісні добрива.

Органічні добрива нового покоління, отримані в результаті пере-

робки органічних відходів методом біологічної ферментації не містять патогенної мікрофлори і екологічно безпечні, без неприємного запаху, з великим вмістом гумінових кислот і рухомих форм основних елементів живлення, мають, залежно від вихідної сировини, темно-коричневий або чорний колір, сипучу, дрібну структуру з розміром частинок 2-5 мм.

За своїми агрохімічними властивостями є комплексним добривом, що містить всі макро- (азот, фосфор, калій, кальцій) і мікроелементи (мідь, цинк, бор, магній) та інші елементи живлення рослин. В 1 т добрива міститься не менше 50-60 кг діючої речовини, в тому числі: азоту – 20-35 кг, фосфору – 15-30, калію – 15-35 кг, а наявність в складі кальцію сприяє зниженню кислотності ґрунту. Залежно від родючості ґрунтів норми внесення становлять від 5 до 8 т/га 1 раз в 3-4 роки.

Однак якість добрив знижується при порушенні будь-яких з вимог вищевикладеного технологічного регламенту. Наприклад, вміст кисню в органічній суміші під час ферментації має бути 10-15%. Нестача кисню призводить до розвитку в компостах небажаних мікроорганізмів (при цьому процес може перейти в гниття), надлишок кисню призводить до переохолодження мікрофлори і подовженню термінів ферментації на 3-5 днів, а це збільшує витрати праці, техніки, електроенергії. Енерговитрати на одну тону добрив при цьому збільшуються на 60-80 мДж, але найголовніше – знижується якість добрив (відбуваються великі втрати азоту), що призводить при їх внесенні у ґрунт до зменшення приросту врожаю та зниження рентабельності їх застосування.

Як показує економічний аналіз, затрати на будівництво і організацію роботи біоферментаційного комплексу окуповуються протягом 2-3 років. Не виключається можливість покриття цих витрат за рахунок залучення державних екологічних коштів чи інноваційних кредитів.

Результатом впровадження технології біоферментації стає незалежність від цін на міндобрива та зменшення енергозалежності, інтенсифікація виробництва за рахунок внутрішніх резервів, зняття проблем екології і перехід на високу культуру органічного землеробства.

Дано економічну оцінку по всіх технологічних параметрах аналізованих підприємств. По кожному з них розроблено конкретні про-



позиції щодо зменшення витрат на їх виробництво.

Результати польових випробувань, проведених у Волинській, Чернігівській, Херсонській, Хмельницькій, Івано-Франківській та Вінницькій областях, показали, що українські органічні добрива, отримані методом прискореної біологічної ферментації, за своїми характеристиками та впливом на врожайність і якість продукції відповідають кращим світовим аналогам. Так, в Херсонській області на зрошуваних темно-каштанових середньосуглинистих ґрунтах при внесенні «Біопроферму» в дозі 2,5 т/га врожайність становила 94,7 т/га (на 28% вище контролю), товарна врожайність – 70,5 т/га (на 22% вище контролю), при внесенні 5 т/га загальна врожайність становила 120,3 т/га (на 63% вище контролю), товарна врожайність – 93,7 т/га (на 62% вище контролю). У Чернігівській області внесення «Біопроферму» в дозі 8,0 т/га забезпечило приріст врожайності озимої пшениці 36%, у Волинській області при внесенні 5 т/га – 42%.

Впровадження технології переробки органічних відходів АПК методом біологічної ферментації має велике екологічне значення. Так, при біологічній ферментації відбувається повна утилізація всіх мінеральних хімічних речовин, залишків пестицидів тощо, які присутні в органічних відходах, відбувається знезараження вихідної сировини від хвороботворних мікроорганізмів, яєць гельмінтів, знищення схожих насінин бур'янів в компостуючій сировині, що дає можливість на 15-20% знизити витрати на придбання пестицидів, до мінімуму зменшується забруднення води, повітря, ґрунту.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отже, на основі проведеного економічного аналізу можна стверджувати, що перероблення органічних відходів птахофабрик і тваринницьких комплексів методом прискореної аеробної біологічної ферментації в органічні добрива «Біопроферм», «Біоактив» забезпечує високу економічну ефективність і охорону навколишнього середовища.

Собівартість, рентабельність виробництва добрив, окупність витрат на будівництво і організацію роботи біоферментаційного комплексу залежать від вартості органічних відходів та водопоглинаючої сировини (соломи, тирси), транспортних витрат, дотримання технологічного регламенту (вологості, кислотності, температурного режи-

му, щільності і співвідношення вуглецю до азоту в компостуючій сировині), від швидкості переробки вихідної органічної суміші, якості продукції і способів їх застосування в землеробстві.

### Список використаних джерел

1. Гнидюк В.С. Еколого-агрономічне обґрунтування переробки органічних відходів тваринницьких комплексів і птахофабрик методом біологічної ферментації. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата с.-г. наук. – Дніпропетровськ, 2010. – 206 с.

2. Ковалев Н.Г. Отчет о выполнении программы сотрудничества ВНИИМЗ ВРО ВАСХНИЛ и фирмы «Биоферм» США в области переработки органического сырья в удобрения, кормовые добавки и подкормку для скота / Н.Г. Ковалев, Б.М. Малинин, И.Н. Глазков. – Калинин, 1989. – 51 с.

3. Лінник М.К. Технологія прискореного компостування органічних відходів / М.К. Лінник, О.О. Ляшенко // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 10. – С. 56-58.

4. Пат. 50628 Україна, МПК С05F 3/00 Спосіб переробки органічних відходів птахофабрик / Гнидюк В.С., Бунчак О.М., Сендецький В.М., Колісник Н.М., Мельник І.П. заявка 19.04. 2010; опубл. 10.06. 2010, Бюл. № 11.

5. Петренко О.И. Параметры процесса компостирования помётосоломенных смесей в камерных ферментаторах / О.И. Петренко: Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Краснодар, 2003. – 196 с.

6. «Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники». – М.: Минсельхозпрод, 1998. – 220 с.

***Аннотация.** Проанализированы экономические аспекты переработки органических отходов АПК методом ускоренной биологической ферментации. Определены производственные и капитальные затраты на организацию технологического процесса производства органических удобрений, дано экономическую оценку по всем технологическим параметрам рассматриваемых предприятий.*

***Ключевые слова:** органические отходы, биоферментация, себестоимость, рентабельность, окупаемость производства.*