

**ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА БІОГУМУСУ**

Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)
Сенчук М.М. канд. техн. наук, доцент кафедри механізації та
електрифікації сільськогосподарського виробництва

На даний час розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин з застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямків забезпечення сільського господарства високоефективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва орґано-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання при вирощуванні кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Виходячи з вище сказаного було вивчено та обґрунтовано енергоефективні технології виробництва біогумусу.

На підставі отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в - енергоекiсть біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в - енергоекiсть біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в - енергоекiсть біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

Ключові слова: енергоефективна технологія, вермикомпост, дощові чер'яки, біогумус, енергоемкість біогумусу.

Постановка проблеми та аналіз літературних джерел.

Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких при переробці вермикомпостуванням одержують цінне добриво - біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Наукові дослідження академіка Городнього М.М. [1, 2], Мельника І.П. [3-5], Слободяна В.А. [6-7], та інших вчених [8-19] свідчать про те, що ці відходи є цінним джерелом поживних речовин. В процесі переробки відходів вермикомпостуванням вони акумулюються в легкодоступних для засвоювання їх рослинами формах в біогумусі, а також в біомасі дощових черв'яків, яка є ефективним джерелом поповнення білка в кормовиробництві. З цих відходів готується субстрат - корм для черв'яків. Іноді використовуються субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю.

На даний час розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин з застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямків забезпечення сільського господарства високоефективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва орґано-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання при вирощуванні кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Виходячи з вище сказаного актуальним питанням є вивчення та обґрунтування енергоефективної технології виробництва біогумусу

Мета досліджень. Метою досліджень є енергетична оцінка та визначення енергоефективної технології виробництва біогумусу. Визначення енергоємкості біогумусу.

Методика досліджень.

Енергетичний аналіз проводився для оцінки ефективності використання техніки та пошуку ефективних схем виробництва біогумусу.

Вихідними даними для проведення аналізу були вимоги на технології і технічні засоби виробництва біогумусу, а також довідкові матеріали енергоємкостей сільськогосподарських машин, трудових ресурсів, енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур [20, 21].

Енергетичний аналіз технології виробництва товарного біогумусу проводився в три етапи:

- енергетичний аналіз процесу підготовки субстрату (компостування) і визначення енергоємкості 1 кг субстрату (компосту);
- енергетичний аналіз вермикомпостування і визначення енергоємкості 1 кг вермикомпосту;
- енергетичний аналіз технологічного процесу переробки вермикомпосту в товарний біогумус і визначення його питомої енергоємкості.

Енергетичний аналіз проводився згідно [20,21] з використанням технологічних схем (рис. 1, 2, 3). Енергоємкості технічних засобів, трудових та енергоресурсів, а також вихідні розрахункові дані для проведення енергетичного аналізу подані в таблиці 1.

Використовуючи результати розрахунків, а також технологічні схеми (рис.1 а, б) розрахунок енергоємкості 1 кг субстрату (компосту) проводився, виходячи з умови, що витрати води для поливання буртів в розрахунку на 1 т гною складають 0,1 т, а вихід ферментованої маси становить 85% від початкової маси гною.

Для визначення енергоємкості виробництва 1 кг вермикомпосту розрахунок проводився за технологічними схемами рис. 2 а, б. Використовуючи вихідні дані таблиці 1, розрахунок проводився з умови:

- вихід вермикомпосту без черв'яків складає 70%;

- вихід вермикомпосту з черв'яками – 73,5%;
- на 1 м² майданчика переробляється 1 т субстрату в рік (два цикли переробки по 0,5 т);
- маса субстрату при формуванні нових лож - 0,15 т/м² ;
- маса субстрату при заселенні черв'яками – 0,05 т/м²;
- витрати води на зволоження субстрату– 100 л/т;
- потреба в соломі для утеплення бургтів – 0,05 т /м.

Переробку вермикомпосту в товарний біогумус проводять за технологічними схемами згідно з рис. 3 а, б, в, г.

Для визначення енергоємності 1 кг товарного біогумусу прийнято такі умови:

- вміст черв'яків в субстраті – до 23%;
- вміст черв'яків у вермикомпості – 23%;
- вихід біогумусу після сушіння – 60%;
- ступінь відділення черв'яків – 95%;
- вихід субстрату з черв'яками – 30%;
- вихід вермикомпосту після попередньої переробки –85%;
- вихід товарного біогумусу – 45%.

Виходячи з прийнятих умов, енерговитрати на переробку 1 т гною в субстрат, 1 т субстрату у вермикомпост, 1 т вермикомпосту в біогумус визначали за формулою (1):

$$g_j = \sum_{i=1}^n g_i, \quad (1)$$

де g_j – енерговитрати на переробку 1 т гною, субстрату, вермикомпосту, МДж/т;
 g_i – енерговитрати на виконання i - тої технологічної операції в розрахунку на переробку 1т гною, субстрату, вермикомпосту, МДж/т.

Енергоємність 1 кг субстрату, вермикомпосту, біогумусу (МДж/кг) визначали за формулою (2):

$$\hat{g} = \frac{0,001 \cdot 1,3}{z} \cdot \sum_{j=1}^k g_j, \quad (2)$$

де z – вихід субстрату, вермикомпосту, біогумусу, відн. од;
 1,3 – коефіцієнт додаткових енерговитрат.

енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур.

Таблиця 1 - Енергоємність технічних засобів, трудових та енергоресурсів

Найменування технічних засобів енергоресурсів, матеріалів, професії	Маса кг	Енергетичний еквівалент на 1 кг маси, 1 год, або за 1 люд.-год [1, 2]		За 1 годину експлуатаційної роботи	
		МДж	ккал	МДж	ккал
1. Трактор ЮМЗ-6Л [20]	3147	0,0243	5,804	76,5	18264,2
2. Причіп 2ПТС-4М [20]	1530	0,0261	6,281	40,2	9610,4
3. Змішувач-буртоутворювач [22]	5000	0,058	13,852	290	69260
4. Аератор бургтів [23]	3000	0,071	16,957	213	50871
5. Трактор Т-150К [20]	7535	0,0243	5,804	183,1	43730,9
6. Цистерна тракторна РЖТ-8 [20]	3640	0,032	7,643	116,5	27819,4

7. Буртоутворювач субстрату [24]	2500	0,0243	5,804	60,75	14510
8. Аератор вермикомпосту [23]	2100	0,0243	5,804	51,03	12188,4
9. Відділювач черв'яків з субстратом [25]	1200	0,194	46,334	232,8	55600,0
10. Обладнання для попередньої переробки і видалення твердих предметів [26]	7500	0,194	46,334	1455	347505
11. Установа для відділення черв'яків від субстрату [27]	4000	0,148	35,348	592	141392
12. Установа для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу [28]	5500	0,148	35,348	814	194414
13. Сушарка біогумусу [29]	5500	0,148	35,348	814	194414
14. Трактор Т-16 [20]	1600	0,243	5,804	38,9	9285
15. Подрібнювач біогумусу [30]	2200	0,071	16,957	156,2	37305,4
16. Обладнання для фракціонування і затарювання біогумусу [31]	2200	0,148	35,348	325,6	77765,6
17. Навантажувач ПЭ-0, 8Б [20]	2400	0,048	11,464	115,2	27513,8
18. Завантажувач ЗПС-100 [20]	1250	0,211	50,394	263,8	62992,5
19. Причіп 2ПТС-4-886-Б [20]	1880	0,0263	6,281	49,4	11808,8
20. Фуражир-навантажувач соломи ФН -1,4 [139]	1350	0,177	42,274	239	57069,5
21. Трактористи-машиністи (т). [20]	-	60,8	14521,1	-	-
22. Оператори (о), [20]	-	61,2	14616,2	-	-
23. Робітники (р), [20]	-	33,3	7953,2	-	-
24. Гній (80% вологості) [20]	-	0,42	100,3	-	-
25. Дизельне паливо [20]	-	52,8	12600	-	-
26. Електроенергія 1 кВт год. [20]	-	12	2860	-	-

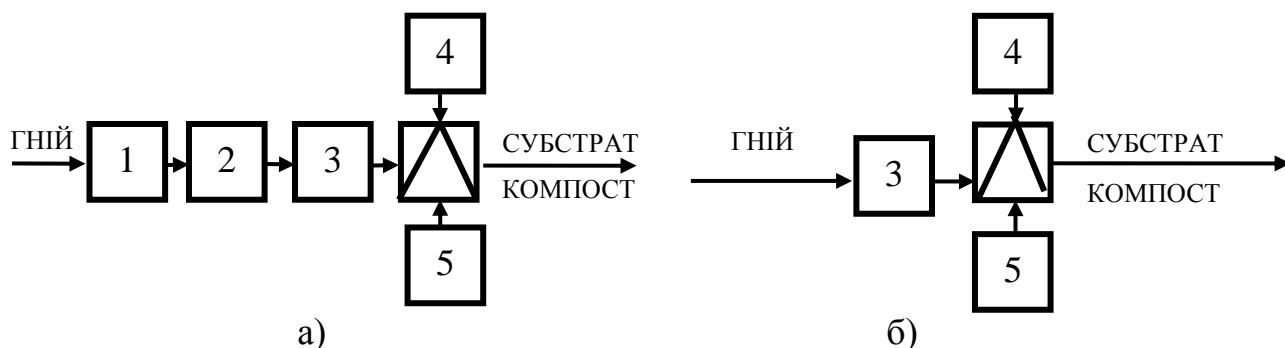


Рис. 1. Технологічні схеми процесу підготовки субстрату (компостування):

□ — механічний процес; ▽ — біотехнологічний процес

1 - навантажування гною; 2 - перевезення гною; 3 - навантажування, змішування і формування буртів; 4 - поливання буртів водою; 5 - аерування буртів.

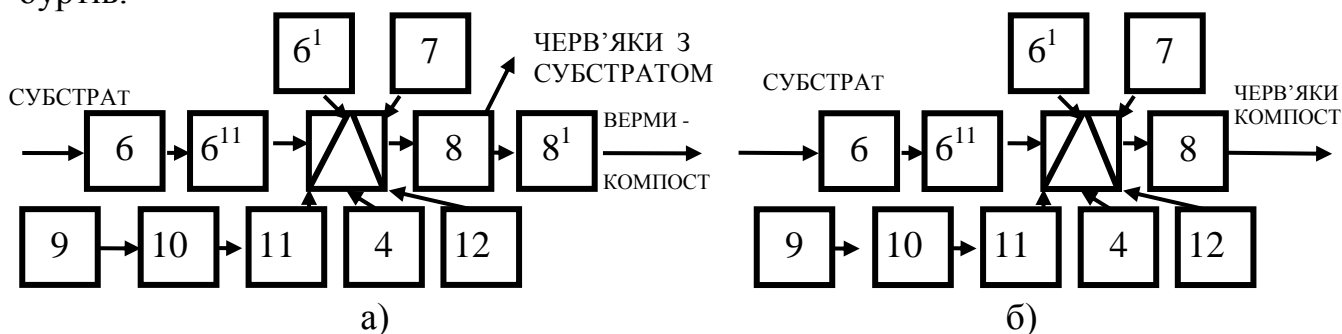


Рис. 2. Технологічні схеми процесу вермикюльтивування:

□ — механічний процес; ▣ — біотехнологічний;

6 - закладання бургтів; 6¹¹ - заселення черв'яками; 6¹ - підкормка черв'яків;
7 - аерування; 8 - відділення черв'яків з субстратом; 8¹ - виборка вермикомпосту; 9 - навантажування соломи; 10 - перевезення соломи; 11 - розкладання соломи; 12 - збирання соломи.

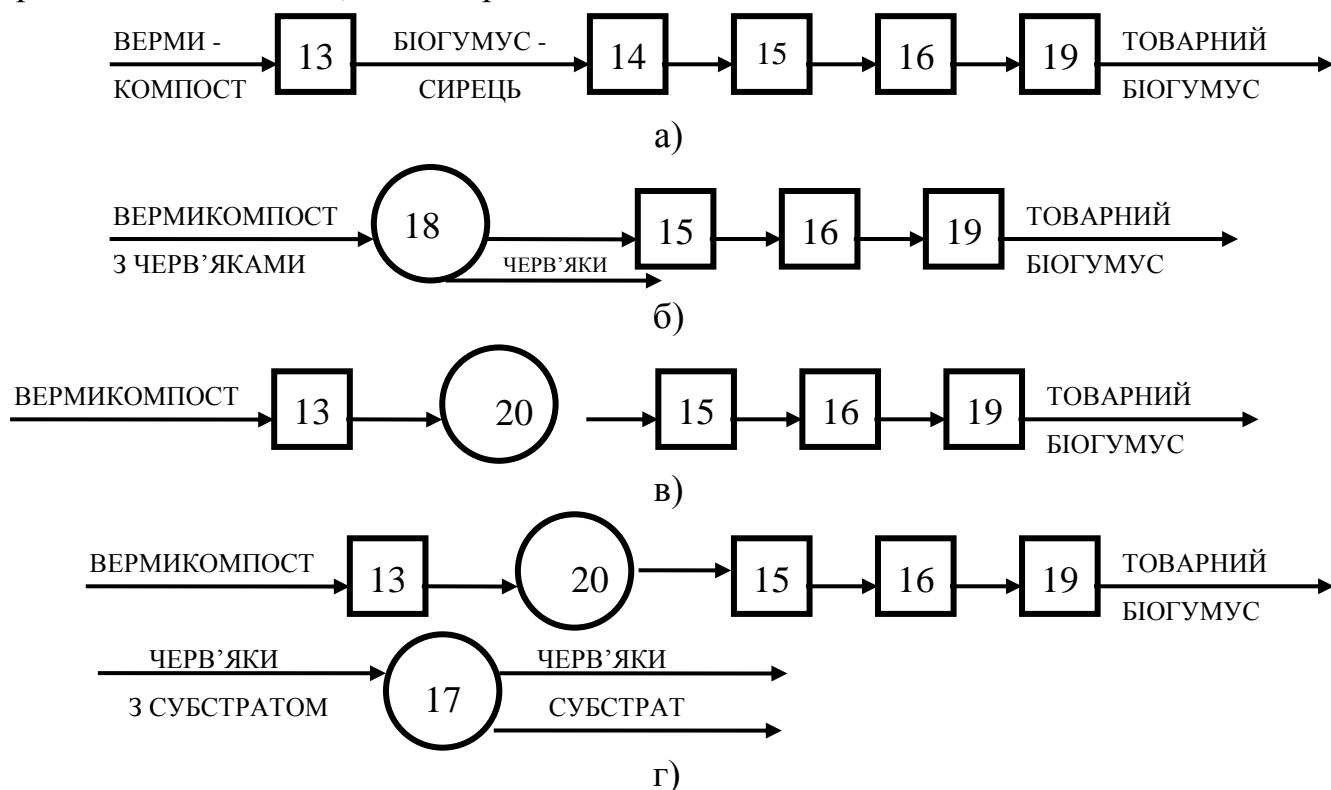


Рис. 3. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:

□ — механічний процес; ○ — термодинамічний процес

13 - попередня переробка; 14 - сушіння біогумусу; 15 - подрібнення біогумусу; 16 - фракціонування біогумусу; 17 - відділення черв'яків від субстрату; 18 - відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 - перевезення біогумусу в склад; 20 - сушіння біогумусу в природних умовах.

Результати досліджень.

Результати розрахунків подані в табл. 1.

Аналіз показав (див. табл. 1), що від технологічної схеми вермикомпостування залежить енергоємність 1 кг субстрату, вермикомпосту та товарного біогумусу. Тому за основну технологічну схему вермикомпостування і виробництва товарного біогумусу приймається така технологія, за якою енергоємність одержання продукції буде мінімальна.

Таблиця 1 - Енергоємність гною, субстрату, вермикомпосту, товарного біогумусу.

Технологічна схема за рисунками	Енергоємність, МДж/кг		
	субстрату	вермикомпосту	біогумусу
рис.1а	0,686	-	-
рис.1б	0,638	-	-
рис.1а, 2а	-	0,987	-
рис.1а, 2в	-	0,957	-
рис.1б, 2а	-	0,939	-

рис.1б, 2б	-	0,909	-
рис.1а, 2а, 3а	-	-	36,023
рис.1а, 2а, 3в	-	-	2,106
рис.1а, 2а, 3г	-	-	10,880
рис.1а, 2б, 3б	-	-	61,770
рис.1б, 2а, 3а	-	-	35,970
рис.1б, 2а,3в	-	-	2,070
рис.1б, 2а, 3г	-	-	10,860
рис.1б, 2б, 3б	-	-	61,740

Висновок

В результаті отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в - енергоємність біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в - енергоємність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в - енергоємність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

Список використаних джерел

1. Городний М.М., Мельник И.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. – К.: Урожай, 1990. - 285 с.
2. Городний М.М., Шеремет О.П. Влияние вермикомпоста на урожай и качество капусты белокачанной // Тезисы докладов 2 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”: - Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия". - 1992.-С. 35-36.
3. Мельник И.А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «Биогумус». -Ивано-Франковск: МТЦИНТИ, 1989.- 46с.
4. Мельник И.А. Дождевые черви на службе сельского хозяйства //Достижение науки и техники АПК.-1990. - №8. - С. 18.
5. Мельник И.А., Гуцуляк В.Д. Биогумус и урожай овощей // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №15. - С. 15-16.
6. Слободян В.А., Слободян Н.С. Влияние биогумуса на микробиологические процессы в почве // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №4. - С. 8-9.
7. Слободян В.А. Продуктивність дощових черв'яків при утилізації курячого посліду // Тези доповідей 4 Міжнародного конгресу „Біоконверсія органічних відходів і охорона навколишнього середовища”. - К.: Асоціація "Біоконверсія". - 1996. - С. 12-13.
6. Flack F.M., Натренштейн R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on microorganism and cellulose // Joil Biology and Biochemistri.-1984. - Vol.16, №5.-P. 491-495.
7. Tomati U., Grappelli A. Fertilisers from vermiculture a.s an option organic wastes recoveri // Agrochemica.- 1984 - Vol.27, №2/3.- P.244-251.
8. Hand P., Frankland I.C, Satchell I. E. Vermicomposting of cow slurry. // "Pedobiologia". – 1978. Vol. 31, № 3-4.- P. 199-209.

9. Chan Paul L.S., Griffiths D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure // "Biol Westes".- 1988.- Vol. 24, № 1.- P. 57-69.
10. Allievi L. Qitterio B., Ferrari A Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora // *Compst: Prod. Qual. and Use: Proc. Symp, Udine, 17-19 Apr. 1986.- London: New-Jork.- 1987.- P. 115-126.*
11. Fayolle L. Valeur des ordures menageres. Comme milieu d'elevage pour *Eisenia foetida* // *Revue d'ecologie et de biologie du sol.-1985.-Vol. 22, № 3. - P. 353 - 365*
12. Penpinck R., Verdonck O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates // *Connost Prod. Qual. And Use: Proc.,Symp., Udine, 17-19 Apr. 1986, London.- 1987.- P. 814-817.*
13. Hennuy B., Gaspar C. Le traitement des dechets par les lombricilns // "Bull rech. Agron. Gembloux".- 1986.- Vol. 21, № 3. - P. 359-367.
14. Haimi J., Huhta V. Comparison of composts produced identical wastes by "Vermistabilization" and contional compostind // "Pedobiologia". – 1987. Vol. 30, №2. - P. 137-144.
15. Zandrierts Fleddermann A. Komposte als humus. – wahrstoff - und wirkstoffsfrager: Eine untersuchung zur erstellung von gualitatskriterien unter besonderer berucksichtigungund von Wurmkomposten: Diss Dokt., - Hoh . Zandwirts. Fak. Rhein. Friedrich - Wilhelms- Vniv, Bonn. - 1990. -160 p.
16. Buch W. Der Regenwurm imgarten // Verlag Eugen Ulmer. - 1987. - P.121.
17. Jasienieckij W. A, Targonia W. C, Klimenko W. P. Sienczuk N. N. Kompleksowa biotechnologia utylizacyi odchodow na fermach Bidla i otrzymywanie nawo-zow organicznich dla rolnictwa alternatywnego // *Ukrainski Centralny Instytut Tech-niczny w Kiyowie, Materialy na Konference Nowoczesne technologie chowu bydla i trzody chlewney zuwzczednieniem wimogan ochroni srodowriska. - Warszawa, 18 wrzeinia 1996. - S. 67-68.*
18. Genevini P.L. Vermicomposte. Caratterizzazione chimica e valore fertilizzante // *Informatore agricolo. - 1983. Vol.39. №44.- P. 109 - 115.*
19. Reinecke A Y; Venter J. M. Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (*Oligo-chaeta*) Bio. // *Biol., Fertil., Soils. -1987. - Vol. 3, №1. - P. 135-141.*
20. Медведовський О.К., Іваненко І.П. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.-К.: Урожай,1988.-С. 192-205.
21. КНД 46.16. 02.11-95. Техніка сільськогосподарська. Випробування. Методи визначення біоенергетичної ефективності машин для рослинництва. Введ. 01.04.96.- Дослідницьке: УкрНДПТВТ, 1995.-24с.
22. Вт 46.16.20.28.96. Вихідні вимоги на комплект обладнання для приготування субстрату / корму для черв'яків / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгоспспрод України, 1996.-6с.
23. Вт 46.16.20.26.96. Вихідні умови на обладнання для аерування вермикомпосту / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгоспспрод України, 1996.-5с.
24. Вт 46.16.20.25.96. Вихідні вимоги на буртоутворювач субстрату / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгоспспрод України, 1996.-5с.

25. Вт 46.16.20.30-97 Вихідні вимоги на відділювач черв'яків з субстратом / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1997.- 6с.

26. Вт 46.16.20.12-94 Вихідні вимоги на обладнання для попередньої переробки червокомпосту і видалення твердих включень / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1994. -5с.

27. Вт 46.16.20.12-93 Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від субстрату / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгосппрод України, 1993.-6с.

28. Вт 46.16.20.13-94 Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу / Сенчук М.М.- К.: Мінсільгосппрод України, 1994.-6с.

29. Вт 46.16.20.14-94 Вихідні вимоги на обладнання для сушіння біогумусу / Сенчук М.М. -К.: Мінсільгосппрод України, 1994. -5с.

30. Вт 46.16.20.15.94. Вихідні вимоги на обладнання для подрібнення біогумусу / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгосппрод України, 1994. - 5с.

31. Вт 46.16.20.16.94. Вихідні вимоги на обладнання для фракціонування біогумусу / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1994.-5с.

Аннотация

Сенчук Н.Н.

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГУМУСА

В настоящее время развитие теории и практики технологии биоконверсии органических веществ вермикомпостированием является одним из важных направлений обеспечения сельского хозяйства высокоэффективными удобрениями биогумусом, а также ценным белком из биомассы дождевых червей. Внедрение таких технологий в хозяйствах дает возможность восстанавливать и поддерживать на высоком уровне плодородность почв, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, осуществлять рекультивацию непригодных для сельскохозяйственного использования земель, получать экологически чистую растениеводческую продукцию, а также биомассу червей. Биогумус подходит для механизированной местного применения в почву для производства органо-минеральных смесей и биостимуляторов, для использования при выращивании комнатных растений, саженцев, тепличного хозяйства.

Основываясь на вышесказанное было изучено и обосновано энергоэффективные технологии производства биогумуса. В итоге полученных результатов определено, что энергоэффективные технологии производства биогумуса : производство биогумуса за технологической схемой рис. 1 б, 2 б, 3 в - энергоемкость биогумуса 2,040 МДж/кг, за технологической схемой рис. 1б, 2а, 3в - энергоемкость биогумуса 2,070 МДж/кг, за технологической схемой рис. 1а, 2а, 3в - энергоемкость биогумуса 2.106 МДж/кг. На основе полученных исследований эти технологий могут быть рекомендованы для внедрения.

Ключевие слова: энергоэффективная технология, вермикомпост, дождевые черви, биогумус, энергоемкость биогумуса.

Annotation

M. Senchuk

SUBSTANTIATION OF ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGY OF BIOHUMUS MANUFACTURING

To assess the effectiveness of the usage of technology and the search for effective biohumus production schemes the energy analysis has been done.

The source data for the analysis were requirements for the technology and technical means of production of biohumus (Fig. 1, 2, 3), and reference dates of energy volumes of agricultural machines, labor resources, energy resources, fertilizers, agricultural crops.

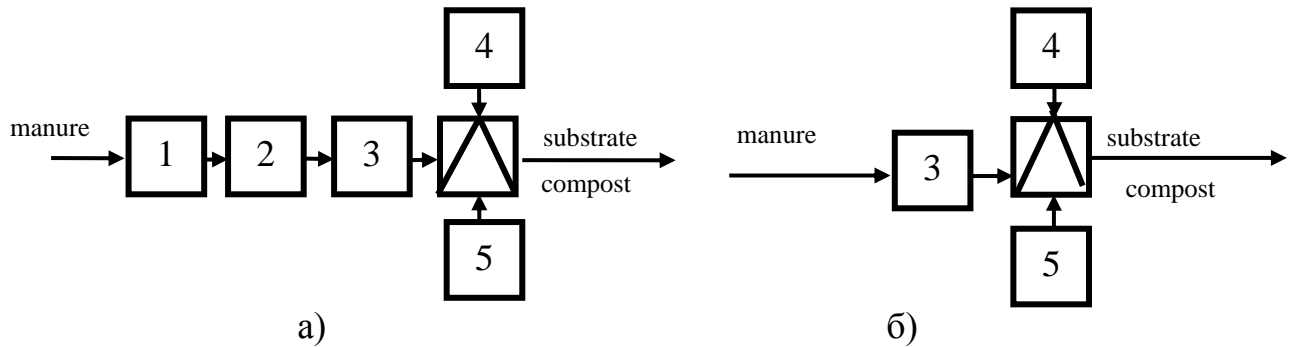


Figure 1. **Technological schemes of the process of preparation of the substrate (composting):**

□ — mechanical process; ▽ — biological process
 1 - manure loading; 2 - manure transporting; 3 - loading, mixing and hilling; 4 – watering of hills; 5 - airing of hills.

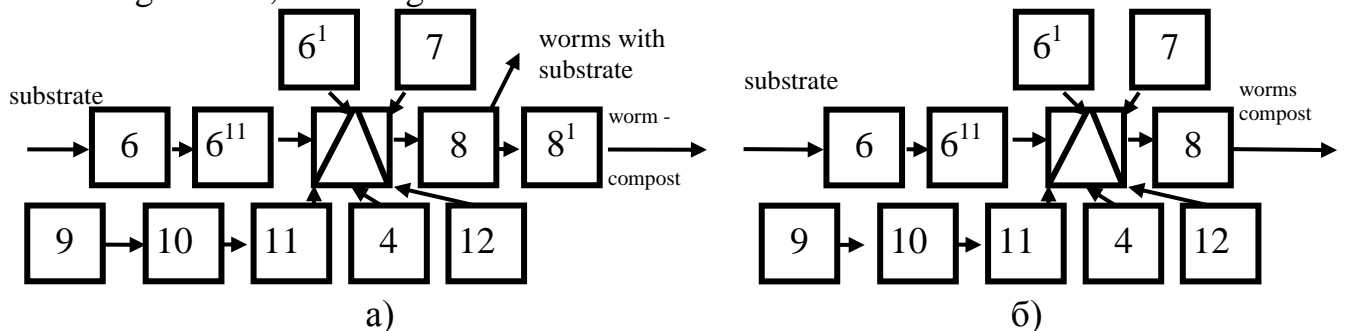
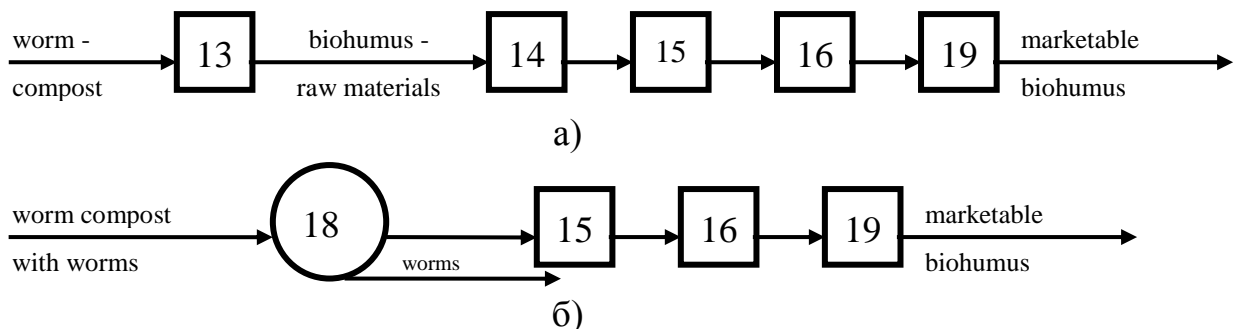


Figure 2. **Technological schemes of worm cultivation:**

□ — mechanical process; ▽ — biotechnological process;
 6 - hill formation; 6¹¹- worm adding; 6¹- worm feeding; 7 - airing; 8 – separating of worms with substrate; 8¹ – unloading of worm compost; 9 – loading of straw; 10 – transporting of straw; 11 – smoothing of straw; 12 – unloading of straw.



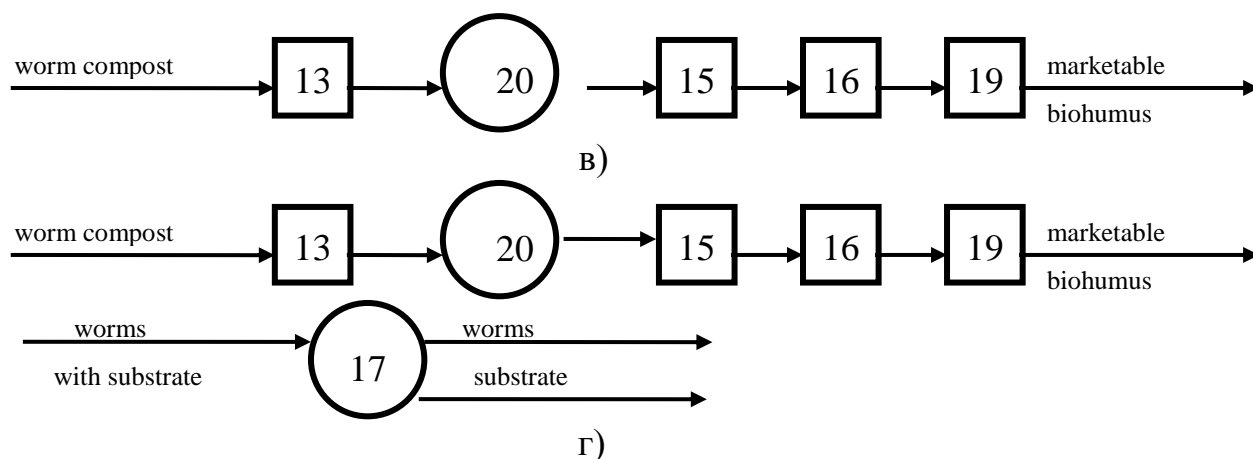


Figure 3. **Technological schemes of worm compost processing:**

□ — mechanical process; ○ — thermodynamic process

13 - first processing; 14 – biohumus drying; 15 – biohumus grinding; 16 – separation into fractions of biohumus; 17 – separating of worms from substrate; 18 – separating of worm from biohumus and biohumus drying; 19 – transporting of biohumus for storage; 20 – drying of biohumus on open air.

Table 1. **Results of calculations of energy intensity of substrate, worm compost and biohumus.**

Technological scheme from figures	Energy intensity, MJ/kg		
	Substrate	Worm compost	Biohumus
Fig.1a	0,686	-	-
Fig.1б	0,638	-	-
Fig.1a, 2a	-	0,987	-
Fig.1a, 2B	-	0,957	-
Fig.1б, 2a	-	0,939	-
Fig.1б, 2б	-	0,909	-
Fig.1a, 2a, 3a	-	-	36,023
Fig.1a, 2a, 3B	-	-	2,106
Fig.1a, 2a, 3r	-	-	10,880
Fig.1a, 2б, 3б	-	-	61,770
Fig.1б, 2a, 3a	-	-	35,970
Fig.1б, 2a,3B	-	-	2,070
Fig.1б, 2a, 3r	-	-	10,860
Fig.1б, 2б, 3б	-	-	61,740
Fig. 1б, 2б, 3B	-	-	2,040

Energy effective technologies of production of marketable biohumus are following:

- 1- biohumus production according scheme Fig.1a, 2a, 3B - Energy intensity of biohumus 2,106 MJ/kg;
- 2- biohumus production according scheme Fig.1б, 2a, 3B - energy intensity of biohumus 2,070 MJ/kg;
- 3- biohumus production according scheme Fig.1б, 2б, 3B - Energy intensity of biohumus 2.040 MJ/kg.

Key words: energy efficient technology, worms compost, worms, biohumus, energy intensity biohumus

Анотація

Сенчук М.М.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОГУМУСУ

Енергетичний аналіз проводився для оцінки ефективності використання техніки та пошуку ефективних схем виробництва біогумусу.

Вихідними даними для проведення аналізу були вимоги на технології і технічні засоби виробництва біогумусу (рис. 1, 2, 3), а також довідкові матеріали енергоємкостей сільськогосподарських машин, трудових ресурсів, енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур.

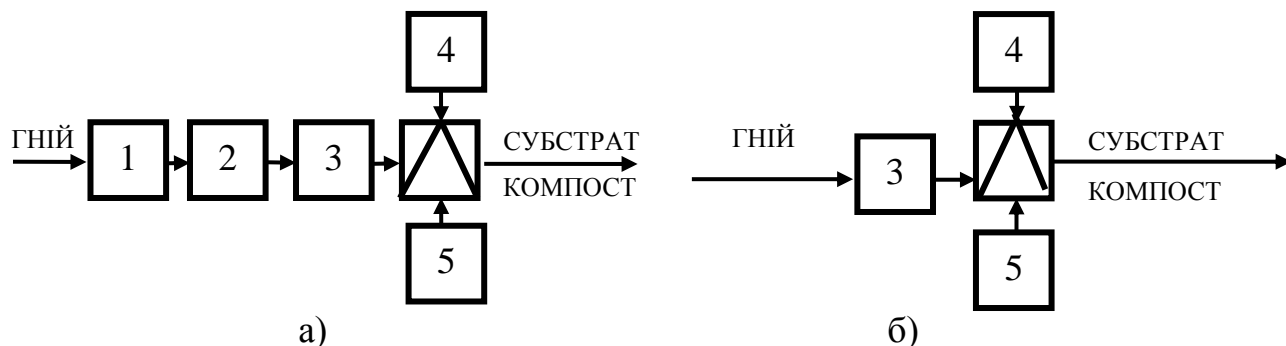


Рис. 1. Технологічні схеми процесу підготовки субстрату (компостування):

□ — механічний процес; ▽ — біотехнологічний процес
1 - навантажування гною; 2 - перевезення гною; 3 - навантажування, змішування і формування буртів; 4 - поливання буртів водою; 5 - аерування буртів.

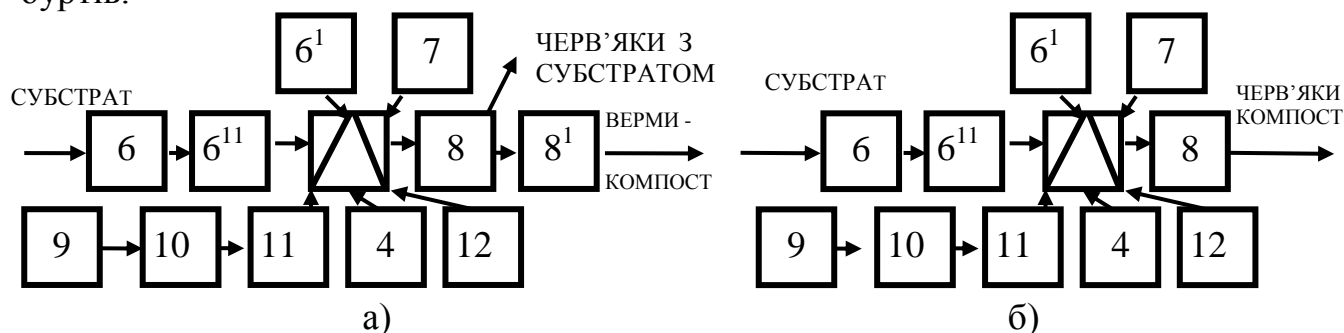
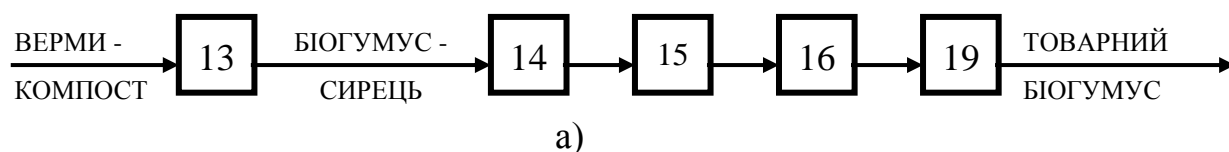


Рис. 2. Технологічні схеми процесу вермикультивування:

□ — механічний процес; ▽ — біотехнологічний;
6 - закладання буртів; 6¹¹ - заселення черв'яками; 6¹ - підкормка черв'яків; 7 - аерування; 8 - відділення черв'яків з субстратом; 8¹ - виборка вермикомпосту; 9 - навантажування соломи; 10 - перевезення соломи; 11 - розкладання соломи; 12 - збирання соломи.



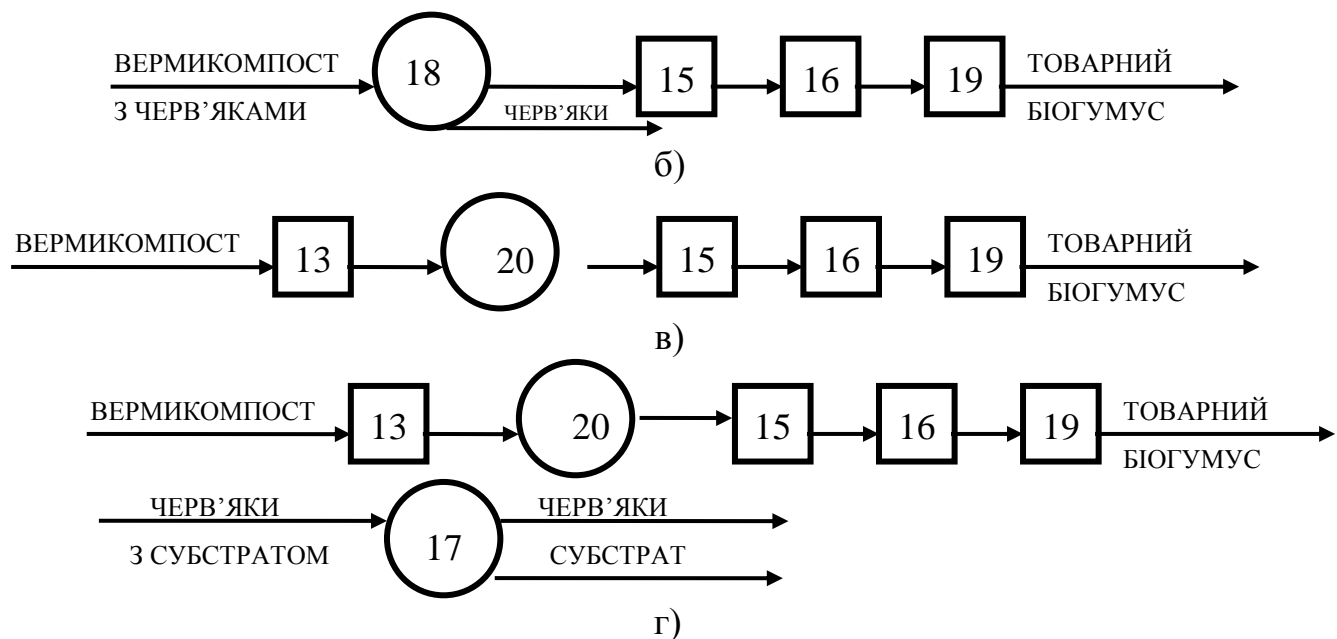


Рис. 3. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:

□ — механічний процес; ○ — термодинамічний процес;
 13 - попередня переробка; 14 – сушіння біогумусу; 15 – подрібнення біогумусу;
 16 – фракціонування біогумусу; 17 – відділення черв'яків від субстрату; 18 – відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 – перевезення біогумусу в склад; 20 – сушіння біогумусу в природних умовах.

Таблиця 1 – Результати розрахунків енергоємності субстрату, вермикомпосту, біогумусу.

Технологічна схема за рисунками	Енергоємність, МДж/кг		
	субстрату	вермикомпосту	біогумусу
рис.1а	0,686	-	-
рис.1б	0,638	-	-
рис.1а, 2а	-	0,987	-
рис.1а, 2в	-	0,957	-
рис.1б, 2а	-	0,939	-
рис.1б, 2б	-	0,909	-
рис.1а, 2а, 3а	-	-	36,023
рис.1а, 2а, 3в	-	-	2,106
рис.1а, 2а, 3г	-	-	10,880
рис.1а, 2б, 3б	-	-	61,770
рис.1б, 2а, 3а	-	-	35,970
рис.1б, 2а,3в	-	-	2,070
рис.1б, 2а, 3г	-	-	10,860
рис.1б, 2б, 3б	-	-	61,740
рис. 1б, 2б, 3в	-	-	2,040

В результаті отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в - енергоємність біогумусу 2,106 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а,3в - енергоємність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2б,3 - енергоємність біогумусу 2,040 МДж/кг.

Ключові слова: енергоефективна технологія, вермикомпост, дощові чер'яки, біогумус, енергоємність біогумусу.

