

применения дефекаата, только на фоне минеральных удобрений составляет от 5,1 до 5,3 от рН, гидролитическая кислотность 3,25–3,68 смоль/кг, содержание обменного кальция и магния уменьшилось до 17,9–19,6 и 2,20–2,36 смоль/кг соответственно, сумма поглощенных оснований снизилась до 26,1–27,5 смоль/кг, а степень насыщения почвы на основы до 88–89 %. Внесение дефекаата совместно с различными дозами минеральных удобрений значительно улучшало кислотно-основные показатели почвы, происходило устранения избыточной кислотности, соответственно рН_{сол.} 5,3–6,2 от рН, содержание обменного кальция на четвертый год действия дефекаата увеличился до 19,1–20,6 мг/кг в зависимости от варианта удобрения, одновременно выросли показатели суммы поглощенных оснований – 28,1–30,3 смоль/кг. Расчеты баланса кальция в короткоротационном полевом севообороте при условии внесения минеральных удобрений на фоне действия различных доз дефекаата от 4,5 до 13,5 т/га показали, что в вариантах опыта с внесением только минеральных удобрений формируется резко отрицательный баланс кальция. Внесение различных доз минеральных удобрений на фоне действия от половинной до полутора дозы дефекаата способствует тому, что баланс кальция формируется положительным. Установлено, что внесенный кальций с дозой дефекаата 4 т/га в сочетании с высокими дозами минеральных удобрений за четыре года более чем на половину расходуется, тогда как за одинарной дозы его внесения (9 т/га) запасов кальция может хватить еще на одну ротацию четырехпольного севооборота.

Ключевые слова: чернозем оподзоленный, минеральные удобрения, дефекаат, известкование, кислотно-основные показатели, баланс кальция.

Transformation of acid-base soil indices and calcium balance for different fertilizers and liming

H. Hospodarenko, I. Prokopchuk

The article deals with the issues of the influence of mineral fertilizers and their combined use with defecate on change the acid-basic parameters of podzolized loamchernozem. It is proved that the application of mineral fertilizers alone contributes to the acidification of podzolized chernozem, the reduction of calcium and magnesium content, the amount of absorbed bases and the decrease of the degree of soil saturation on the base. Thus, the exchange acidity of the soil of the experimental variants without the defecate introducing had pH of 5.2–5.3.

In variants with the combined application of mineral fertilizers and different doses of defecate for the fourth year of its action is 5.3–5.5 pH under introducing the half dose, 5.7–5.7 pH of the single dose and pH 5.8–6.1 under introducing one and half dose of defecate. Hydrolytic acidity variation ranged from 3.25–3.68 mole/kg in the variants without defecate to 2.05–2.68 mole/kg in the variants with different doses of it with the simultaneous increase in the content of calcium and magnesium soils. The amount of absorbed bases in the variants with various doses of mineral fertilizers was – 26.1–27.5 mole/kg and gradually increased with the increase in the dose of defecate to 28.1–29.0 mole/kg at the half dose, to 28.8–29.6 for a single and up to 29.4–30.3 mole/kg for one and a half dose.

It was established that liming contributed to an increase in the degree of soil saturation on the base to 92–94 % versus 88–89 % in non-liming variants. Consequently, the introduction of defecate with different doses of mineral fertilizers significantly improved the acid-basic characteristics of podzolized loam chernozem. The balance of calcium in short-rotational field crop rotation is calculated, provided that the defecate is applied in the amount of 4.5–13.5 t/ha. Calculations have shown that calcium balance is sharply negative – from – 359 to – 868 kg/ha in the variants where calcium-containing compounds are not added. In our opinion, this is due to its large loss caused by erosion. Introducing a half dose of defecate was only sufficient for four years of agricultural use of the soil, while for a single dose as well as one and a half doses of its introduction, the balance is positive even in the variants with higher doses of mineral fertilizers.

Consequently, the use of defecate is one of the agrotechnological methods for preventing acidification and decalcification of podzolized loam chernozem in the field crop rotation. It was also found out that when applying higher doses of mineral fertilizers, the dose of defecate should be not less than a single one in terms of exchange acidity, since the effect of the half dose of the defecate can be calculated for no more than four years.

Key words: podzolized chernozem, mineral fertilizers, defecate, liming, acid-base indicators, calcium balance.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 631.417.2

СЕНЧУК М.М., канд. техн. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОГУМУСУ

На сьогодні розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин із застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямів 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 органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання за вирощування кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

З огляду на зазначене вище 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 – енергоемність біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис. 1а, 2а, 3в – енергоемність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис. 1а, 2а, 3в – енергоемність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

Ключові слова: енергоефективна технологія, вермикомпост, дощові черв'яки, біогумус, енергоемність біогумусу.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких за переробки 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 засвоєння 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 сьогодні розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин із застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямів 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 органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання за вирощування кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Враховуючи наведене вище, актуальним питанням є вивчення та обґрунтування енергоефективної технології виробництва біогумусу.

Метою дослідження є енергетична оцінка та визначення енергоефективної технології виробництва біогумусу та енергоемності біогумусу.

Методика досліджень. Енергетичний аналіз проводили 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 енергоемностей сільськогосподарських машин, трудових ресурсів, енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур [20, 21].

Енергетичний аналіз технології виробництва товарного біогумусу проводили в три етапи:

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

Енергетичний аналіз проводили згідно з [20, 21] з використанням технологічних схем (рис. 1, 2, 3). Енергоемності 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 енергоемності 1 кг субстрату (компосту) проводили, 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 енергоемності виробництва 1 кг вермикомпосту розрахунок проводили за технологічними схемами рис. 2 а, б. Використовуючи вихідні дані таблиці 1, розрахунок проводили 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 за формування 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.

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. Установка для відділення черв'яків від субстрату [27]	4000	0,148	35,348	592	141392
12. Установка 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 пальне [20]	-	52,8	12600	-	-
26. Електроенергія 1 кВт год. [20]	-	12	2860	-	-

Переробку вермикомпосту в товарний біогумус проводили 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 %.

Враховуючи прийняті умови, 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 1 т 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.

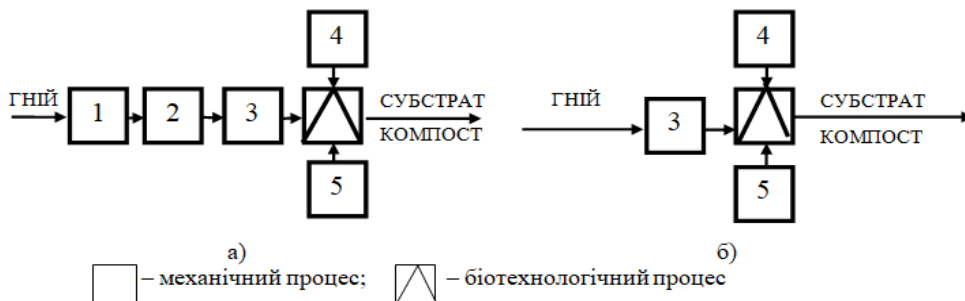


Рис. 1. Технологічні схеми процесу підготовки субстрату (компостування):
1 – навантажування гною; 2 – перевезення гною; 3 – навантажування, змішування і формування бургтів; 4 – поливання бургтів водою; 5 – аерування бургтів.

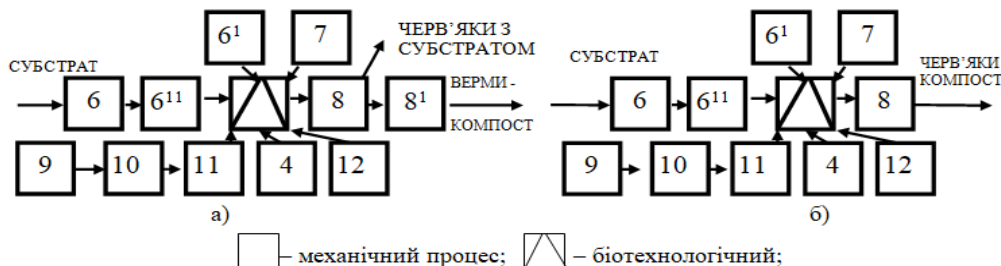


Рис. 2. Технологічні схеми процесу вермикультивування: 6 – закладання бургтів; 6¹ – заселення черв'яками; 6¹ – підкормка черв'яків; 7 – аерування; 8 – відділення черв'яків з субстратом; 8¹ – виборка вермикомпосту; 9 – навантажування соломи; 10 – перевезення соломи; 11 – розкладання соломи; 12 – збирання соломи.

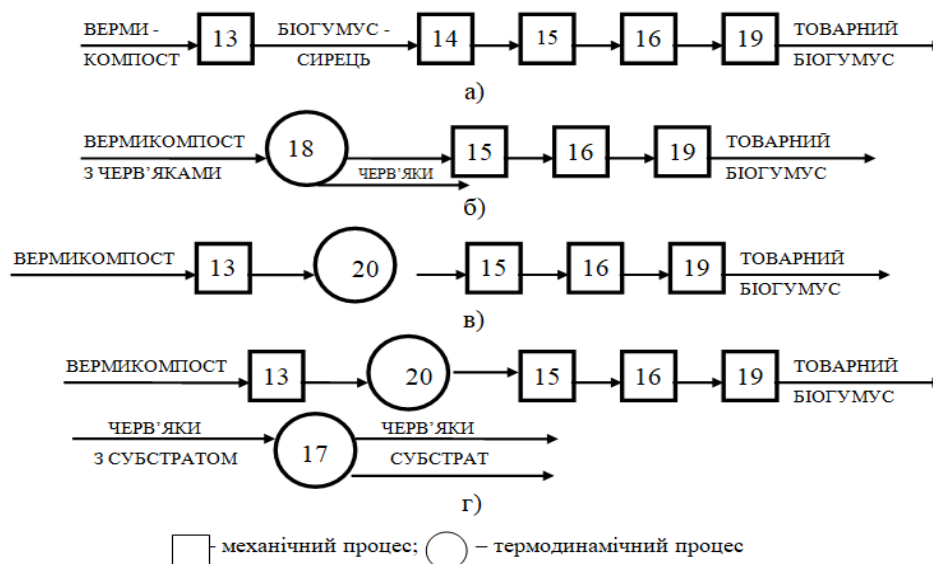


Рис. 3. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:
13 – попередня переробка; 14 – сушіння біогумусу; 15 – подрібнення біогумусу;
16 – фракціонування біогумусу; 17 – відділення черв'яків від субстрату;
18 – відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 – перевезення біогумусу в склад; 20 – сушіння біогумусу в природних умовах.

Основні результати дослідження. Результати розрахунків подані в таблиці 2.

Аналіз показав (див. табл. 2), 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 2 – 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 ЛІТЕРАТУРИ

1. Городний М.М., Мельник І.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. Киев: 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 І.А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «Биогумус». Ивано-Франковск: МТЦИНТИ, 1989. 46 с.
4. Мельник І.А. Дождевые черви на службе сельского хозяйства. Достижение науки и техники АПК. 1990. №8. 18 с.
5. Мельник І.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”. Київ: Асоціація "Біоконверсія", 1996. С. 12-13.
8. Flack F.M., Hatrenstein R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on mic-roorganism and cellulose. *Joil Biology and Biochemistri*. 1984. Vol.16. №5. P. 491-495.
9. Tomati U., Grappelli A. Fertilisers from vermiculture a.s an option organic wastes recoveri. *Agrochemica*. 1984. Vol. 27. №2/3. P. 244-251.
10. Hand P., Frankland I.C., Satchell I. E. Vermicomposting of cow clurry. "*Pedobiologia*". 1978. Vol. 31. № 3-4. P. 199-209.
11. Chan Paul L.S., Griffiths D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure. "*Biol Westes*". 1988. Vol. 24. № 1. P. 57-69.
12. 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.*
13. Fayolle L. Valeur des ordures menageres. Comme milieu d'elevage popour *Eisenia foetida*. *Revue d'ecologie et de biologie du sol*. 1985. Vol. 22. № 3. P. 353-365.
14. Penpinck R., Verdoncr 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.*
15. Hennuy B., Gaspar C. Le traitement des dechets par les lombricilns. "*Bull rech. Agron. Gembloux*". 1986. Vol. 21. № 3. P. 359-367.
16. 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 wir-ktstofftrager: Eine untersuchung zur erstellung von qualitatkriterien unter besonderer berucksichtigungund von Wurmkomposten: Diss Dokt., Hoh . Zandwirts. Fak. Rhein. Friedrich – Wilhelms – Univ, Bonn. 1990. 160 p.
16. Buch W. Der Regenwurm imgartenу Verlag Eugen Ulmer. 1987. 121 p.
17. Jasienieckij W. A., Targonia W. C., Klimenko W. P. Sienczuk N. N. Kompleksowa biotechnologia utylizacji odchodow na fermach Bidla i otrzymywanie nawo-zow organicznych dla rolnictwa alternatywnego. Ukrainski Centralny Instytut Techniczny w Kiyowie, Materialy na Konferencie Nowoczesne technologie chowu bydla i trzody chlewney zuwzczednieniem wimogan ochroni srodowriska. Warszawa, 18 wrzeinia 1996. P. 67-68.
18. Genevini P.L. Vermicomposte. Caratterizzazione chimica e valore ferti-lizzante. 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. Київ: 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. 24 с.
22. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.28.96. Вихідні вимоги на комплект обладнання для приготування субстрату / корму для черв'яків. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 6 с.
23. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.26.96. Вихідні умови на обладнання для аерування вермикомпосту. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 5 с.
24. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.25.96. Вихідні вимоги на буртоутворювач субстрату. Київ: Мінсільгосспрод України, 1996. 5 с.
25. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.30-97. Вихідні вимоги на відділювач черв'яків з субстратом. Київ: Мінсільгосспрод України, 1997. 6 с.
26. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.12-94. Вихідні вимоги на обладнання для попередньої переробки червокомпосту і видалення твердих включень. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
27. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.12-93. Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від субстрату. Київ: Мінсільгосспрод України, 1993. 6 с.
28. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.13-94. Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 6 с.
29. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.14-94. Вихідні вимоги на обладнання для сушіння біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
30. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.15.94. Вихідні вимоги на обладнання для подрібнення біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.
31. Сенчук М.М. Вт. 46.16.20.16.94. Вихідні вимоги на обладнання для фракціонування біогумусу. Київ: Мінсільгосспрод України, 1994. 5 с.

REFERENCES

1. Gorodnij, M.M., Mel'nik, I.A. (1990). *Biokonversija organicheskikh othodov v biodinamicheskom hozjajstve* [Bioconversion of organic waste in a biodynamic farm]. Kyiv, Crop, 285 p.
2. Gorodnij, M.M., Sheremet, O.P. Vlijanie vermicomposta na urozhaj i kachestvo kapusty belokachannoj [Influence of vermicompost on crop and quality of cabbage]. *Tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversija organicheskikh othodov narodnogo hozjajstva i ohrana okruzha-jushhej sredy”* [Abstracts of the 2nd International Congress "Bioconversion of Organic Waste of the National Economy and Environmental Protection"]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", 1992, pp. 35-36.
3. Mel'nik, I.A. Metodicheskie ukazanija po promyshlennomu razvedeniju dozhdevyh chervej i polucheniju organicheskogo udobrenija «Biogumus» [Methodical instructions for the industrial wormwood breeding and organic fertilizer "Biohumus"]. Ivano-Frankovsk, MTCINTI, 1989, 46 p.
4. Mel'nik, I.A. Dozhdevye chervi na sluzhbe sel'skogo hozjajstva [Rainworms in the service of agriculture]. *Dostizhenie nauki i tehniki APK* [Achievement of science and technology of agroindustrial complex], 1990, no. 8, 18 p.
5. Mel'nik, I.A., Guculjak, V.D. Biogumus i urozhaj ovoshhej [Biohumus and vegetable harvest]. *Himija v sel'skom hozjajstve* [Chemistry in agriculture], 1994, no. 15, pp. 15-16.
6. Slobodjan, V.A., Slobodjan, N.S. Vlijanie biogumusa na mikrobiologicheskie processy v pochve [Influence of biohumus on microbiological processes in soil]. *Himija v sel'skom hozjajstve* [Chemistry in agriculture], 1994, no. 4, pp. 8-9.
7. Slobodjan, V.A. Produktivnist' doshhovih cherv'jakiv pri utilizacii' kurjachogo poslidu [Productivity of rainworms in the utilization of chicken litter]. *Tezi dopovidej 4 Mizhnarodnogo kongressu „Biokonversija organichnih vidhodiv i ohorona navkolishn'ogo seredovishha”* [Abstracts of the 4th International Congress "Bioconversion of Organic Waste and Environmental Protection"]. Kyiv, Association "Bioconversion", 1996, pp. 12-13.
6. Flack, F.M., Hatrenstein, R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on mic-roorganism and cellulose. *Joil Biology and Biochemistri*. 1984, Vol. 16, no. 5, pp. 491-495.
7. Tomati, U., Grappelli, A. Fertilisers from vermiculture a.s an option organic wastes recoveri. *Agrochemica*. 1984, Vol. 27, no. 2/3, pp. 244-251.
8. Hand, P., Frankland, I.C, Satchell, I. E. Vermicomposting of cow clurry. "Pedobiologia". 1978, Vol. 31, no. 3-4, pp. 199-209.
9. Chan Paul, L.S., Griffiths, D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure. "Biol Westes". 1988, Vol. 24, no. 1, pp. 57-69.
10. Allievi, L. Qitterio, V., Ferrari, A. Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora. *Compst: Prod. Qual. and Use: Proc. Symp, Undine*, 17-19 Apr. 1986. London, New-Jork. 1987, pp. 115-126.

11. Fayolle, L. Valeur des ordures menageres. Comme milieu d'eleavage popour Eisenia foetida. Revue d'ecologie et de biologie du sol. 1985, Vol. 22, no. 3, pp. 353-365.
12. Penpinck, R., Verdoncr, O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17-19 Apr. 1986, London, 1987, pp. 814-817.
13. Hennuy, V., Gaspar, C. Le traitement des dechets par les lombricilns. "Bull rech. Agron. Gembloux". 1986, Vol. 21, no. 3, pp. 359-367.
14. Haimi, J., Huhta, V. Comparison of composts produced identical wastes by "Vermistabilization" and contional compostind. "Pedobiologia". 1987, Vol. 30, no. 2, pp. 137-144.
15. Zandrirts, Fleddermann A. Komposte als humus. – wahrstoff – und wir-kstofftrager: Eine untersuchung zur erstellung von qualitatksriterien 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, 121 p.
17. Jasienieckij, W.A, Targonia, W.C, Klimenko, W.P. Sienczuk, N. N. Kompleksowa biotesnologia uylizacyi odchodow na fermach Bidla i otrzymywanie nawo-zow organicznych dla rolnictwa alternatywnego. Ukrainski Centralny Instytut Tech-niczny w Kiyowie, Materialy na Konferencje Nowoczesne technologie chowu bydla i trzody chlewney zuwzczednieniem wimogan ochroni srodowiska. Warszawa, 18 wrzeinia 1996, pp. 67-68.
18. Genevini, P.L. Vermicomposte. Caratterizzazione chimica e valore ferti-lizzante. Informatore agricolo. 1983, Vol. 39, no. 44, pp. 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, no. 1, pp. 135-141.
20. Medvedovs'kyj, O.K., Ivanenko, I.P. Energetychnyj analiz intensyvyh tehnologij v sil'skogospodars'komu vyrobnyctvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. Kyiv, Crop, 1988, pp. 192-205.
21. KND 46.16. 02.11-95. Tehnika sil'skogospodars'ka. Vyprobuvannja. Metody vyznachennja bioenergetychnoi' efektyvnosti mashyn dlja roslynnyctva. Vved. 01.04.96 [Agricultural machinery. Trial. Methods of determining the bioenergy efficiency of machines for plant growing. Introduction April 01, 1996]. Research, UkrNDPTPTT, 1995, 24 p.
22. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.28.96. Vyhidni vymogy na komplekt obladnannja dlja prygotuvannja substratu / kormu dlja cherv'jakiv / [Tue. 46.16.20.28.96. Output requirements for the wort / feed substrate /]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 6 p.
23. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.26.96. Vyhidni umovy na obladnannja dlja aeruvannja vermykompostu [Tue. 46.16.20.26.96. Output conditions for equipment for the vermicompost to be used]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 5 p.
24. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.25.96. Vyhidni vymogy na burtoutvorjuvach substratu [Tue. 46.16.20.25.96. Initial requirements for the substrate bortoformer]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1996, 5 p.
25. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.30-97. Vyhidni vymogy na viddiljuvach cherv'jakiv z substratum [Tue. 46.16.20.30-97. Output requirements for worm separator with substrate]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1997, 6 p.
26. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.12-94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja poperedn'oi' pererobky chervokompostu i vydalennja tverdyh vkljuchen' [Tue. 46.16.20.12-94. Initial requirements for equipment for the preliminary processing of recurrants and removal of solid inclusions]. Kyi'v, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
27. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.12-93. Vyhidni vymogy na ustanovku dlja viddilennja cherv'jakiv vid substratu [Tue .46.16.20.12-93. Output requirements for the separation of worms from the substrate]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1993, 6 p.
28. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.13-94. Vyhidni vymogy na ustanovku dlja viddilennja cherv'ja-kiv vid kompostu i sushinnja biogumusu [46.16.20.13-94. Output requirements for the separation of worms from compost and drying of biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 6 p.
29. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.14-94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja sushinnja biogumusu [Tue. 46.16.20.14-94. Output requirements for equipment for drying of biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
30. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.15.94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja podribnennja biogumusu [Tue. 46.16.20.15.94. Initial requirements for equipment for shredding biohumus]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.
31. Senchuk, M.M. Vt. 46.16.20.16.94. Vyhidni vymogy na obladnannja dlja frakcionuvannja biogumusu [Tue. 46.16.20.16.94. Output Requirements for Equipment for Biohumus fractionation]. Kyiv, Ministry of Agriculture and Food of Ukraine, 1994, 5 p.

Обоснование энергоэффективной технологии производства биогумуса

Н.Н. Сенчук

На сегодня 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 механизированного местного применения в почву для производства органо-минеральных смесей и биостимуляторов, для использования при выращивании комнатных растений, саженцев, тепличного хозяйства.

Основываясь на вышесказанном 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 – энергоёмкость биогумуса 2,040 МДж/кг, за технологической схе-

мой рис. 1б, 2а, 3в – енергоємність біогумуса 2,070 МДж/кг, за технологічної схемою рис. 1а, 2а, 3в – енергоємність біогумуса 2,106 МДж/кг. На основі отриманих досліджень ці технології можуть бути рекомендовані для впровадження.

Ключевые слова: енергоефективная технология, вермикомпост, дождевые черви, биогумус, энергоёмность биогумуса.

Substantiation of energy efficient technology of biohumus manufacturing

M. Senchuk

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.

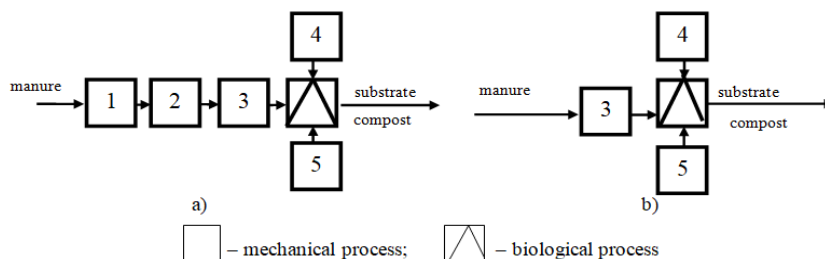


Figure 1. **Technological schemes of the process of preparation of the substrate (composting):**

1 – manure loading; 2 – manure transporting; 3 – loading, mixing and hilling; 4 – watering of hills; 5 – airing of hills.

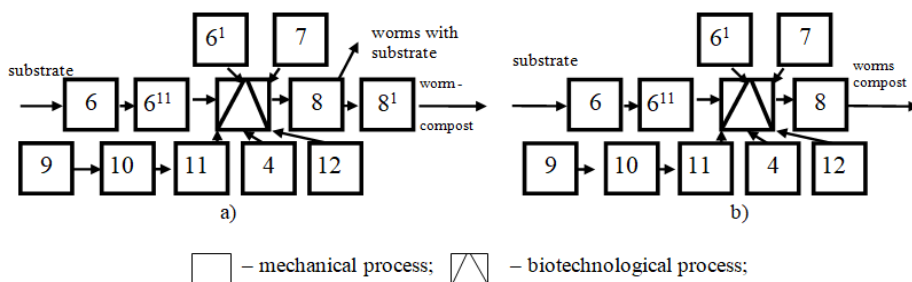


Figure 2. **Technological schemes of worm cultivation:** 6 – hill formation; 6¹¹ – worm adding; 6¹ – worm feeding;

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.

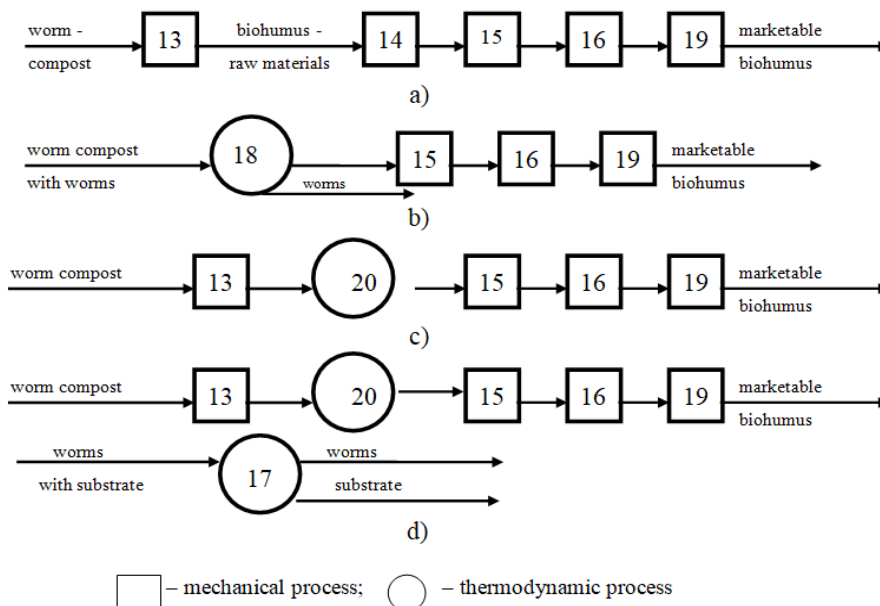


Figure 3. **Technological schemes of worm compost processing:** 13 – first processing; 14 – biohumus

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, 2в	-	0,957	-
Fig.1б, 2a	-	0,939	-
Fig.1б, 2б	-	0,909	-
Fig.1a, 2a, 3a	-	-	36,023
Fig.1a, 2a, 3в	-	-	2,106
Fig.1a, 2a, 3г	-	-	10,880
Fig.1a, 2б, 3б	-	-	61,770
Fig.1б, 2a, 3a	-	-	35,970
Fig.1б, 2a,3в	-	-	2,070
Fig.1б, 2a, 3г	-	-	10,860
Fig.1б, 2б, 3б	-	-	61,740
Fig. 1б, 2б, 3в	-	-	2,040

Energy effective technologies of production of marketable biohumus are the following:

biohumus production according scheme Fig.1a, 2a, 3в – Energy intensity of biohumus 2,106 MJ/kg;

biohumus production according scheme Fig.1б, 2a, 3в – Energy intensity of biohumus 2,070 MJ/kg;

biohumus production according scheme Fig.1б, 2б, 3в – Energy intensity of biohumus 2.040 MJ/kg.

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

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 635.621:631.5:504.7(477.7)

ЛИМАР А.О., д-р с.-г. наук

ЄВТУШЕНКО О.Т., канд. с.-г. наук

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

semen_olga@ukr.net

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ГАРБУЗА МУСКАТНОГО НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Представлено результати з оптимізації технології вирощування гарбуза мускатного у незрошуваних умовах шляхом регулювання впливу агроекологічних факторів для підвищення його продуктивності. Польові дослідні провали на полях дослідного господарства Південної державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН України, що розташоване у Голопристанському районі Херсонської області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний осолоділий малогумусний. Схема досліді включала такі варіанти – сорт (фактор А): Яніна (ранньостиглий), Гілея (середньостиглий); площа живлення рослин (фактор В): 2 м²; 3 м²; 4 м² та 5 м²; дози та способи внесення добрив (фактор С): без добрив (контроль); рекомендована доза добрив N₆₀P₉₀K₆₀ урзкід; ½ рекомендованої (N₃₀P₄₅K₃₀) локально; ¼ рекомендованої (N₂₀P₃₀K₂₀) локально; ¼ рекомендованої (N₁₅P₂₃K₁₅) локально. Найбільш адаптованим до посушливих умов півдня України визначено ранньостиглий сорт Яніна, що відрізнявся інтенсивністю проходження фаз розвитку, і, маючи більш короткий період вегетації, формував вищу на 2,5 т/га, або 17 %, урожайність плодів порівняно з середньостиглим сортом Гілея. За умови внесення N₃₀P₄₅K₃₀ локально і N₆₀P₉₀K₆₀ урзкід і розміщення рослин на площі 5 м² формувалися статистично однакові найвищі рівні врожайності плодів: сорту Яніна – 20,6-20,7 т/га та сорту Гілея – 17,8-18,0 т/га. З погляду харчової цінності найбільш якісним виявився м'якуш сорту Яніна, а вирощування культури за внесення N₆₀P₉₀K₆₀ урзкід і N₃₀P₄₅K₃₀ локально та розміщення однієї рослини на площі живлення 5 м² дозволяє отримати максимальний вихід каротину – 33,0-36,1 кг/га та високий вміст сухої речовини, цукрів, аскорбінової кислоти і пектину у його плодах.

Ключові слова: гарбуз мускатний, площа живлення, добрива, сорт, урожайність плодів.

Постановка проблеми. Головним напрямом землеробства є одержання стабільних і прогнозованих урожаїв сільськогосподарських культур шляхом наукового, економічного, екологічного обґрунтування та впровадження сучасних технологій вирощування. Особливістю ґрунтово-кліматичної підзони Південного Степу України є недостатня кількість атмосферних опадів зі значним потенціалом сонячної енергії. Унаслідок таких природних особливостей практично кожен рік спостерігається гострий дефіцит ґрунтової вологи, який перешкоджає отриманню запланованого