



УДК 631.862.1

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В БІОКОНВЕРСІЇ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ

Павленко С.І., к.т.н.

*Запорізькій науково-дослідний центр з механізації тваринництва
ННЦ «ІМЕСГ» НААН України
Тел./факс +380(61) 289-81-44*

Анотація – в роботі надано аналіз результатів ресурсозбереження в механізованих технологіях біоконверсної переробки органічних відходів тваринництва і рослинництва.

Ключові слова – ресурсозбереження, органічні добрива, прискорене компостування, компост, біогаз, органічне землеробства, ферментер, аератор-змішувач органічної суміші, сухе зброджування.

Постановка проблеми. Біоконверсія відходів рослинництва і тваринництва є основою ресурсозбереження в сільськогосподарському виробництві, одним з напрямів більш повного використання природно-ресурсного потенціалу. Біоконверсія забезпечує економію виробничих ресурсів та приріст об'ємів виробництва в межах існуючої матеріально-технічної та фінансової бази із фахових галузей сільськогосподарського виробництва. Тому їх необхідно розглядати в системному аналізі, що допоможе науковцям і керівникам господарств підняти ефективність заходів.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз літературних джерел з проблеми ресурсозбереження дозволив виділити суттєві ознаки, що розглядаються фахівцями з економіки [1-3]: види ресурсів, що зберігаються; зміст процесів; можливості реалізації заходів; стадії життєвого циклу ресурсу і продукції, обсяги фінансування і результати ресурсозбереження [1,2]. Серед ресурсів, що зберігаються: матеріали [4], енергія [5,6], затрати праці [7,8], фонди [9,10], родючість ґрунтів [11-14], водні ресурси [14,15].

Біоконверсні процеси забезпечують високий соціально-екологічний ефект, що полягає у зменшенні викидів парникових газів і запахів, профілактиці санітарних заходів тощо [5, 6, 8]. Кожна з фахових галузей вбачає в біоконверсії свої переваги і розраховує по своїм методикам економічні ефекти від впровадження біоконверсних технологій і технічних рішень, що забезпечують їх виконання. Так в агрономії розглядають зменшення норм внесення органічних добрив –



компостів, що готували по технології прискореного компостування, покращення хімічного складу субстрату і поновлення гумусового складу ґрунту, зменшення долі мінеральних добрив. В той же час одержуємо частину продукції, що має ринкову цінність: біогаз, тверді і рідкі органічні добрива [13].

Мета дослідження. Узагальнити результати ресурсозбереження в механізованих технологіях біоконверсної переробки органічних відходів тваринництва і рослинництва.

Основна частина. Існують три основні підходи щодо використання органічних відходів тваринництва і рослинництва на основі біоконверсії: технологія аеробного зброджування, технологія анаеробного зброджування і комплексна технологія анаеробного зброджування з подальшим аеробним обробітком суміші. Аеробне зброджування – процеси протікають в присутності кисню, а анаеробне – без такого. Суть біоконверсних творень – забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів на основі хімічних процесів поглинання органічної речовини сировини в природних або штучно створених умовах. В процесах змінюється маса твердої речовини, її склад, виділяється теплоенергія, а біогаз, який створюється від діяльності кислото- і метаноутворюючих бактерій, після доробки можливо використовувати безпосередньо або конвертувати в електричну енергію. Залишок переродженої ферментованої біомаси в рідкому або твердому стані вноситься на поля або направляються за іншими програмами як органічні добрива. В природних умовах процеси біоконверсії проходять від 6 місяців до 2 років, а штучно створених – від 7...14 днів до 2...4 місяців.

Біоконверсія енергії біомаси в біогаз шляхом метанового зброджування дозволяє комплексно вирішувати енергетичні, соціальні, агрохімічні й екологічні проблеми. Важливої складової ефективності біогазової технології нарівні із прямими ефектами (одержання біогазу й високоякісних добрив) є існування ряду опосередкованих ефектів, значення яких ґрунтується як на економічних показниках, так і на загальнодержавних пріоритетах. До них слід віднести:

- зниження енергетичної складової у собівартості сільгосппродукції;
- економія енергоресурсів у високовитратному виробництві мінеральних добрив;
- резервування енергії для безперервного виконання основних технологічних процесів у виробництві тваринницької продукції;
- зниження гербіцидних навантажень на ґрунти й т.п.

Ефективність роботи й використання потенціалу біогазових технологій і біоенергетичних установок у значній мірі залежить від основної мети їх створення тому, що цим визначається їхнє технічне оснащення, складність, комплектність, а звідси й витрати на капіталь-



ні споруди й обслуговування. Впровадження таких установок передбачає:

- раціональне використання енергії біомаси відходів сільськогосподарського виробництва (тваринного, рослинного, комунального походження й т.п.) з одержанням біопалива й залученням до енергобалансу додаткового нетрадиційного й поновлюваного джерела енергії у вигляді біогазу. Реальний потенціал одержання біогазу в АПК України лише від переробки тваринницьких відходів (гною) становить 0,3...0,5 млрд м³/рік, тим часом як загальний біогазовий потенціал у тваринництві становить 2,5 млрд м³/рік.

- одержання високоякісних біодобрив (10...20 млн т/рік) і підвищення завдяки цьому врожайності сільськогосподарських культур (на 10...20%), а головне – дотримання вимог збереження гумусового складу й родючості значно збіднених за останні роки ґрунтів України.

- диверсифікованість сільськогосподарського виробництва за рахунок торгівлі новою продукцією (біофітопрепаратами, вітамінами), квотами за рахунок зменшення викидів парникових газів – двоокису вуглецю й метану, які становлять 96% складу біогазу.

- Охорону навколишнього середовища: зменшення або попередження забруднення навколишнього середовища вторинними продуктами (відходами) сільськогосподарськими виробництва; поліпшення екологічної, санітарно-гігієнічної ситуації в регіоні (шляхом дезодорації, девіталізації, знезаражування, очищення стоків від органічних речовин).

В Україні, на сьогодні, найбільш значними біогазовими установками промислового типу вважаємо: тваринницький комплекс «Запоріжсталь», «Агро-Овен» у Дніпропетровській області, «Українська молочна компанія» с. Великий Крупіль, «Еліта» в Терезіно Київської області. З нових споруд слід відмітити біогазові установки, що запущені в 2013 році в господарствах «Деміс-Агро» та «Оріль-Лідер» [16] в Дніпропетровській області і «Даноша» в Івано-Франківській області, «Астарта» Глобино в 2014 р. Полтавської області. Крім того, біля 20 біогазових установок знаходиться на різних стадіях будівництва і проектування (рис. 1).

Експертні оцінки показують, що для виробництва біогазу в Україні необхідно побудувати близько 3000 установок із середнім обсягом 1000 м³ кожна, в т. ч. на свинофермах і свинокомплексах і птахофермах 130 шт.; в інших тваринницьких і переробних підприємствах 2478 шт.

В той же час маємо суттєві недоліки, які затримують розповсюдження біогазових установок в Україні:

- значні початкові інвестиції і строки окупності капіталовкладень;
- технологічні проблеми пов'язані з експлуатацією установок:



а



б

Рис.1. Загальний вигляд біогазової установки наземного типу в підприємствах «Оріль-Лідер» (а) та «Деміс-Агро» (б) [16].

- організаційні проблеми пов'язані з утилізацією зброденої маси в умовах обмеження агротехнічних строків по внесенню рідкої фракції.
- значне підвищення в 3...5 разів об'ємів безпідстилкового гною на фермах без використання БЕУ, що збільшує логістичні витрати.
- складна дозвільна система по проектуванню і введенню в експлуатацію установок.

Успіх багато в чому залежить від державної підтримки галузі. Практично всі країни, де розвинуті біогазові технології, стимулюють їх розвиток за рахунок преференцій: підвищених тарифів на електроенергію, доступного фінансування будівництва і експлуатації, тощо.

Аеробні процеси біоконверсії є базовими в процесах компостування і біотермічному процесі розкладання органічних відходів з метою одержання органічних добрив. Складові відходів – гній тварин і послід птиці в сумі рештками рослин і деревообробки та іншими матеріалами, що мають вологопоглинальні властивості. Створені оптимальні умови в органічних сумішах забезпечують активну роботу мікроорганізмів, яка супроводжується значним вивільненням теплової енергії, підвищенням внутрішньої температури до $55...60^{\circ}$, що приводить до знезараження патогенної мікрофлори, грибів, бактерій, зниження схожості насіння бур'янів.

В технологічному комплексі машини, що забезпечують одержання компосту, можуть задіяні різні види технічні загального і спеціального призначення. На сьогодні в світі поширені технології з використанням аераторів-змішувачів (рис. 2) різної комплектації і виконання робіт: змішування компонентів, формування і перекидання буртів, зволоження сумішей, навантаження [17].



Рис. 2. Змішувач-аератор компостів у роботі.

Бурти на відкритих майданчиках, найбільш простий вихід для компостування, але суттєва залежність від погодних умов зменшує ефективність процесів біоконверсії. Великі і не контрольовані втрати тепла і біогазу в оточуюче середовище – недоліки технології. Розміщення відходів в тунелях, сховищах, траншеях (рис. 3) зменшує теплові викиди, але потребує розробки спеціальної техніки для аерації сировини. Закриті біоферментаційні камери (рис. 3, V;), в різних виконаннях, де повітря подається вентиляційними установками на протязі до 30 днів, забезпечують навіть прискорену біоконверсію загиблих тварин і птиці [18, 19].

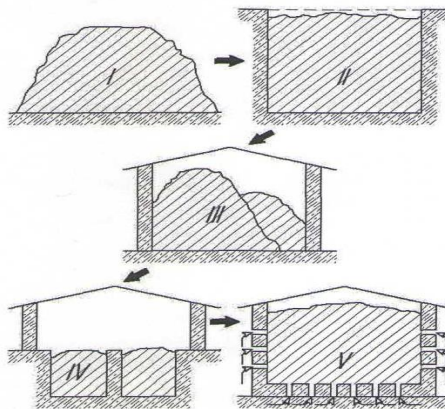


Рис. 3. Розвиток механізованих способів твердофазного компостування підстилкового гною: I – відкритий бурт; II – відкритий тунель; III – закритий бурт; IV - закритий тунель; V – ферментаційна камера.

Блок-схема видів та напрямів ресурсозбереження при механізованій технології компостування твердих органічних відходів на рисунку 4 в загальному вигляді показує інформацію, якою необхідно користуватись, щоб зробити висновки про технологічну та економічну доцільність біоконверсної технології і обґрунтованість в тому, що вона дійсно ресурсозбережна.

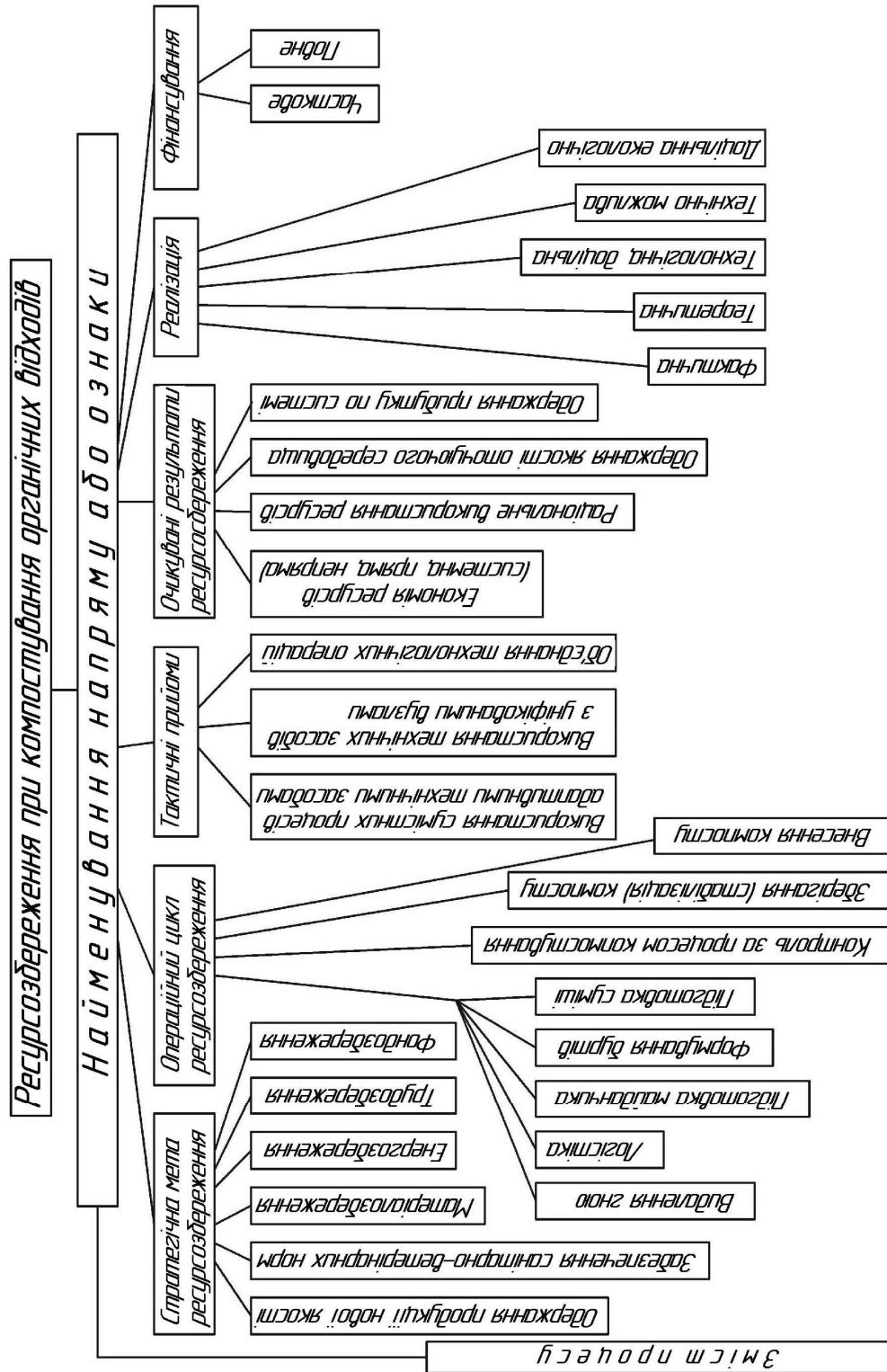


Рис.4. Блок-схема видів та напрямів ресурсозбереження при компостуванні твердих органічних відходів



Визначення, який технологічний ресурс бажано одержати – це головна стратегічна мета, що в подальшому забезпечує вибір тактичних напрямків. Їх дуже багато: хімічні, біологічні, технічні та екологічні.

З іншої сторони ресурсозбереження це пошук внутрішніх ефективних рішень на основі аналізу системи машин технологічного процесу одержання продукції та рівні окремо взятого підприємства або напрямку. В цьому випадку можливо використовувати або відповідно модернізувати існуючі машини.

Недоліки аеробного процесу – значні викиди тепла, невикористаний газ, що утворюється при ферментації, а в анаеробних процесах – велика кількість технологічної води і складність її утилізації, значні капітальні витрати. Поєднання цих способів знайдено в технологіях "сухого зброджування", де вологість переробленої органічної суміші не перевищує 85 %. В звичайних "вологих", технологіях 85 %, а в дійсності робоча вологість біосубстрату – 92...94 %.

Привабливість технологій "сухого зброджування", полягає в зменшенні об'ємів рідкої фракції і частковому її використанні в процесі зброджування, в доступнішому складуванні відходів після ферментації в порівнянні з "вологою", ферментацією, одночасним одержанням біогазу і добрив, контрольованість екологічного стану. Переваги цієї технології – значно менші капітальні та експлуатаційні витрати, через зменшення кількості вихідної сировини і зниження вологості до вхідної.

Перспективи "сухої", ферментації з'являються в напрямках ефективних процесів одержання біогазу з суміші гною сільськогосподарських тварин та рослинної біомаси енергетичних культур – кукурудзи, трави і силосу з них, а також додаткових продуктів рослинництва: соломки злакових, бадилля буряків і картоплі, кукурудзи, соняшнику.

При цьому частка гною може складати 25... 40 % вхідної сировини. При "сухому зброджуванні", трави з 1 тони сухої маси можливо отримати 6 тис. м³ біогазу з енергетичною цінністю 21 МДж/м³, що еквівалентно 12...13 ГДж/ц. Під час ферментації частина органічної речовини перетворюється на біогаз, а залишок використовують після твердофазної ферментації – компостування як добриво. Суть технології "сухого зброджування",: вхідну сировину – гній тварини до 30...40 % по масі і силос або інші рослинні відходи, часто без перемішування розміщують в горизонтальні або вертикальні установки – гаражні, касетні, контейнерні сховища.

Без доступу кисню, з додаванням фільтрату рідини відбуваються процеси ферментації – бродіння з виділенням біогазу, що збирається в газгольдері і, в подальшому за технологією використання. Через 20...30 днів, в залежності від технології, сховища відкривають і зали-

шки вихідної маси піддають природному компостуванню.

Технологія "сухого зброджування", дозволяє організувати крупні підприємства з переробки органічних відходів потужністю до 30...50 тис. т на рік, забезпечуючи високу якість екологічної безпеки, повернення в обіг органічної маси, одержувати до 300...400 кВт.год. електроенергії на тону відходів. В західній Європі функціонують десятки підприємств з переробки відходів за технологіями DRANKO, BEKON, BIOFerm, 3A-biogas, KOMPOFERM, Valorga, Kompogas, SEBAS, SMARTFERM (рис.4) [20].

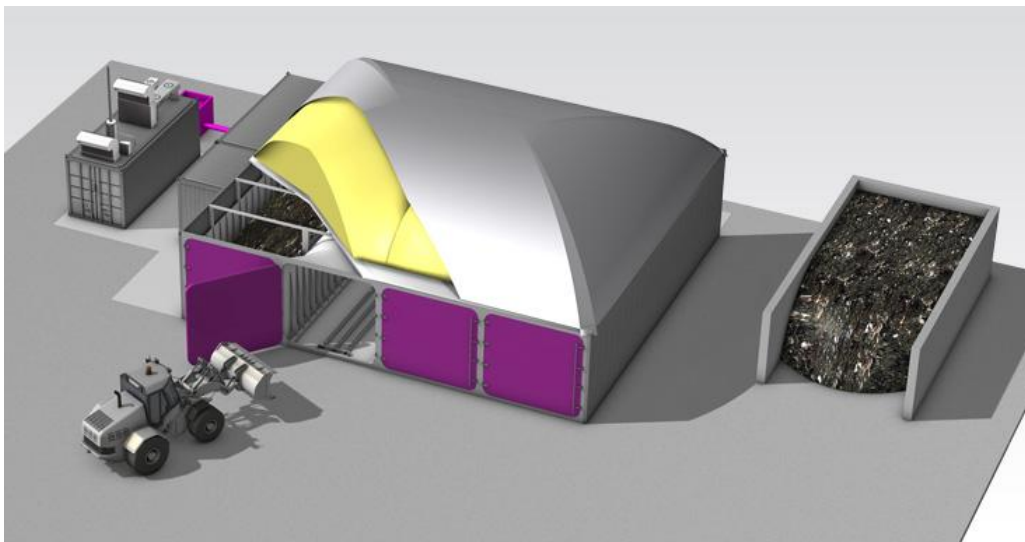


Рис. 5. Модульний завод SMARTFERM з переробки органічних відходів продуктивністю 3,6 тис. т на рік [20].

В Україні про використання технологій "сухого зброджування", інформації дуже мало. Тому одним із напрямів наукових досліджень можливо розглядати процеси утворення субстратів на основі "сухого зброджування,

В цілому, сумарний ресурсозберігаючий ефект від впровадження технологічних заходів біоконверсії органічної сировини:

$$P = \sum_{i=1}^n P_T \quad (1)$$

де P_T – якісні і кількісні результати, що забезпечують позитивні результати від заходів біоконверсії.

Визначити значення в гривнях P_T можливо в загальному вигляді:

$$P_T = \sum_i P_\varepsilon + \sum P_{\text{вет}} + \sum P_P + \sum P_i + \sum T \quad (2)$$

де P_ε - соціально-економічний ефект від впровадження біотехнологій;



$P_{вет}$ – ветеринарний ефект від впровадження біотехнології;

P_P – ефект від збереження ресурсів: матеріалів, води, енергії, фондів, затрат праці;

P_i – ефект від інших організаційних заходів;

T – вартість одержаного продукту (товару) – твердих і рідких органічних добрив, біогазу.

Очевидно, що складові мають пряму дію і їх реально підрахувати – P_P , T , а інші – непряму – P_ε , $P_{вет}$, P_i , що потребують суб'єктивної оцінки одержаного ефекту.

З іншої сторони, забезпечення позитивного ефекту ресурсозбереження від впровадження біотехнологій – це затратний механізм:

$$Z = \sum Z_{кап} + \sum Z_{екс} + \sum Z_{зат} + \sum Z_{зб} + \sum Z_i; \quad (3)$$

де $\sum Z_{кап}$ – капітальні затрати на споруди і обладнання;

$\sum Z_{екс}$ – затрати на експлуатацію в господарстві, логістику;

$\sum Z_{зат}$ – затрати на матеріали;

$\sum Z_{зб}$ – витрати на зберігання і збут готової продукції;

$\sum Z_i$ – на інші види затрат.

Фактично, сумарний ресурсозберігаючий ефект:

$$P = \sum_{i=1}^n P_T - \sum_{i=1}^n Z \quad (4)$$

Структура позитивних переваг по впровадженню біотехнологій і затрат та виконання забезпечують ефективність заходів, а глибока об'єктивна оцінка складових структури – вибір раціональної технології біоконверсної переробки в умовах окремого господарства.

Висновок. Узагальнені напрямки ресурсозбереження показують переваги соціально-екологічних засобів безпеки перед одержанням товарної продукції. Відсутність ефективних методик визначення результатів біоконверсії в окремих галузях і в цілому по її технологічному процесу, а також низька активність держави зі стимулювання і впровадження переробки органічних відходів стримує їх розвиток в Україні.

Література.

1. ДСТУ 3052-95 (ГОСТ 30167-95) Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження у документації на продукцію (Чинний від 1997.01.01). – К.: Держстандарт України, 1996. – 61 с. Источник: <http://5fan.info/ujgujgpoljgeujgyfs.html>



2. *Сотник І.М.* Класифікація напрямків та видів ресурсозбереження як інструмент обґрунтування надання економічних пільг при реалізації ресурсозберігаючих заходів [Текст] /*І.М. Сотник* // Механізм регулювання економіки. - 2006. - №1. - С. 67-76. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3607>
3. *Шерстюкова К.Ю.* Особливості ресурсозбереження в сучасних умовах функціонування підприємств / *К. Ю. Шерстюкова* // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. - 2013. - Вип. 1(2). - С. 138-142. - [Електронний ресурс]: Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Траєiv_2013_1\(2\)_31.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Траєiv_2013_1(2)_31.pdf)
4. *Мостенська Т.Л., Новак В.О., Луцький М.Г.* Корпоративне управління. Підручник. – 2-ге видання.- К.: Видавництво "КАРАВЕЛА", 2011. – 400с.
5. Агроекологія (підручник) / За ред. *М.М. Городнього, М.К. Шичули* та ін. К.: «Вища школа» 1993, - с.414.
6. Агроекологія. / *О.Ф. Смаглій, А.Т.Кардамов, П.В. Литвин* та ін. К.: Вища школа 2006, - с.671.
7. *Антонець С.С.* та ін.. Органічне землеробство – з досвіду ПП. «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області / *С.С.Антонець, А.С.Антонець, В.М. Писаренко.* - Полтава 2010, - с.200.
8. *Ацци Д.* Сельскохозяйственная экология. (пер. с итал. *В.И. Ковалевського*, Под ред. *М.Л. Сафотерова.* - М.: Сельхозгиз 1982, - с.337.
9. *Писаренко В.М.* Агроекологія /*В.М.Писаренко, П.В.Писаренко, В.В. Писаренко* Полтава 2008. - с.255.
10. *Ковалко М.П.* Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / *М.П. Ковалко, С.П. Денисюк; Відпов. ред. А.К. Шидловський.* – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.
11. *Гавриленко О.П.* Екогеографія України: навчальний посібник:/ *О.П. Гавриленко.*- К.: Знання, 2008.- 646 с.-
12. Рекреаційні ресурси та їх оцінка [Електронний ресурс]: Режим доступу: dnu.dp.ua/metodi/fbio/Ecologiya/5Kurs/Dovgal_Recreatsijni_resursi.
13. *Данилишин БМ.* Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. / *Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко* та ін. - К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 1999. — 716 с.
14. *Barstow, L.M.* Evaporative temperature and moisture control in solid substrate fermentation / *L.M.Barstow, B.E.Dale, R.P.Tengerdy*// *Bio-technol Techniques.*- 1988 - №2.-P. 237-242.
15. *Dixon, J.V.* Minerals in Soil Environments / *Dixon J.V., Weed S.B.* - Madison: Soil science society of America, Inc., 1977. - 214 p.
16. *Гелетуха Г.* Перспективи біогазу в Україні [Електронний ресурс]: Режим доступу:



<http://www.epravda.com.ua/columns/2013/07/3/383399/>

17. Павленко С.І Новітні технічні засоби переробки органічних відходів / С.І Павленко, О.О. Ляшенко, А.А. Поволоцький, Ю.А. Філоненко Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Технічні системи і технології тваринництва». — Вип. №132. — Харків. — 2013. — с.193-200.
18. 3A-BIOGAS – Three step fermentation of solid state biowaste for biogas production and sanitation: Final report / «EESD» Programme (1998–2002). Contract: ENK6-CT-2002-30026.
19. Lutz P. New BEKON biogas technology Batch process dry fermentation / Peter Lutz // Brochure. BEKON Energy Technologies GmbH & Co. KG. – 8 p.
20. Павленко С.І Закордонні технології анаеробного перероблення органічних відходів / С.І Павленко, О.О. Ляшенко, Ю.А. Філоненко // Техніка і технології АПК. — 2014. — №9(60). — с.22-23.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В БИОКОНВЕРСИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

С.И. Павленко

Аннотация - в работе дан анализ результатов ресурсосбережения в механизированных технологиях биоконверсионной переработки органических отходов животноводства и растениеводства.

RESOURCE THE ORGANIC WASTES BIOCONVERSION

S. Pavlenko

Summary

The paper presents analysis of resource conservation technologies in mechanized bioconversion organic waste livestock and crop production.