

ми действующих стандартов, что создает предпосылки для повышения эффективности использования природного газа в системах отопления.

2. Температурные графики существующих высокотемпературных систем отопления не позволяют в полной мере использовать технические преимущества современных высокоэффективных водогрейных котлов.

3. При реконструкции зданий одновременно с улучшением теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций для обеспечения сбалансированного обогрева целесообразно понижать температурный график существующей системы отопления до минимально возможного, что обеспечивает условия для применения современных высокоэффективных водогрейных котлов, прежде всего конденсационных.

4. Применение конденсационных котлов позволяет снизить потребление природного газа на отопление здания на 13,5% по сравнению с применением обычных котлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ДСТУ 2326–93* (ГОСТ 20548–93) Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью до 100 кВт. Общие технические условия. – Держстандарт України, 1994. – 17 с.

2. *ГОСТ 10617–83* Котлы отопительные теплопроизводительностью от 0,10 до 3,15 МВт. Об-

щие технические условия. – Госстандарт СССР, 1985. – 13 с.

3. *ГОСТ 30735–2001* Межгосударственный стандарт. Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,1 до 4,0 МВт. Общие технические условия. – 16 с.

4. *СНиП 2.04.05–91* Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой СССР, 1991. – 83 с. <http://www.delo1.ru/gost.php>.

5. *Ионин А.А.* Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.

6. *СНиП II–35–76* Котельные установки. – М.: Госстрой СССР, 1976. – 55 с. <http://www.delo1.ru/gost.php>

7. *Технический регламент* отопительных котлов, работающих на газообразном и жидком топливе. – Кабінет Міністрів України, Постанова від 27 серпня 2008 р. № 748.

8. *Beckaert heating*. WTB // <http://www.aluheat.nl>

9. *Жовмир Н.М.* Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов // Промышленная теплотехника. – 2008. – Т. 30, №5. – С. 62–68.

10. *Украина: Энергосбережение в зданиях.* – ЕС-Energy Centre Kiev. – 274 с.

11. *СНиП II–А.6–72* Строительная климатология и геофизика. – М.: Госстрой СССР, 1973. – 320 с.

Получено 21.01.2009 г.

УДК 579.26; 631.223.018; 631.687.7

Процишин Б.М., Михалевич В.В., Фщук Н.У.

Институт технічної теплофізики НАН України

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ АГРОПРОМУ – ОДИН З ШЛЯХІВ ДО ЕКОНОМІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Проаналізовано витрати на виробництво хімічних, мікробіологічних та органічних добрив. Встановлено, що при переробці накопиченої органіки можна виробляти енергію та задовольнити

Проанализированы затраты на производство химических, микробиологических и органических удобрений. Показано, что при переработке образовавшейся органики можно вырабатывать энергию и

Expenditures are analyzed for the production of chemical, microbiological, and organic fertilizers. It is established that, in the course of processing of accumulated organics, it is possible to produce energy

промисловість у необхідних органічних добривах. Показано, що виготовлення концентратів мікробіологічних препаратів забезпечує стабільну та ефективну роботу біореакторів.

снабжать сельское хозяйство необходимыми органическими удобрениями. Показано, что производство концентратов микробиологических препаратов обеспечивает стабильную и эффективную работу биореакторов.

and to provide agriculture with necessary organic fertilizers. It is shown that the production of concentrates of microbiological preparations guarantees stable and efficient operation of fermenters.

Керівні органи України вважають за необхідне впровадження сучасних технологій з метою зниження енергозалежності агропромислового комплексу та собівартості виробленої продукції.

Основними постачальниками азоту сільськогосподарським культурам є хімічні добрива – карбамід та аміачна селітра. На їх виготовлення, а також виготовлення аміаку витрачається біля восьми мільярдів кубометрів природного газу. Питомі витрати газу на 1 т хімічних добрив складають до 0,7 тис. нм³ [1].

Цілком очевидно, що у майбутньому людство буде почувати себе у безпеці при наявності енергетичних ресурсів, продуктів харчування та відсутності екологічних проблем. Цих умов можна досягти тільки при збалансованому розвитку кожного з напрямів. Яскравим прикладом реалізації ефективного та екологічно безпечного агропромислового виробництва є господарства із замкнутим циклом руху біомаси та енергії – так звані біоконверсні комплекси.

Біоконверсний комплекс [2] – це екобіотехнологічна замкнута система виробництва сільськогосподарської продукції з мінімальними матеріально-технічними й енергетичними витратами з використанням джерел енергії, що відновлюються, та органічних добрив для створення стабільного екологічного навколишнього середовища (рис. 1).

Як видно зі схеми, її головні складові – рослинництво, тваринництво й енергетика перебувають у тісному взаємозв'язку й можуть бути збалансовані щодо споживання додаткової енергії, добрив та кормів у мінімальній кількості.

Згідно з проектом загальнодержавної програми розвитку молочного скотарства України кількість корів повинна зростати для задоволення потреб населення у молочній продукції та м'яса з вітчизняних джерел. Будуть зростати потреби в зерні, зелених рослинах, бобових і т. ін. Зростатимуть і відходи, які є джерелами біогазу, твердого палива та добрив.

За таких умов, як впливає з рис. 1, для одержання екологічно чистої продукції, збільшення врожайності в рослинництві, зменшення витрат від хвороб у тваринництві, зменшення витрат природних палив необхідно використовувати екологічно чисті корми, добрива, лікувально-профілактичні препарати біологічного походження. Дуже важливим також є впровадження керованого процесу одержання біогазу в ферментаційних реакторах за допомогою концентратів метаноутворюючих бактерій. Тому на сьогодні великого значення набуває виробництво й використання мікробіологічних препаратів для сільського господарства. Основою їх є азотофіксуючі, фосфоромобілізуєчі, метаноутворюючі бактерії. Вони здатні збагачувати ґрунт легкодоступними для рослин формами азоту й фосфору, збільшити ефективність використання кормів, підвищити ефективність одержання альтернативного палива.

В ІТТФ НАН України розроблено технології та устаткування для виробництва мікробіологічних препаратів. На рис. 2 показано схему одного з варіантів такої технологічної лінії.

Інститутом сільськогосподарської мікробіології УААН (м. Чернігів) розроблено більше десяти видів бактеріальних препаратів. Вони відновлюють мікробіоценоз ґрунту, забезпечують підвищення польової схожості й енергії для проростання насіння рослин, сприяють формуванню більш розвиненої кореневої системи в рослинах, інтенсифікують використання живильних речовин, а відтак підвищують врожайність, стійкість рослин до хвороб, до вимерзання й посухи, підвищують якісні показники сільськогосподарської продукції.

З даних Держкомстату України впливає, що земля в Україні не одержує необхідної кількості добрив, у першу чергу – органічних. За даними Держкомстату в 2008 р. частка удобреної площі мінеральними добривами до загальної посівної площі складала 69 %, а органічними – 2,5 % [3].

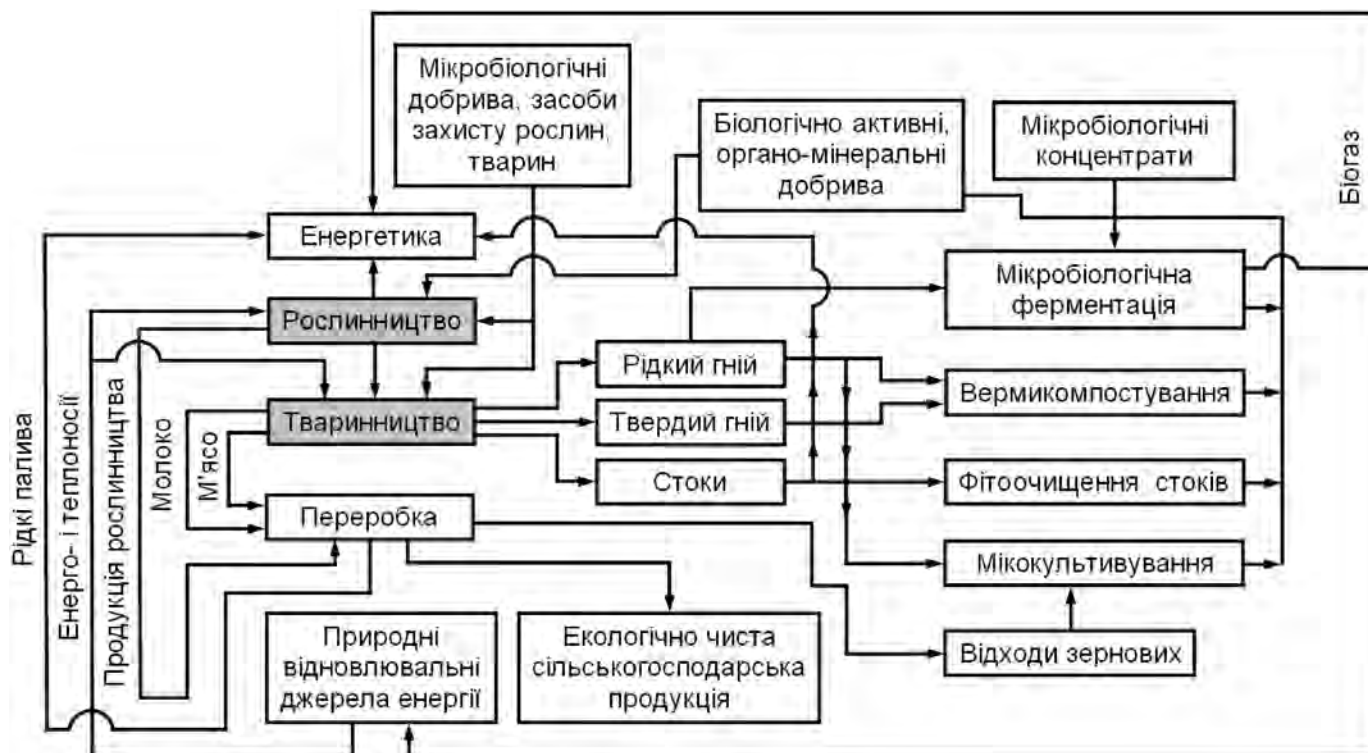


Рис 1. Принципова схема біоконверсійного комплексу.

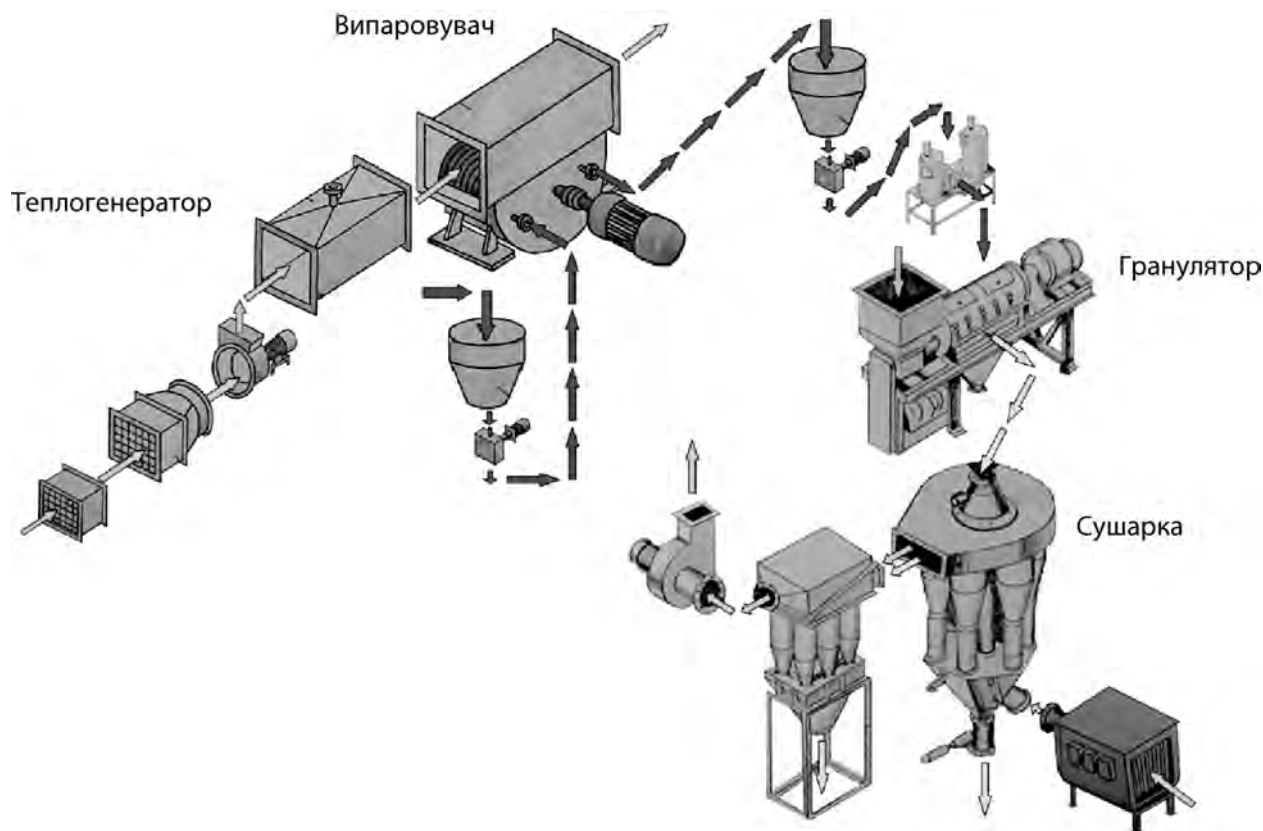


Рис. 2. Технологія та устаткування для виробництва мікробіологічних концентратів, кормів та добрив.

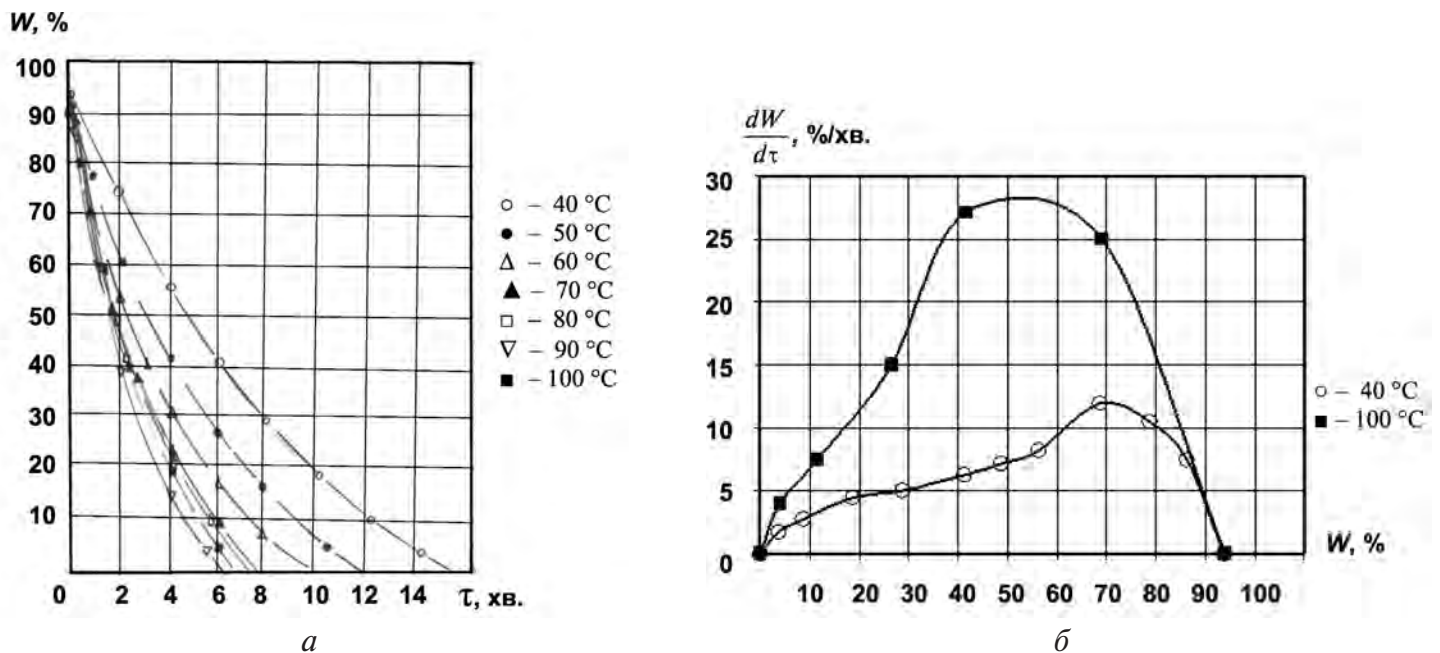


Рис. 3. Криві сушіння (а) та швидкості сушіння (б) культури метаногенних бактерій, вирощених на меласній барді: швидкість теплоносія $v = 2,8 \text{ м/с}$; температура теплоносія $t = 40 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Це призводить до виснаження й деградації земель [4].

Мікробіологічні добрива практично не виробляються. Мінеральні добрива дуже дорогі. Звідкіля можна зробити висновок: одночасно зі збільшенням поголів'я великої рогатої худоби в Україні необхідно розвивати мікробіологічну промисловість. Мікробіологічні добрива повинні поступово замінювати мінеральні добрива не тільки тому, що вони екологічно чисті, а й тому, що їх собівартість значно нижча внаслідок меншої енергоємності. На виробництво однієї тонни хімічних добрив витрачається до $600 \dots 1000 \text{ м}^3$ природного газу, а з урахуванням електроенергії, що витрачається на технологічні потреби, – до 2500 м^3 природного газу, або до 2,9 т умовного палива [1]. На один гектар посівів вноситься 240 кг хімічних добрив, на що треба витратити 0,7 т умовного палива. На виробництво мікробіологічних добрив у перерахунок на один гектар витрачається розрахунково 0,25 кг умовного палива. Таким чином, на посівних площах України річна економія палива при широкому впровадженні мікробіологічних добрив може сягати мільйонів тонн умовного палива.

Дуже важливу інтенсифікуючу роль можуть зіграти мікробіологічні препарати і в процесах метанового збродження.

В ІТТФ НАН України проведено дослідження розчину перебродженої шламової маси Бортницької станції аерації та розчину асоціацій метаноутворюючих бактерій, де в якості харчових розчинів було використано відходи меласи та зернової барди.

Останні види виготовлено на кафедрі біотехнології факультету біологічної безпеки Інституту міського господарства Національного авіаційного університету. Результати дослідження щодо зневоднення цих розчинів представлено на рис. 3–4.

Ферментативні розчини Бортницької станції аерації мають $\sim 2 \%$ сухого залишку, що характеризує їх, як бідне харчове середовище для асоціацій метаногенів, які беруть участь в анаеробному процесі. Концентрати спеціально вирощених культуральних розчинів мали значну активність.

Характерною ознакою анаеробного розкладу є поетапне окислення вуглецевмісних сполук, яке поетапно відбувається за допомогою різних груп мікроорганізмів, що утворюють складний комплекс мікробного угруповання [5]. Особливістю цих штучних екосистем в біореакторах є:

- ◆ висока концентрація органічних речовин;
- ◆ відносно швидке використання їх мікроорганізмами за постійного поповнення органікою;

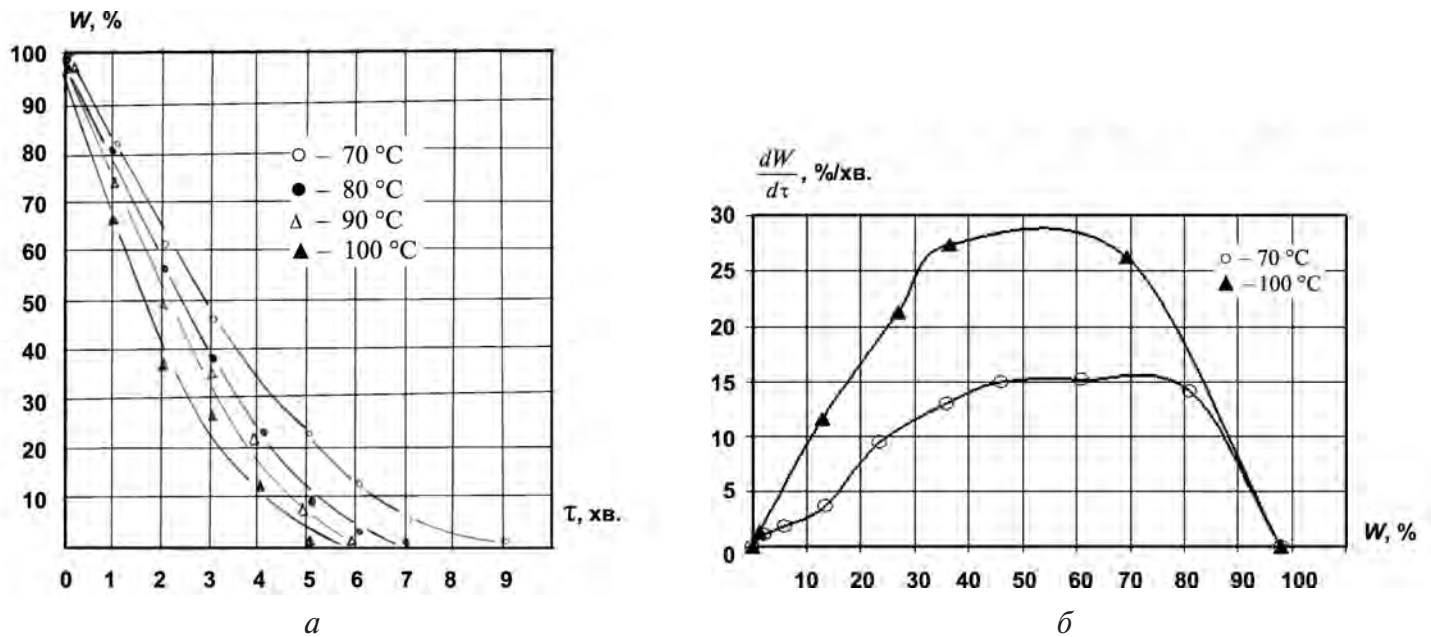


Рис. 4. Криві сушіння (а) та швидкості сушіння (б) перебродженої шламової маси з метантенків Бортницької станції аерації: швидкість теплоносія $v = 2,8$ м/с; температура теплоносія $t = 70...100$ °С; вологість початкового розчину – 98,0 %.

- ◆ рівномірний їх розподіл в об'ємі;
- ◆ постійна оптимальна температура процесу.

Ці умови призводять до масового розмноження всіх організмів ланцюга анаеробного розкладу органічних речовин, включаючи метаногенні бактерії. Щоб досягти швидкої переробки складних органічних речовин в метан, необхідно забезпечити як можна більшу кількість мікроорганізмів в біореакторі [6].

Високі концентрації метаногенів є передумовою інтенсивної роботи біореактора. В біореакторі, при нормальному перебігу процесу ферментація здійснюється внаслідок симбіотичних відносин між мікроорганізмами, всі проміжні продукти розкладу попередньої стадії переробляються мікроорганізмами наступної стадії. Оптимальні умови процесу переробки органіки вимагають відповідних умов життєдіяльності мікроорганізмів. На створення та підтримку цих умов впливають: вологість сировини, температура сировини та процесу, концентрація харчових речовин, рН середовища, анаеробні умови, тривалість зброджування, наявність інгібіторів та каталізаторів процесу та ін. Температурний режим процесу метанового зброджування – один з найважливіших факторів. Переробку намагаються

проводити в термофільному режимі (52...55 °С), бо він обумовлює більш високу швидкість розкладу органічних речовин та високу продукцію біогазу. Але оптимальною температурою роботи біореактора вважається 35...38 °С, що забезпечує більш стабільний процес зброджування. На роботу біореактора та кількість виділеного біогазу дуже впливають коливання температурного режиму переробки.

Створення виробництва високоактивних концентратів асоціацій метаноутворюючих бактерій та їх використання буде сприяти стабільній роботі біореакторів, інтенсивності процесу переробки, зменшенню тривалості переробки, збільшенню обіговості біореактора, зменшенню кількості біореакторів і, як наслідок, зменшенню капітальних витрат [6, 7].

Значною складовою вторинних ресурсів агропромислового комплексу України є відходи сільськогосподарських підприємств та приватних господарств, що утримують поголів'я великої рогатої худоби, свиней та птиці, а також шламіві осади станцій очистки стічних вод та шлами, одержані в біореакторах після ферментаційних процесів. За даними Держкомстату України в Україні накопичується до 40 млн т воло-

гих органічних добрив та мільйони тонн осадів станцій аерації. Згідно з попередніми розрахунками з них можна одержати енергію, еквівалентну багатьом мільйонам тонн умовного палива, або задовольнити агропромисловість в необхідних органічних добривах.

Висновки

1. Виготовлення концентратів асоціації метантенків зі спеціально вирощених культуральних розчинів, або з розчинів ферментативної переробки органічних відходів та використання їх при пуску та для підтримки стабільної роботи метантенків скорочує тривалість переробки органічних відходів, стабілізує роботу устаткування. Тверді осадки перебродженої маси є екологічним органічним добривом.

2. Виробництво органічних добрив значно дешевше хімічних, а їх застосування дозволяє виготовляти чисті продукти. З накопичених вологих органічних мас та мільйонів тонн осадів станцій аерації можна одержувати енергію для заміщення природного газу та у великій мірі задовольнити агропромисловість у необхідних органічних добривах.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Цыбко Л.Н.* Заводы закрываются не будут // Энергосбережение. Современная химия. – 2006. – № 6. – С. 44 – 47.
2. *Єрмоленко В.О.* Біологічно активні добрива. – К.: НВЦ СТ “Вибір”, 2002. – 151 с.
3. *Державний комітет статистики України.* За редакцією Ю.М.Остапчука. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай 2008 року в Україні. Статистичний бюлетень 2009 р. – К.: – 2009. – 46 с.
4. *Ксенз Л.* Плодородие на сходе. Деловая столица, № 23/369, 09.06.08.
5. *Малашенко Ю.Р., Хайер Ю., Бергер У., Романовская В.А., Мучник Ф.В.* Биология метанообразующих и метаноокисляющих микроорганизмов. – К.: Наук. думка, 1993. – 242 с.
6. *Дубровский В.С., Виестур У.Э.* Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига: Зинатне, 1988. – 196 с.
7. *Капустин В.П.* Совершенствование системы уборки и транспортировки бесподстилочного навоза. – Тамбов: Из-во Тамб.гос.техн. ун-та, 2001. – 128 с.

Получено 18.06.2008 г.