

5. Aleynikova, N.V., Mirzayev, I.B., & Andreyev, V.V. (2014). Ekologizatsiya sistemy zashchity stoloviykh sortov vinograda ot mild'yu v usloviyakh Kryma [Ecologization of the system for protecting table grape varieties from mildew in the crimea]. *Vinogradarstvo i vinodeliye – Viticulture and winemaking*, 4, 19–20. [in Russian]

6. Novozhilova, K.V. (1985). *Metodicheskiye ukazaniya po gosudarstvennym ispytaniyam fungitsidov, antibiotikov i protraviteley semyan selskokho-*

zyaystvennykh kultur [Guidelines for state testing of fungicides, antibiotics and seed dressers for crops]. Moscow: Kolos. [in Russian]

7. Avidzba, A.M. (2004). *Metodicheskiye rekomendatsii po agrotekhnicheskim issledovaniyam v vinogradarstve Ukrainy* [Methodological recommendations for agricultural research in the viticulture of Ukraine]. Yalta: Institut vinograda i vina «Magarach». [in Russian]

УДК 631.86:631.371:620.92:633/635

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.18>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ДИГІСТАТУ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

ПАЛАМАРЧУК В.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-4906-3761>

Вінницький національний аграрний університет

КОВАЛЕНКО О.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-2724-3614>

Миколаївський національний аграрний університет

КРИЧКОВСЬКИЙ В.Ю. – директор, здобувач
<https://orcid.org/0000-0002-3997-6743>

ТОВ «Органік-Д»

Вступ. Для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських та овочевих культур необхідно створювати позитивний баланс елементів живлення у ґрунті за рахунок використання органічних добрив. В умовах інтенсивного землеробства питання удобрення рослин виходить на перше місце, особливо в умовах високої вартості мінеральних добрив та дефіциту традиційних видів органічних добрив.

Використання органічних добрив зумовлюється їхньою невисокою вартістю порівняно із синтетичними добривами та високою ефективністю за рахунок вмісту макро- та мікроелементів. Наявність у складі органічних добрив корисних мікроорганізмів та комплексу поживних речовин забезпечує зростання урожайності, якості продукції та підвищує родючість і вміст гумусу в ґрунті. Наразі тривале використання мінеральних добрив сприяє мінералізації органічної речовини та зменшенню гумусу (Mazur V.A. et al., 2017).

Одним із видів традиційних органічних добрив є біоорганічні добрива, які отримуються із відходів тваринництва. Дані біоорганічні добрива мають позитивний агрохімічний та мікробіологічний склад і отримуються шляхом ферментації відходів тваринництва (свинячого гною) у біогазових установках. Потрібно відмітити, що поголів'я свиней в господарствах України згідно з даними асоціації свинарів України у 2019 році становило 3 395 600 голів (Prokopenko, 2019). Якщо зважати, що від однієї голови за рік можна отримати 1,5 тон гною, то усі свинокомплекси дають близько 5 093400 тон гною, який може виступати сировиною для виробництва біоорганічних добрив за отримання у процесі його зброджування біогазу (Babiiev et al., 2002).

У процесі зброджування гною свиней біогаз, що виділяється містить 60-65% метану. При сьогоднішній загальній кількості поголів'я тварин (свиней, ВРХ, птиці) в Україні за рахунок використання відходів тваринництва може покриватись 4-8% внутрішньої потреби в енергії (біогаз) (Hatsenko & Voloshyn, 2019; Polishchuk, 2019). При цьому інвестиційний період для будівництва біогазової станції (заводу) і проведення підготовчих робіт для початку виробництва біогазу і біоорганічних добрив становить 12 місяців, а період окупності знаходиться в межах від 2,6 до 3,9 років (Kuznetsova & Kutsenko, 2010). Наразі виробництво біогазу саме з відходів тваринництва в Україні розвивається дуже низькими темпами. Так, зокрема, в 2014 році діяло всього шість біогазових установок, які використовують гній або послід, а в 2018 році їхня кількість досягла 18 (Martsynkevych & Kolomiets, 2015; Mazurak et al., 2017; Uddin et al., 2018).

На промислових фермах України сьогодні нагромадження великої кількості відходів – це екологічна проблема, яка зумовлює забруднення ґрунтів та води, збільшення викидів в атмосферу та зміну клімату (Polishchuk, 2019). У більшості тваринницьких ферм використовується накопичення та зберігання відходів у лагунах (переважно відкритого типу), після цього гній або послід вноситься на поля як органічне добриво. Проблеми виникають, коли порушуються правила зберігання тваринницьких відходів, зокрема це стосується потужних промислових комплексів.

Поголів'я тварин на промислових фермах може сягати сотні тисяч голів або мільйони голів птахів на рік і, відповідно, тисячі метрів кубічних відходів, що збирають у лагуни та зберігають декілька місяців і до року перед транспортуванням та внесен-

ням на поля. В Україні близько 50% тваринницьких ферм – промислові (*Martsynkevych & Kolomiets, 2015; Mazur V.A. et al., 2017; Karaulna et al., 2018*).

Тому можливість переробки даних відходів у біогазових станціях – це перспектива зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, збереження поживних речовин та покращення властивостей отриманих біоорганічних добрив. Анаеробне зброджування відходів (гною та посліду) забезпечує відсутність необхідності тривалого зберігання в лагунах, що зменшує ризики, пов'язані з розгерметизацією, вимиванням, аварійними ситуаціями. Окрім того, знижується ризик надлишкового внесення свіжого гною або посліду на поля, забруднення ґрунтового профілю та води азотом, фосфором та іншими речовинами та, відповідно, загроза для питного водопостачання та водно-болотних угідь. Анаеробне зброджування відходів тваринництва (гною, посліду) забезпечує знищення різкого запаху, зменшення експозиції до запаху місцевого населення (див. рис. 1).

Що стосується енергетичної складової частини, то потрібно відмітити, що переробка відходів тваринництва (гною, посліду) з отриманням біогазу забезпечить отримання децентралізованого виробництва відновлюваної енергії або палива та створить підґрунтя для вирішення екологічних проблем (*Mazurak et al., 2017; Palamarchuk et al., 2018; Karp & Pianykh, 2019*). А внесення біоорганічних добрив на основі свинячого гною – це один із резервів збільшення вмісту гумусу ґрунтів Вінницької області та України в цілому.

У зв'язку із цим дослідження в даному напрямі є актуальними та перспективними для сучасного аграрного сектору, оскільки вирішують екологічну проблему утилізації відходів свинокомплексів, енергетичну проблему – виробництво біогазу в біогазовій станції власного виробництва, та агрономічну – забезпечують збільшення урожайності та покращення якості сільськогосподарських та овочевих культур, тобто дають можливість отримувати органічну продукцію рослинництва та овочівництва за утилізації відходів тваринництва.

Мета статті – висвітлити та обґрунтувати переваги і перспективи використання свинячого гною після проходження через біогазову станцію власного виробництва у вигляді біоорганічного добрива «Ефлюент» в сучасних технологіях вирощування рослинницької та овочевої продукції.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на базі ТОВ «Органік-Д» протягом 2018–2019 рр. У 2018 році були проведені первинні аналізи якості дегістату та розроблена програма досліджень. У 2019 році отримані річні дані ефективності застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» на посівах кукурудзи на зерно, столового буряка та моркви.

Біоорганічне добриво «Ефлюент» господарство отримує із свинячого гною, що накопичується на ТОВ «Субекон», на якому утримується близько 12 тис. голів свиней. На свинокомплексі використовується безпідстилковий спосіб утримання тварин. Раціон годівлі свиней в основній масі формується на основі використання концентрованих

кормів (пшениця 40%, ячмінь 20%, кукурудза 20%, соевий макух 15% (протеїн 42%), соняшниковий шрот 2% (протеїн 39%)), також у процесі годівлі використовуються вітамінно-мінеральний комплекс 3% та пробіотики для підвищення ефективності ферментації. У ваговому співвідношенні 2,5 кг корму на одну голову за добу.

Отриманий свинячий гній пропускається через власну біогазову установку для отримання біогазу та утворення біоорганічного добрива «Ефлюент».

Лабораторні дослідження, згідно з тематикою, проводили у спеціалізованих сертифікованих та акредитованих лабораторіях.

Свинячий гній за агрохімічним складом аналізували в сертифікованій лабораторії Prime Lab Tech (лабораторія екологічної безпеки земель, якості продукції та довкілля). Лабораторія Prime Lab Tech має міжнародну сертифікацію відповідно до ISO 22000 та існуючих ДСТУ (ДСТУ 7911:2015, ДСТУ 7537:2014, ДСТУ 8454:2015, ДСТУ ISO 17318:2017) методичних вказівок (ММВ 18/01-2019 Методика виконання вимірювань вмісту елементів у добривах методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою).

Температурний режим метанового бродиння в біогазовій установці мезофільний. Зброджування гною відбувається за температури 40°C, знижує мікробне число на 87%, а за температури 55°C ефект знезаражування досягає 96-99% (*Miakushko et al., 1992; Slavov & Vysokos, 1997; Urazaev et al., 2000*).

Біоорганічне добриво «Ефлюент» застосовувалось на посівах кукурудзи, моркви та столового буряка, які вирощувались у польових сівозмінах у різних нормах (25; 35; 45 та 60 т/га). Мікробіологічний аналіз біоорганічного добрива проводили в біолабораторії ТОВ «Інститут прикладної біотехнології».

Відбір зразків свинячого гною для аналізування здійснювали методом середньої проби, обов'язково із урахуванням неоднорідності в межах приміщення та часу. Аналізування мікрофлори зразків проводили методом ґрунтових розведень Ваксмана (*Waksman, 1916; Наумов, 1937; Литвинов, 1969*). При цьому картопляний агар із глюкозою, який готувався за методикою *Наумова (1937)*, використовувався для культивування грибів.

Результати досліджень та обговорення. ТОВ «Органік-Д» – це одна з перших 8 компаній України, де втілюються аграрні та технологічні рішення в галузі культивування зернових, коренеплодів та інших культур на органічному добриві.

Технологічна лінія виробництва біогазу та біоорганічного добрива «Ефлюент» приведена на рисунку 1.

Рідкий свинячий гній отримується на свинокомплексі «Субекон» за рахунок інтенсивних технологій утримання тварин, де використовуються щільні поли та самопливна каналізаційна система взаємін солом'яної підстилки. Отриманий свинячий гній пропускається через власну біогазову установку для утворення біогазу, а рештки, які залишаються, пройшовши детоксикацію, використовуються як біоорганічне добриво «Ефлюент» (див. рис. 1).

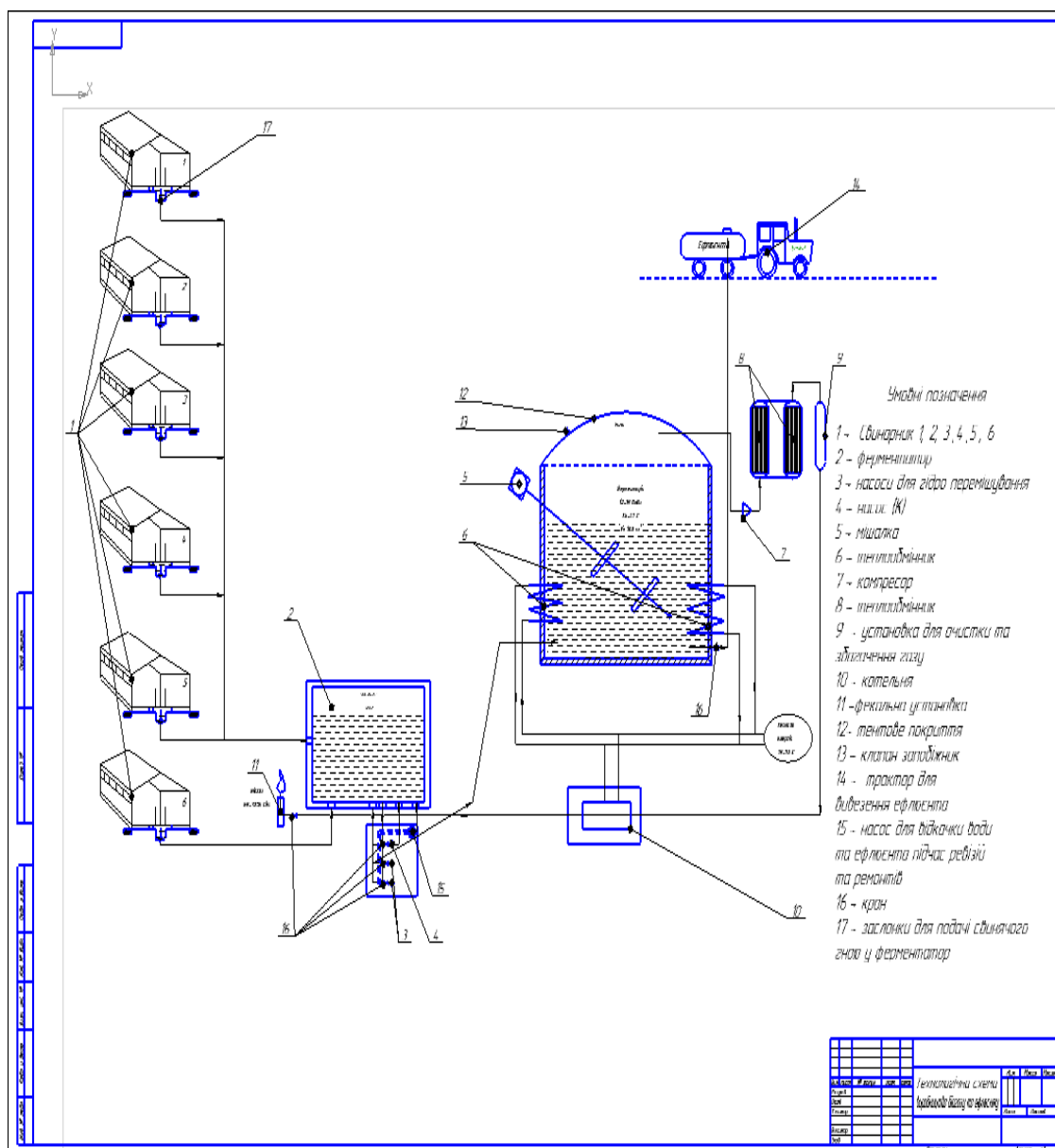


Рис. 1. Технологічна лінія виробництва біогазу та біоорганічного добрива «Ефлюент»

У таблиці 1 та на рисунку 2 приведений мікробіологічний склад безпідстилкового свинячого гною,

що використовується для отримання біоорганічного добрива «Ефлюент» та переродженого гною.

Таблиця 1 – Мікробіологічний склад рідкого свинячого гною (від 25.02.2019 р.)

| № з/п | Вид свинячого гною | Всього, тис/г | у т. ч. | | | | Гриби-антагоністи | | Токсинуотворювальні види грибів | |
|-------|--------------------|---------------|----------------|------|------------------|------|-------------------|-----|---------------------------------|------|
| | | | патогенні види | | сапротрофні види | | тис/г | % | тис/г | % |
| | | | тис/г | % | тис/г | % | | | | |
| 1 | Переброджений | 193,8 | 12,6 | 6,4 | 181,2 | 93,6 | 6,2 | 3,2 | 31,2 | 16,1 |
| 2 | Непереброджений | 118,8 | 79,2 | 66,7 | 39,6 | 33,3 | 11,3 | 9,5 | 101,8 | 85,7 |

Необхідно відмітити, що особливості утримання й годівлі тварин можуть суттєво впливати на хімічний та мікробіологічний склад гною. Ми застосовували різні раціони годівлі свиней та добавляли як антибіотики та пробіотики. Результатами проведених досліджень встановлено, що введення в раці-

он годівлі свиней антибіотиків зумовлює зменшення виходу біогазу та зниження інтенсивності мезофільного зброджування, а використання пробіотиків, навпаки, покращує вихід біогазу та процес дегістації. Через це ми зупинились на раціоні, який приведений вище.

Із даних, приведених у таблиці 1 та на рис. 2, видно, що в неперебродженому гної загальна кількість грибів становить 118,8 тис/г, а в перебродженому їхня кількість зростає та досягає

193,8 тис/г. Кількість патогенних видів у неперебродженому вигляді становить 79,2 тис/г, сапрофітних видів – 39,6 тис./г, а у перебродженому гної – 12,6 та 181,2 тис/г, відповідно.

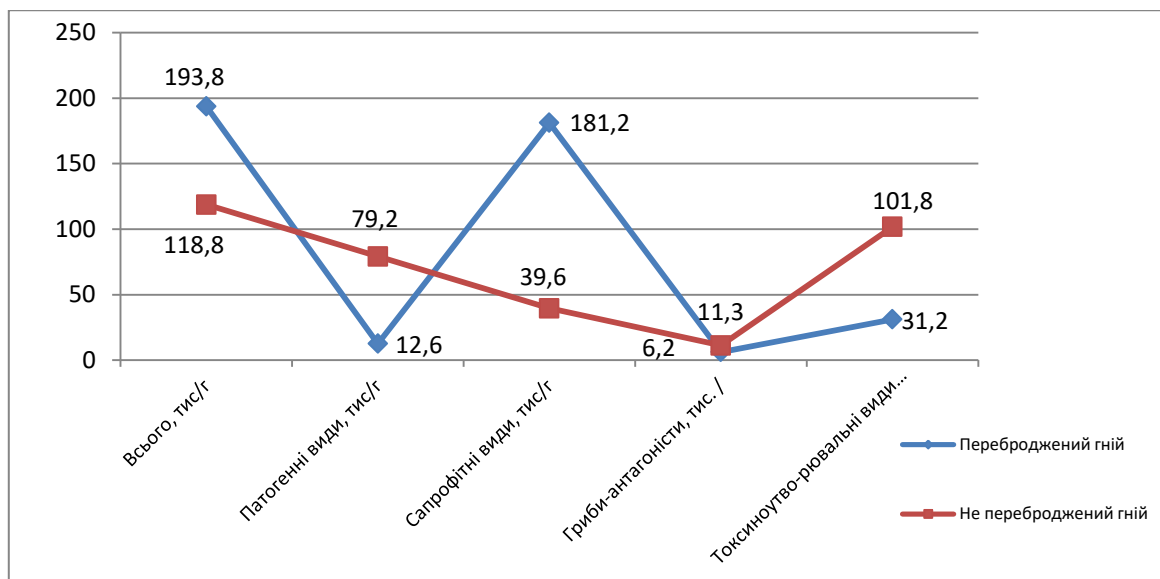


Рис. 2. Видовий склад мікроорганізмів свинячого гною

Також потрібно відмітити зменшення кількості токсинуотворювальних видів грибів у перебродженому гноєві до 31,2 тис/г порівняно з неперебродженим гноєм, у якому знаходилось 101,8 тис/г токсинуотворювальних видів грибів.

Аналізуючи видовий складу патогенних грибів перебродженого та неперебродженого гною

(табл. 2), необхідно відмітити, що в перебродженому гної кількість патогенних грибів із роду *Fusarium* зменшилась до 3,2%, тоді як у неперебродженому гноєві вона становила 9,5%. Крім того, в перебродженому гної взагалі відсутні гриби із роду *Aspergillus*, тоді як у неперебродженому гної їхня кількість становить 57,2%.

Таблиця 2 – Родове співвідношення патогенної мікофлори у зразках свинячого гною (від 25.02.2019 р.)

| № з/п | Варіант | Всього патогенних грибів | | у тому числі із родів, % | | |
|-------|------------------|--------------------------|------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| | | тис/г | % | <i>Fusarium</i> | <i>Alternaria</i> | <i>Aspergillus</i> |
| 1 | Переброджений | 12,6 | 6,4 | 3,2 | 3,2 | 0 |
| 2 | Не переброджений | 79,2 | 66,7 | 9,5 | 0 | 57,2 |

Аналізуючи видовий склад сапротрофних грибів (табл. 3), необхідно відмітити види з роду *Penicillium* (*P. janczewskii* Zaleski, *P. raciborskii*

Zaleski, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. chrysogenum* Thom) та з роду *Acremonium* (*A. Kiliense* Grutz).

Таблиця 3 – Видове співвідношення сапротрофної мікофлори свинячого гною (від 25.02.2019 р.)

| № з/п | Варіант | Усього сапротрофних грибів | | у тому числі із родів, % | |
|-------|------------------|----------------------------|------|--------------------------|-------------------|
| | | тис/г ґрунту | % | <i>Penicillium</i> | <i>Acremonium</i> |
| 1 | Переброджений | 181,2 | 93,6 | 87,1 | 6,5 |
| 2 | Не переброджений | 39,6 | 33,3 | 33,3 | 0 |

Кількість сапрофітних грибів у неперебродженому гної становить із роду *Penicillium* – 33,3%, із роду *Acremonium* взагалі не виявлено, тоді як у перебродженому вигляді їхня кількість зростає і складає – *Penicillium* – 87,1% та *Acremonium* – 6,5%.

Отже, проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує зменшення кількості патогенних мікроорганізмів та збільшує кількість сапрофітних організмів, що істотно покращує мік-

робиологічний склад отриманого біоорганічного добрива «Ефлюент».

Окрім мікробіологічного складу, для отриманого добрива важливе значення має агрохімічний склад (табл. 4).

Встановлено, що біоорганічне добриво «Ефлюент» (див. табл. 4) характеризується лужною реакцією (рН сольове 8,2-8,5), високою кількістю вологи, яка в масовій частці становить 97,5-98,4%, істотним вмістом нітратного азоту

(18,2 мг/кг), мікроелементів: міді (4,6-19,0 мг/кг), цинку (32,0-43,0 мг/кг), марганцю (14,9-20,0 мг/кг), заліза (45,1-120,0 мг/кг) та молібдену (0,23 мг/кг). Якщо перевести вміст макроелементів по діючій речовині на 1 тону біоорганічного

добрива «Ефлюент», то в ньому міститься – 2,9-4,1 кг азоту, 0,9-1,3 кг фосфору, 1,8-3,2 кг калію, 1,1-3,5 кг кальцію, 0,42-0,52 кг магнію та 0,54 кг сірки.

Таблиця 4 – Результати агрохімічного аналізу біоорганічного добрива «Ефлюент» (за 2019–2020 рр.)

| № з/п | Найменування показників, одиниці вимірювання | Результати випробувань |
|----------------------|--|------------------------|
| 1. | pH <small>сольове</small> | 8,2-8,5 |
| 2. | Масова частка вологи, % | 97,5-98,4 |
| 3. | Суша речовина, % | 1,6-2,5 |
| 4. | Вміст золи в натурі / в абсолютно сухій речовині, % | 0,60/34,5-37,3 |
| 5. | Вміст органічної речовини в натурі / в абсолютно сухій речовині, % | 1,00/62,7 |
| Макроелементи | | |
| 6. | Нітратний азот, мг/кг | 18,2 (0,06%) |
| 7. | Амонійний азот, кг/т | 2,3-3,0 |
| 8. | Загальний азот, кг/т | 2,9-4,1 |
| 9. | Фосфор в перерахунку на P ₂ O ₅ , кг/т | 0,9-1,3 |
| 10. | Калію в перерахунку на K ₂ O, кг/т | 1,8-3,2 |
| 11. | Сірка в перерахунку на SO ₃ , кг/т | 0,54 |
| 11. | Магній в перерахунку на MgO, кг/т | 0,42-0,52 |
| 12. | Кальцій в перерахунку на CaO, кг/т | 1,1-3,5 |
| Мікроелементи | | |
| 13. | Мідь, мг/кг | 4,6-19,0 |
| 14. | Цинк, мг/кг | 32,0-43,0 |
| 15. | Марганець, мг/кг | 14,9-20,0 |
| 16. | Залізо, мг/кг | 45,1-120,0 |
| 17. | Молібден, мг/кг | 0,23 |

У зв'язку із значним вмістом у біоорганічному добриві «Ефлюент» макро- та мікроелементів використання його в технологіях вирощування може не лише забезпечувати ріст і розвиток рослин, але й підвищувати родючість ґрунту. Результатами наших досліджень встановлено, що застосування в технологіях вирощування біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 45-60 т/га в основне удобрення, при вирощуванні кукурудзи на зерно, моркви та столо-

вого буряка в 2019 році забезпечило зростання урожайності даних культур на 25-30% порівняно з контролем, де дане добриво не вносилося.

Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» за рахунок високого вмісту кальцію (СаО – 0,35%, або 1,1-3,5 кг/т) та магнію (MgO 0,42-0,52 кг/т) дозволить знижувати кислотність ґрунту, що дуже важливо в умовах тривалого використання фізіологічно кислих добрив (табл. 5).

Таблиця 5 – Вплив біоорганічного добрива «Ефлюент» на агрохімічний склад та кислотність ґрунту в умовах ТОВ «Органік-Д»

| Дата відбору зразків | Назва та місце відбору зразка | pH обмінне | pH гідролітична ммоль/ 100г | Масова частка вуглецю, % | N (NH ₄), мг/кг | N (NO ₃), мг/кг | N (NH ₄ + NO ₃), мг/кг | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | S, мг/кг |
|----------------------|---|------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|----------|
| 14.06.2019 | поле №1/2 овочевої сівозміни (площа 30 га), до внесення «Ефлюент» | 4,68 | 2,55 | 1,03 | 14,13 | 1,37 | 15,50 | 75,77 | 103,33 | 2,40 |
| 26.03.2020 | після внесення «Ефлюент» | 5,40 | 2,16 | 1,50 | 41,20 | 47,50 | 88,70 | 100,70 | 230,40 | 9,00 |

Із даних таблиці 5 видно, що під час застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 60 т/га на полі №1/2 овочевої сівозміни площею 30 га після вирощування моркви відбувається зниження гідролітичної кислотності на 0,39 оди-

ниць та покращення забезпеченості ґрунту основними макро- та мікроелементами.

Виходячи із приведених даних мікробіологічного та агрохімічного аналізу свинячого гною, можна відмітити, що свіжий рідкий свинячий гній практично не використовується в сільському господарстві

в якості добрив або його використання є малоефективним. Відповідно до закону України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» побічні продукти 2 категорії, зокрема і гній, повинні бути використані, оброблені або перероблені одним або кількома з таких способів:

1) для виробництва органічних добрив або перероблені на них;

2) компостовані або перетворені на біогаз;

3) використані в якості палива та ін. (Закон України 1531-VIII «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною», прийнятий 20.09.2016 р.).

На відміну від кінського або коров'ячого гною, у свіжому свинячому гної мало мікроорганізмів, які сприяють перегниванню залишків їжі і фекалій тварин із виділенням азоту, тому він не виділяє тепла, а рідка консистенція з невеликим вмістом рослинних залишків не допомагає покращенню структури ґрунту. Усе це призводить до того, що на важких суглинистих ґрунтах процес розкладу займає декілька років, що і робить використання свіжого свинячого гною малоефективним (Khorjak et al., 2014).

Дослідження ефективності біоорганічного добрива «Ефлюент» та перспектив його реалізації дозволить окреслити існування ринку біодобрив, якого в Україні поки що немає, встановити переваги біоорганічних добрив відносно мінеральних та традиційних видів органічних добрив.

Висновки. Зброджування свинячого гною в біогазовій станції дозволяє отримувати якісне біоорганічне добриво «Ефлюент».

Результатами проведених досліджень встановлено:

1. Вплив умов утримання й годівлі тварин на хімічний та мікробіологічний склад гною.

2. Проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує покращення мікробіологічного складу біоорганічного добрива «Ефлюент», яке має лужну реакцію (рН_{сольове} 8,2-8,5), істотний вміст нітратного азоту, мікроелементи: мідь (4,6-19,0 мг/кг), цинк (32,0-43,0 мг/кг), марганець (14,9-20 мг/кг) залізо (45,1-120 мг/кг) та молібден (0,23 мг/кг).

3. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 45-60 т/га в основне удобрення забезпечує зростання урожайності кукурудзи на зерно, моркви та столового буряка на 25-30%.

4. Застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» на кислих ґрунтах за рахунок високого вмісту кальцію (СаО – 1,1-3,5 кг/т) та магнію (MgO 0,42-0,52 кг/т) дозволить знизити гідролітичну кислотність ґрунту на 0,39 одиниць, що дуже актуально в умовах тривалого використання фізіологічно кислих мінеральних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.

2. Прокопенко О.М. Тваринництво України (Animals production of Ukraine). Статистичний збірник (State statistics service of Ukraine). Київ, 2019. 166 с.

3. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи впровадження нетрадиційних джерел енергії в Україні. *Електронний журнал*. Запоріжжя : ВАТ «Гамма». 1998. № 1. С. 63–64.

4. Гаценко К.В., Волошин М.Д. Технологія отримання біогазу на основі харчових відходів. Хімічні технології та інженерія. *Біотехнології та біоінженерія. Екологія*. 2019. Вип. 1. С. 131–136. doi: 10.31319/2519-2884.34.2019.26.

5. Поліщук В.М. Концепція розвитку сільських територій із впровадженням комплексних екобезпечних технологій виробництва і використання біопалив. *Машиностроєння і енергетика. Журнал досліджень аграрного виробництва*. Київ, 2019. Вип. 10. № 2. С. 39–47. doi: 10.31548/machenergy.2019.02.039-047.

6. Кузнецова А., Куценко К. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? (Серія консультативних робіт АгрАР № 26). Київ, 2010. 40 с.

7. Марцинкевич В., Коломієць Н. *Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування*. Київ : Національний екологічний центр України, 2015. 24 с.

8. Мазурак О.Т., Мазурак А.В., Качмар Н.В., Лисак Г.А. Екологічні аспекти утилізації органічних відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. т. 27, № 4. С. 100–102. doi.: <https://doi.org/10.15421/40270422>.

9. Уддин М., Течато К., Тавикун Дж., Расул М., Махля Т., Ашрафур С. Обзор последних событий в технологии пиролиза биомассы. *Энергия*. 2018. Вип. 11. 23 с. doi.: <https://doi.org/10.3390/en11113115>.

10. Караульна В.М., Богатир Л.В., Карпук Л.М., Крикунова О.В., Павліченко А.А. Утилізація забрудненої ДДТ фітомаси за анаеробних умов. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. т. 28, №1. С. 55–59. doi.: <https://doi.org/10.15421/40280111>.

11. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(3). С. 47–53.

12. Карп І.М., П'яних К.Є. Тверді побутові відходи як енергетичний ресурс. *Технічна електродинаміка – 40 років*. 2019. № 6. С. 49–58. doi: <https://doi.org/10.15407/techne2019.06.049>.

13. М'якушко В.К., Мельничук Д.О., Вольвач Ф.В. [та ін.]. Сільськогосподарська екологія. Київ : Урожай, 1992. 216 с.

14. Славов В.П., Високос М.П. Зооекологія : підручник. Київ : Аграрна наука, 1997. 375 с.

15. Уразаєв Н.А., Бакулин А.А., Никитин А.В. [и др.]. Сельскохозяйственная экология. Москва : Колос, 2000. 304 с.

16. Закон України 1531-VIII «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною». Прийнятий 20.09.2016 р.

17. Хоп'як Н.А., Омельчук С.Т., Маненко А.К., Степанов О.К., Касіян О.П., Закаляк Н.Р., Ванюський М.Ю. Гігієнічні, екологічні і економічні особливості технологічного регламенту на підкислення свинячої гноівки сірчаною кислотою в резервуарах (відстійниках) для зберігання гною данської фірми «Harsoe». *Гігієна населених місць*. 2014. № 64. С. 114–120.

18. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Характеристика мікробіологічного та агрохімічного складу органічного добрива «Ефлюент». *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки та лісівництво*. 2015. № 4(15). С. 45–55. doi.: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-4.

REFERENCES:

- Mazur, V.A., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., & Palamarchuk, O.D. (2017). *Novitni ahrotekhnologii u roslynyntsvi: Pidruchnyk* [Newest agrotechnologies in crop production: Textbook]. Vinnytsia [in Ukrainian].
- Prokopenko, O.M. (2019). *Tvarynyntstvo Ukrainy (Animal production of Ukraine). Statystychny zbirnyk (Statistical yearbook)* [Animal production of Ukraine. Statistical collection (State statistics service of Ukraine)]. Kyiv. 166 p. [in Ukrainian].
- Babiev, H.M., Derohan, D.V., & Shchokin, A.R. (1998). *Perspektyvy vprovadzhennia netradytsiinykh dzherel enerhii v Ukraini* [Prospects for the introduction of alternative energy sources in Ukraine]. *Elektronnyi zhurnal – An electronic journal*, 1, 63-64 [in Ukrainian].
- Hatsenko, K.V., & Voloshyn, M.D. (2019). *Tekhnolohiia otrymannia biohazu na osnovi kharchovykh vidkhodiv* [Technology of biogas production on the basis of food waste]. *Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia. Biotekhnolohii ta bioinzheneriia. Ekolohiia – Biotechnology and bioengineering. Ecology*, 1, 131-136 doi.:10.31319/2519-2884.34.2019.26 [in Ukrainian].
- Polishchuk, V.M. (2019). *Kontseptsiia rozvytku silskykh terytorii iz vprovadzhenniam kompleksnykh ekobezpechnykh tekhnolohii vyrobnytstva i vykorystannia biopalyv* [The concept of rural development with the introduction of integrated environmentally friendly technologies for the production and use of biofuels]. *Mashinostroyeniye i energetika. Zhurnal issledovaniy agrarnogo proizvodstva – Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*, 10, 2, 39-47 doi.:10.31548/machenergy.2019.02.039-047 [in Ukrainian].
- Kuznetsova, A., & Kutsenko, K. (2010). *Biohaz ta «zeleni taryfy» v Ukraini – chy vyhidne investuvannia? [Is biogas and green tariffs in Ukraine a worthwhile investment?] (Serii konsultatyvnykh robit AgPP №. 26)*. Kyiv [in Ukrainian].
- Martsynkevych, V., & Kolomiets, N. (2015). *Povodzhennia z vidkhodamy tvarynyntstva: perevahy tekhnolohii anaerobnoho zbrodzhuvannia*. [Animal waste management: benefits of anaerobic digestion technology]. Kyiv: Natsionalnyi ekolohichniy tsentr Ukrainy [in Ukrainian].
- Mazurak, O.T., Mazurak, A.V., Kachmar, V.N., & Lusak, A.G. (2017). *Environmental Aspects of Organic Waste Recycling*. [Environmental aspects of organic waste disposal]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny – Scientific Bulletin of UNFU*, 27(4), 100-102 doi.:https://doi.org/10.15421/40270422 [in Ukrainian].
- Uddin, M., Techato, K., Taweekun, J., Rasul, M., Mahlia, T., & Ashrafur, S. (2018). *An Overview of Recent Developments in Biomass Pyrolysis Technologies*. [A review of recent developments in biomass pyrolysis technology]. *Energiya – Energies*, 11, 55-59 doi.:https://doi.org/10.3390/en1111315 [in Ukrainian].
- Karaulna, V.M., Bogatyr, L.V., Karpuk, L.M., & Pavlicenko, A.A. (2018). *Disposal of Contaminated DDT of Phytomass in Anaerobic Conditions [Utilization of DDT contaminated phytomass under anaerobic conditions]*. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny – Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 55-59 doi.:https://doi.org/10.15421/40280111 [in Ukrainian].
- Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., & Telekalo, N. (2018). *Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3), 47-53 [in English].
- Karp, I.M., & Pianykh, K.E. (2019). *Tverdi pobutovi vidkhody yak enerhetychni resursy*. [Solid household waste as an energy resource]. *Tekhnichna elektrodynamika – 40 rokiv – Technical electrodynamics – 40 years*, 6, 49-58 doi.:https://doi.org/10.15407/techned2019.06.049 [in Ukrainian].
- Miakushko, V.K., Melnychuk, D.O., & Volvach, F.V. et al. (1992). *Silskohospodarska ekolohiia [Agricultural ecology]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
- Slavov, V.P., & Vysokos, M.P. (1997). *Zoekolohiia [Zootechnology]: Pidruchnyk [Textbook]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
- Urazaev, N.A., Bakulin, A.A., & Nikitin, A.V. et al. (2000). *Selskohozyaystvennaya ekologiia [Agricultural ecology]*. Moscow: Kolos [in Russian].
- Zakon Ukrainy 1531-VIII "Pro pobichni produkty tvarynnoho pokhodzhennia, ne pryznacheni dlia spozhyvannia liudynoiu" [About animal by-products not intended for human consumption]. Pryiniaty 20.09.2016 r. [in Ukrainian].
- Khopiak, N.A., Omelchuk, S.T., Manenko, A.K., Stepanov, O.K., Kasiian, O.P., Zakaliak, N.R., & Vaniurskyi, M.Iu. (2014). *Hihienichni, ekolohichni i ekonomichni osoblyvosti tekhnolohichnoho rehlamentu na pidkyslennia svyniachoi hnoivky sirchanoiu kyslotoiu v rezervuarakh (vidstiinykakh) dlia zberihannia hnoiu danskoi firmy «Harsoe»* [Hygienic, ecological and economic features of technological regulations for acidification of pig manure with sulfuric acid in tanks (settling tanks) for manure storage of the Danish firm "Harsoe"]. *Hihiena naselenykh mist – Population hygiene*, 64, 114-120 [in Ukrainian].
- Palamarchuk, V.D., & Krychkovskiy, V.Iu. (2015). *Kharakterystyka mikrobiolohichnoho ta ahrokhimichnoho skladu orhanichnoho dobrova «Efluent»*. [Characteristics of microbiological and agrochemical composition of organic fertilizer "Efluent"]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii: Silskohospodarski nauky ta lisivnyntstvo – Collection of scientific works of VNAU. Series: Agricultural Sciences and Forestry*, 4(15), 45-55 doi.:10.37128/2707-5826-2019-3-4-4 [in Ukrainian].