

ЗАБРУДНЮВАЧІ ДОВКІЛЛЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА МОЛОЧНИХ ФЕРМАХ

О. М. Жукорський
o_zhukorskiy@ukr.net

Національна академія аграрних наук Україн
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

Н. П. Болтик
natalja-boltik@rambler.ru

Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини
вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46020, Україна

На підставі даних чисельності поголів'я тварин, їх живої маси та продуктивності, умов утримання за спеціальними методиками розраховано вихід гною, викиди парникових газів, забруднюючих речовин атмосферного повітря та потенціал виробництва біогазу з гною на фермах із виробництва молока різних за чисельністю поголів'я корів та технологіями утримання. Встановлено, що рівень викидів метану як від ентеральної ферментації, так і від гною, залежить від молочної продуктивності корів, а рівень викидів закису азоту – від умов утримання їх. На 1 кг молока викиди всіх парникових газів помітно зростають в господарствах із нижчою молочною продуктивністю. Доведено, що гній великої рогатої худоби є не тільки основним джерелом забруднення довкілля на тваринницьких фермах, а й альтернативним джерелом біогазу для виробництва електроенергії або тепла.

Ключові слова: забруднення довкілля, парникові гази, корови, гній, метан, біогаз, технології утримання, молочна продуктивність.

THE ENVIRONMENTAL POLLUTANTS and THEIR USING for BIOGAS PRODUCTION at the DAIRY FARMS

O. M. Zhukorskyi
o_zhukorskiy@ukr.net

The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
9, Mikhailo Omelyanovich-Pavlenko Street, Kyiv, 01010, Ukraine

N. P. Boltik
natalja-boltik@rambler.ru

Ternopil Experimental Station of the Institute of Veterinary
Medicine
12, Trolleybusna Street, Ternopil, 46020, Ukraine

It was calculated by special methods the potential using of biogas production at the farms, which produce milk and have the different number of cows and the technologies of cattle keeping. These data based on the number of livestock, of its live weight and productivity, the conditions of keeping cattle, the output of manure, greenhouse gas emissions and atmospheric air pollutants. It has been established that the level of methane emissions, both from enteral fermentation and from manure, depends on the milk productivity of cows, and the level of emissions of nitrous oxide from manure depends on the conditions of their keeping. During the producing of 1 kg of milk the emissions of greenhouse gases are significantly increasing at the farms with lower milk productivity. It is proved that cattle manure is not only the main source of environmental pollution at the livestock farms, but also an alternative source of biogas for the production of electricity or heat.

Keywords: environmental pollution, greenhouse gases, cows, manure, methane, biogas, technology of keeping, milk productivity.

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

О. М. Жукорский
o_zhukorskiy@ukr.net

Национальная академия аграрных наук Украины
ул. Михаила Омеляновича-Павленко, 9, г. Киев, 01010, Украина

Н. П. Болтик
natalja-boltik@rambler.ru

Тернопольская опытная станция
Института ветеринарной медицины
ул. Троллейбусная, 12., г. Тернополь, 46020, Украина

На основании данных о численности поголовья животных, их живой массе, продуктивности и условиях содержания, по специальным методикам рассчитаны следующие показатели: количество навоза, выброс парниковых газов, веществ, загрязняющих атмосферный воздух, и потенциальное использование данных загрязнителей для производства биогаза. Данные рассчитаны для ферм с различной численностью поголовья коров, разными технологиями содержания животных и разными объёмами производства молока. Установлено, что уровень выбросов метана как от энтеральной ферментации, так и от навоза, зависит от молочной продуктивности коров, а уровень выбросов закиси азота – от условий их содержания. Выбросы парниковых газов при производстве 1 кг молока заметно растут в хозяйствах, где коровы имеют низкую молочную продуктивность. Доказано, что на животноводческих фермах навоз крупного рогатого скота является не только основным источником загрязнения окружающей среды, но и альтернативным источником биогаза для производства электроэнергии и тепла.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, парниковые газы, коровы, навоз, метан, биогаз, технологии содержания, молочная продуктивность.

Основні екологічні проблеми, що виникають від діяльності тваринницьких ферм промислового типу – це зростання рівня забруднення навколишнього природного середовища продуктами життєдіяльності тварин [1, 2, 3, 4]. При цьому причиною негативної дії можуть бути як самі тварини, так і продукти їх життєдіяльності, а також всі виробничо-господарські процеси, які відбуваються на фермі [3, 4]. Сукупність усіх технологічних процесів, що відбуваються на фермах під час виробництва тваринницької продукції, супроводжуються розкладанням органічних речовин, а також самі тварини є досить суттєвим джерелом викидів в навколишнє середовище небезпечних компонентів, які мають властивість створювати так званий парниковий ефект в атмосфері та сприяти підвищенню температури в її приземних шарах [5,6].

При цьому зростає небезпека руйнування навколишнього середовища внаслідок забруднення води і ґрунту гноєм та іншими відходами. Враховуючи, що виробництво молочних продуктів в 3-4 рази вигідніше, ніж в інших виробничих системах тваринництва, це може мати негативні наслідки для сільських територій [7]. Накопичення і зберігання гною [8] супроводжується втратою азоту переважно у

формі амонію та закису азоту, які є особливо активними компонентами парникових газів [9]. Закис азоту – у 296 разів, а метан – у 23 рази інтенсивніше поглинають інфрачервоне випромінювання і створюють парниковий ефект, ніж вуглекислий газ (для відрізка часу 100 років). Внаслідок діяльності тваринницьких ферм в повітряний простір потрапляють близько 80% аміаку [4], сірководень, метан, спирти (метанол, етанол та ін.), феноли, ефіри складні, карбонільні з'єднання (альдегіди і кетони), карбонові кислоти, сульфіди і дисульфіди, меркаптани, аміни, диоксид вуглецю, а також мікроорганізми, пил шесті та пуху [6].

Мета досліджень – оцінити вихід гною, викиди парникових газів, забруднюючих речовин атмосферного повітря та потенціал виробництва біогазу з гною на фермах із виробництва молока різних за чисельністю поголів'я корів та технологіями утримання.

Методика досліджень. Для дослідження були вибрані типові за технологіями утримання для західного Лісостепу господарства Тернопільської області, які спеціалізуються на виробництві молока, що різняться рівнем інтенсивності виробництва та агроекологічним районом розташування (табл. 1).

Розрахунки викидів парникових газів та забруднюючих речовин безпосередньо від тварин [5, 6] і виходи біогазу, тепла і електроенергії проведено за відповідними методиками [10, 11].

Результати досліджень. Одним із головних чинників формування глобальних змін клімату є забруднення атмосферного повітря викидами від великої рогатої худоби, як основного джерела викидів метану, який утворюється внаслідок ентеральної ферментації. Викиди від гною (метану та закису азоту) значно менші. Негативним моментом також можна вважати, що емісія метану від ентеральної ферментації практично не піддається якому-небудь регулюванню, на відміну від викидів метану від гноєвих мас (де його, при бажанні, можна вловлювати, так як гній зберігається в основному в одному місці у великих кількостях, крім того гною, що залишається на пасовищах). Сумарні викиди ПГ (навіть при врахуванні всіх чинників, окремі з яких підвищують а окремі знижують інтенсивність викидів) найбільші все ж таки в господарствах з більшою кількістю утримуваних корів, як в натурній масі так і в CO₂-еквіваленті. Тому для характеристики інтенсивності викидів доцільніше проводити перерахунок на одну голову в рік (табл. 2).

**Таблиця 1. Характеристика молочного скотарства
у досліджуваних господарствах**

Досліджуване господарство	Поголів'я корів, голів	Всього поголів'я ВРХ, голів	Середня жива маса корів, кг	Надій молока, кг/гол./рік	Спосіб утримання тварин
ПСП «АФ Горинь»	664	1657	545±28	6522	Л: стійлово-табірне З: стійлово-прив'язне
ПОП «Іванівське»	480	1309	558±18	7150	Л: стійлово-табірне З: стійлово-прив'язне
ПАП «Дзвін»	230	414	595±21	5035	Л: стійлове З: стійлове
ПП АФ «Медобори»	430	1108	563±32	4108	Л: стійлово-пасовищне З: стійлово-прив'язне
ТОВ «Галичина»	168	807	551±26	4237	Л: стійлово-пасовищне З: безприв'язне
ПП «Прогрес К»	150	379	545±16	3967	Л: стійлово-пасовищне З: стійлово-прив'язне

Л* літо; З** зима

При сукупному оцінюванні всіх факторів, що впливають на рівень викидів, видно, що в розрахунку на одну голову найбільша кількість викидів в ПОП «Іванівське» (тоді як в сумарних викидах ПГ першість належала ПСП «АФ «Горинь») - оскільки в ПОП «Іванівське» дещо більша середня жива маса корів та найвищий надій молока, що збільшує валову спожиту енергію та викиди метану від ентеральної ферментації.

В ПП «АФ «Медобори», ТОВ «Галичина» та ПП «Прогрес К» хоч і є додаткові витрати енергії на випасання, проте тут низькі надії молока (менші затрати енергії на лактацію) та менші викиди закису азоту від гною (30 % якого залишається на пасовищі), що в результаті призводить до зниження викидів всіх ПГ в СО₂-еквіваленті на одну голову в рік.

Якщо ж критерієм для оцінювання вибрати інтенсивність викидів на одиницю виробленої продукції (табл.3), то найбільша кількість викидів ПГ на 1 кг молока припадає в ПП «АФ «Медобори» (найниж-

Таблиця 2. Викиди парникових газів та забруднюючих речовин від однієї корови в рік в досліджуваних господарствах, кг/гол/рік

Господарство	CO ₂ – всього	CO ₂ – від тварин	NH ₄ –		N ₂ O – від гною	Сума забруд- нюючих речовин
			всього	від гною		
ПСП АФ Горинь	3768	327,93	132,4	5,8	1,34	137,99
ПП Прогрес-К	3083	327,93	111,9	4,9	0,61	137,98
ПП АФ Медобори	3204	338,76	115,9	5,0	0,68	142,55
ПАП Дзвін	3493	358,01	124,0	6,3	0,95	150,65
ТОВ Галичина	3119	331,54	113,2	4,9	0,62	139,56
ПОП Іванівське	4017	332,14	142,7	6,23	1,37	141,27

ча продуктивність), а найменша – в ПОП «Іванівське» (найвища продуктивність).

На тваринницьких фермах, що спеціалізуються на виробництві молока, основними забруднювачами є дійні корови [7], оскільки їх кількість є найбільшою в структурі утримуваного стада; у них найбільша жива маса серед утримуваних тварин і, відповідно, утворюють найбільше гною; вони потребують велику кількість споживання енергії (корму) для підтримання життєдіяльності, для виношування телят, для лактації, для випасання (де передбачена така система утримання) та інше.

Загальна кількість викидів забруднюючих речовин від утримуваних корів в господарстві залежить від загальної кількості утримуваних корів та їх живої маси. Таким чином, сумарна кількість викидів ЗР безпосередньо від тварин та від продуктів їх життєдіяльності була найвищою у ПСП «АФ «Горинь» – 251018,3 г/добу, у ПОП «Іванівське» – 185786,7 г/добу, ПАП «Дзвін» – 94928,7 г/добу, ПП «АФ «Медобори» – 167931,6 г/добу, ТОВ «Галичина» – 64211,9 г/добу, ПП «Прогрес К» – 56706,7 г/добу;

Найбільший вклад у викиди забруднюючих речовин як від тварин, так і від їх життєдіяльності дає аміак – 83%, найменше метантиол – 0,01%. У відсотках рівень викидів складає для: сірководню – 1,36; метанолу – 3,08; фенолу – 0,62; етил форміату – 4,77; пропіональдегіду – 1,57; гексанової кислоти – 1,86; диметилсульфіду – 2,41; метантиолу – 0,01; метиламіну – 1,23.

Таблиця 3. Викиди парникових газів та забруднюючих речовин від однієї корови в рік в досліджуваних господарствах, кг / кг молока

Показник	Досліджувані господарства					
	ПСП «АФ «Горинь»	ПОП «Іванівське»	ПАП «Дзвін»	ПП «АФ «Медобори»	ТОВ «Галичина»	ПП «Прогрес К»
Парникові гази	0,578	0,562	0,694	0,780	0,736	0,777
Забруднюючі речовини	0,0212	0,0198	0,0299	0,0347	0,0329	0,0348

Викиди забруднюючих речовин від однієї корови в рік були найвищими у ПАП «Дзвін», оскільки в даному господарстві жива маса корів складала 595±21 кг. У решти досліджуваних господарств викиди на голову молочної корови були в межах 138-142 кг/рік. Отримані величини викидів безпосередньо залежали від живої маси корів, яка у цих господарствах була в межах 545- 563 кг.

Аналіз отриманих розрахунків ймовірних викидів парникових газів від дійних корів вказує на те, що величина викидів залежить від наступних чинників: жива маса корів; надій молока та його жирність; спосіб утримання тварин та зберігання відходів.

При стійловому утриманні весь гній зберігається в одному місці в сухому вигляді, від нього вираховують і викиди метану і закису азоту.

Утримання у стійлах та на вигульних майданчиках впливає на збільшення частки прямих викидів закису азоту та зменшення викидів метану і непрямих викидів закису азоту від гною на майданчиках, оскільки на них залишається приблизно 30% гною.

Стійлово-пасовищне утримання характеризується тим, що викиди метану від гною на пасовищі значно менші, а прямі і непрямі викиди закису азоту взагалі не розраховують, оскільки даний азот вже буде належати до категорії «викиди від пасовищ», де залишається приблизно 30 % гною. Проте, при випасанні зростає частка метану, який утворюється від кишкової ферментації, оскільки тваринам потрібна ще й енергія на підтримання активності під час випасання.

Основним джерелом забруднення довкілля на тваринницьких фермах є гній. Вихід гнійової біомаси залежить від багатьох факторів: виду та віку тварин, типу годівлі, способу утримання, технології видалення та накопичення гнійної маси.

Добовий вихід безпідстилкового гною (у тоннах) визначається як сума екскрементів і кількості води, що надходить з усіх джерел у систему гноєвидалення. У випадку утримання тварин з використанням підстилки враховується її кількість.

Наведені у таблиці 4 розрахунки виходу гноєвої маси у розрізі досліджуваних господарств показують, що вихід гною залежить від чисельності поголів'я тварин на фермі – більше поголів'я худоби більший вихід гною. Ці дані можуть слугувати підставою для оціночного потенціалу виробництва біогазу з використанням відходів скотарства.

Таблиця 4. Потенціал виробництва біогазу з використанням відходів скотарства за рік

Господарство	Всього поголів'я голів	Річний вихід екскрементів, т	Вихід біогазу, м ³ (0,45)	Вихід тепла, МДж/м ³
ПСП АФ Горинь	1657	19077,8	8585010	408810
ПП Прогрес-К	379	3208,3	1443735	68749,3
ПП АФ Медобори	1108	10812,1	4865445	231687,9
ПАП Дзвін	414	6600,1	2970045	141430,7
ТОВ Галичина	807	10116,0	4552200	216771,4
ПОП Іванівське	1309	14389,4	6475230	308344,3

Гній великої рогатої худоби є значним ресурсним потенціалом біомаси для використання в біоенергетичних системах та одержання альтернативної енергії у вигляді біогазу, який легко піддається конверсії в тепло, електроенергію і може використовуватися в якості альтернативи нафтопродуктам [10, 11].

Потенційно від наявного поголів'я великої рогатої худоби в досліджуваних господарствах за рік можна отримати 64203,7 т гною (табл. 4), при переробці якого в біогазогенераторах отримати близько 26 мільйонів м³ біогазу.

Цей біогаз дає можливість отримати певну кількість електроенергії або тепла (табл. 4), які можуть бути використані для потреб тваринницьких ферм, а також значно покращити екологічну ситуацію та отримати цінні органічні добрива [11].

Розрахунки добового виходу біогазу, тепла та електроенергії з відходів скотарства у розрізі досліджуваних господарств (табл. 5) показують, що ці величини в повній мірі залежать від чисельності поголів'я великої рогатої худоби. Також при розрахунках виходу гною враховують живу масу тварин та технологію їх утримання.

Таблиця 5. Добовий вихід біогазу, тепла та електроенергії з відходів скотарства

Господарство	Добовий вихід екскрементів від поголів'я, т	Вихід біогазу, м ³ (0,45)	Вихід метану (65%), м ³	Вихід тепла, МДж/м ³	Вихід електроенергії, МДж
ПСП АФ Горинь	52,3	23520	14817,6	1120	18828
ПП Прогрес-К	11,3	3955	2570,8	188,4	4068
ПП АФ Медобори	36,7	1330	864,5	634,8	3670
ПАП Дзвін	18,1	8137	5289,0	387,5	13212
ТОВ Галичина	27,7	12472	8106,8	593,9	2770
ПОП Іванівське	39,4	17740	11531	844,8	9972

Висновки. Рівень викидів як від ентеральної ферментації так і від гною залежить від молочної продуктивності корів, а рівень викидів закису азоту – від утримання корів. На 1 кг молока викиди всіх парникових газів помітно зростають в господарствах із нижчою молочною продуктивністю.

Гній великої рогатої худоби є не тільки основним джерелом забруднення довкілля на тваринницьких фермах а й альтернативним джерелом біогазу для виробництва електроенергії або тепла.

Список використаної літератури

1. Жукорський О. М. Екологічне оцінювання впливу на довкілля підприємств з виробництва свинини відмінних господарсько-технологічних особливостей / О. М. Жукорський, О. В. Никифорок // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 12. – С. 39-43.

2. Жукорський О. М. Галузь свинарства реальна та прогнозована загроза для довкілля / О. М. Жукорський, О. В. Никифорук // *Агроекологічний журнал*. – 2013. – № 3. – С. 102-106.
3. Захаренко М. О. До питання розрахунку викидів парникових газів відходів тваринництва / Захаренко М. О., Коваленко В. О., Яремчук О. С., Пироженко Ю. В. // *Біоресурси і природокористування*. – 2014. – Т.6. – № 3/4. – С. 63-70.
4. Zhukorskyi O. Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine/ Zhukorskyi O., Moklyachuk L., Nykiforuk O // *Agricultural Science and Practice*, N 2, 2014, 39-45.
5. МГЭИК 2006, Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г., Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов, Игглестон Х. С., Буэндиа Л., Мива К., Нгара Т. и Танабе К. (редакторы). Опубликовано: ИГЕС, Япония. – Т.4, гл.10. – 98 с.
6. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. Дополненное и переработанное. – Санкт-Петербург, НИИ «Атмосфера», 2005. – 295 с.
7. Runowski H. Ekonomiczne aspekty ekologicznej produkcji mleka. / Runowski H. // *Roczniki nauk rolnicz. Seria G*, T. 96, z. 1, 2009, 36 - 51
8. Walczak J. Środowiskowe uwarunkowania ekologicznego chowu bydła mlecznego/ J.Walczak, A. Szewczyk// *Wiadomości Zootechniczne*, R. LI (2013), 3: 81–92
9. Malaga-Toboła U. Intensywnosc organizacji produkcji w ekologicznych I konwencjonalnych gospodarstwach mlecznych/ U. Malaga-Toboła, S. Kocira // *Journal of Agribusiness and Rural Development*1(27) 2013, 153-165
10. Польовий Л. В. Методика техніко-економічного розрахунку самокупності ферми для утримання великої рогатої худоби при замкнутій системі виробництва / Л. В. Польовий, О. С. Яремчук, Р. Л. Варпиховський: зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. – 2011. – № 8. – С. 92-96.
11. Біогаз – джерело альтернативної енергії [Козирь В. С., Рубан С. Ю., Сокрут О. В., Олійник С. О., Філяк М. М., Коровніков Г. Б., Чернявський С. Є., Зайцев В. Г.]. – Дніпропетровськ, 2009. – 135 с.