

УДК 631.862.1:663.14.039.3

© 2020

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ БІОКОМПОЗИЦІЇ З ГРИБІВ BASIDIOMYCOTA НА РІВЕНЬ ВИДІЛЕННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ З ГНОЮ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

М.І. Воробель¹, В.В. Мороз², В.В. Каплінський³

^{1,2}кандидати сільськогосподарських наук

³кандидат ветеринарних наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна

e-mail: ¹vorobelmariia@gmail.com, ²veramoroz0@gmail.com, ³vasyl.kaplinskiy@gmail.com

Надійшла 26.09.2019

Мета. Установити ефективність впливу біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у різних розведеннях на рівень виділення вуглекислого газу з гною великої рогатої худоби за мезофільних умов анаеробного зброджування (*in vitro*). **Методи.** Дослідження проводили з використанням хімічних, аналітичних та математико-статистичних методів. **Результати.** За результатами проведених досліджень встановлено, що після внесення у гноєвий субстрат великої рогатої худоби біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* незалежно від пропорції розведення (1:10 і 1:5) спостерігали зниження процесів анаеробного бродіння впродовж досліджуваного періоду, що підтверджується зменшенням показника рН на 1,9–2,1 од. Установлено, що при додаванні у метаногенерувальну сировину (гній великої рогатої худоби) біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:10 вихід вуглекислого газу був нижчим за контроль на 1,48 дм³, а при розведенні 1:5 — на 1,58 дм³. Отже, використання біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* за мезофільних умов анаеробного зброджування гною великої рогатої худоби (*in vitro*) у розведенні — 1:10 і 1:5 знижує вихід вуглекислого газу, відповідно, на 93 та 100%. **Висновки.** Експериментально доведено та науково обґрунтовано ефективний вплив біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* на рівень виділення вуглекислого газу із гною великої рогатої худоби. На основі одержаних результатів у процесі досліджень встановлено, що найефективніший вплив на рівень виділення вуглекислого газу виявляє біокомпозиція з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:5, а отже, її можна використовувати як ефективний засіб для зниження рівня вуглекислого газу з метою збереження чистоти навколишнього природного середовища під час ферментації побічної продукції тваринного походження.

Ключові слова: органічні речовини, парникові гази, атмосфера, анаеробне бродіння, біокомпозиція.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-10>

Успішний розвиток аграрного сектору економіки неможливий без стабільного розвитку тваринництва [1], на яке припадає виробництво понад 33% валової продукції

у структурі агропромислового комплексу України [2, 3]. Інтенсифікація виробництва тваринницької продукції призводить до утворення великої кількості відходів, щорічне зростання кількості яких зумовлює серйозну загрозу навколишньому природному середовищу, його екосистемам унаслідок забруднення повітря, води, ґрунту і потребує дотримання балансу між нарощуванням виробництва продукції та новими підходами в переробці й утилізації відходів [2–10]. Відомо, що в процесі гниття органічних речовин тваринного та рослинного походжень утворюються газоподібні речовини, зокрема парникові гази, які, потрапляючи в атмосферу, поглинають тепло і затримують теплове випромінювання з поверхні планети. Цим вони підвищують середню температуру повітря, призводять до утворення атмосферного аерозолу, кислотних дощів та ін. [3, 5, 11]. Найпоширенішими серед парникових газів є вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O), гідрофторвуглеці, перфторвуглеці, гексафторид сірки — парникові гази прямої дії, оскільки вони безпосередньо призводять до парникового ефекту [2, 11, 12]. У процесі інтенсифікації аграрного виробництва зростає виділення парникових газів в атмосферу [3–5]. Так, з 1800 р. концентрація вуглекислого газу в атмосфері зросла більше ніж на 25%, метану — більш ніж подвоїлася, концентрація закису азоту зросла на 8% [3, 13]. За останні десятиліття частка їхнього впливу на посилення парникового ефекту становить: CO_2 — до 50%, CH_4 — 15, N_2O — близько 5–6% від загального внеску в глобальне потепління [11, 12].

Сільське господарство за масштабами викидів парникових газів хоч і поступається енергетиці та промисловості, але все ж є потужним їх джерелом як в Україні, так і у світі [3, 6, 14]. Зокрема, відповідно до оцінок Всесвітньої організації з продовольства та сільського господарства, тваринництво відповідає за 18% від усіх викидів парникових газів людства — це більше, ніж викиди від транспорту (14%) [4, 7, 15–17]. Згідно з останніми оцінками Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [18], викиди парникових газів у секторі сільсько-го, лісового й рибного господарств за останні 50 років збільшилися практично вдвічі

і мають тенденцію до подальшого збільшення на 30% до 2050 р., якщо не буде здійснено низки заходів щодо поліпшення екологічної ситуації.

Отже, сільське господарство загалом і галузь тваринництва зокрема мають значний вплив на навколишнє середовище і є важливим джерелом забруднення, що спричиняє зміни клімату, внаслідок чого проблема мінімізації викидів парникових газів стає однією з найважливіших для людства [9, 10]. У цьому контексті розробка та реалізація відповідних заходів, спрямованих на обмеження викидів парникових газів у перспективі, має велике значення.

Одним із способів зниження рівня парникових газів, а зокрема вуглекислого газу, є збільшення їх поглиначів, а саме, заліснення території держави завдяки відновленню лісів і лісорозведенню (середня лісистість України становить 15,9%, а середня лісистість європейських країн — 37%) [16]. Оскільки відомо, що ліси світу щороку засвоюють до 25 млрд т вуглекислого газу, однак не в змозі в повному обсязі зменшити концентрацію викидів парникових газів у навколишнє середовище [19]. Іншим напрямом зменшення викидів парникових газів із відходів тваринництва за одночасної утилізації є використання їх як альтернативного джерела енергії способом анаеробного зброджування біомаси, що дає змогу отримувати якісне органічне добриво та біогаз, придатний для отримання електричної або теплової енергії [3, 9, 17].

Враховуючи зазначене вище, проблема поводження з відходами галузі тваринництва, які є одними із найбільших забруднювачів шкодочинними газами навколишнього природного середовища, залишається актуальною. Тому пошук ефективних засобів для зниження рівня їхніх викидів із гною великої рогатої худоби має велике наукове і практичне значення для розв'язання екологічних проблем діяльності агропромислового комплексу загалом.

Мета досліджень — установити ефективність впливу біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у різних розведеннях на рівень виділення CO_2 з гною великої рогатої худоби за мезофільних умов анаеробного зброджування (*in vitro*).

Матеріали та методи. Дослідження проведено в лабораторії екології Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Зразки гною для встановлення ефективності впливу біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у різних розведеннях на рівень виділення CO_2 відбирали у ДП «ДГ «Оброшине», де утримують стадо української чорно-рябої молочної великої рогатої худоби (західний внутрішньопородний тип). Метаногенерувальну сировину (гній) досліджували у 3-разовій повторності в таких варіантах: I — контроль (гній без внесення препаратів), II — біокомпозиція з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:10, III — біокомпозиція з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:5.

Процес метанового бродіння проводили *in vitro*. У дослідну ємність вносили біомасу (гній великої рогатої худоби), розбавлену водою у співвідношенні 1:1. Упродовж дослідження для перемішування субстрату ємність інтенсивно струшували. Аналогічні умови перебігу процесу метаногенезу були як у контрольному варіанті, де анаеробне зброджування субстрату відбувалося завдяки природній мікрофлорі гною, так і в дослідних аналогах із застосуванням різних варіантів розведень біокомпозиції з грибів *Basidiomycota*.

Кількість CO_2 у гноєвій масі визначали за методикою Н.В. Чибісової [20]. За основу досліджень взято методику В.В. Шацького, О.Г. Скляра, Р.В. Скляра [21]. Важливим фактором перебігу процесу метаногенезу є підтримання оптимальних показників

бродіння. Тому в процесі проведення експерименту на кожному етапі метаногенезу (гідроліз, окиснення, ацетогенез, метаногенез) гною у всіх варіантах підтримували оптимальний температурний режим і контролювали рівень pH середовища.

Кислотність визначали за допомогою приладу pH-метр Тур N5170 (виробництва — Польща).

Статистичний аналіз одержаних результатів досліджень проводили за використання методів варіаційної статистики з допомогою стандартного пакета прикладних програм Microsoft Excel та AtteStat. Вираховували середні арифметичні величини (M) і похибки середніх арифметичних (m). Різницю між середніми арифметичними значеннями вважали статистично вірогідною при: $*P<0,05$; $**P<0,01$; $***P<0,001$.

Результати досліджень. Дослідження проведено за мезофільного режиму бродіння за підтримання температури в межах 33°C . У процесі експерименту досліджували реакцію поживного середовища (pH), яка визначає спрямованість анаеробного бродіння. Під час ферментації гною у мезофільних умовах, а саме проходження етапів: гідролізу, окиснення (ацидогенезу), утворення ацетату (ацетогенезу), які становили 33 доби, на контролі та в дослідних варіантах виявлено зростання рівня pH від 6,5 до 7,6 од. (рис. 1).

На 34-ту добу за рівня pH у досліджуваному субстраті (гній великої рогатої худоби) 7,6 од. — початок процесу метаногенезу, вносили біокомпозицію з грибів

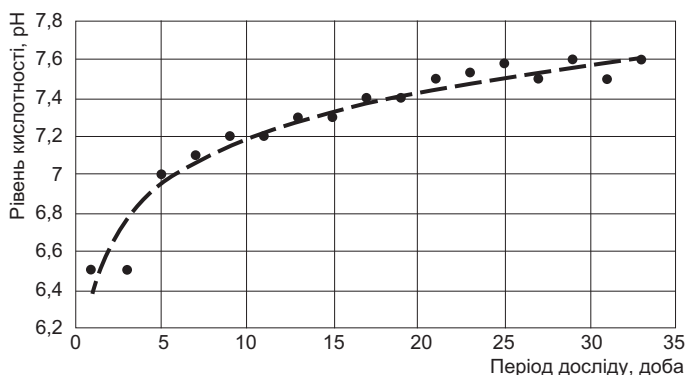


Рис. 1. Зміна рівня кислотності до внесення біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* за період перебігу процесу ферментації

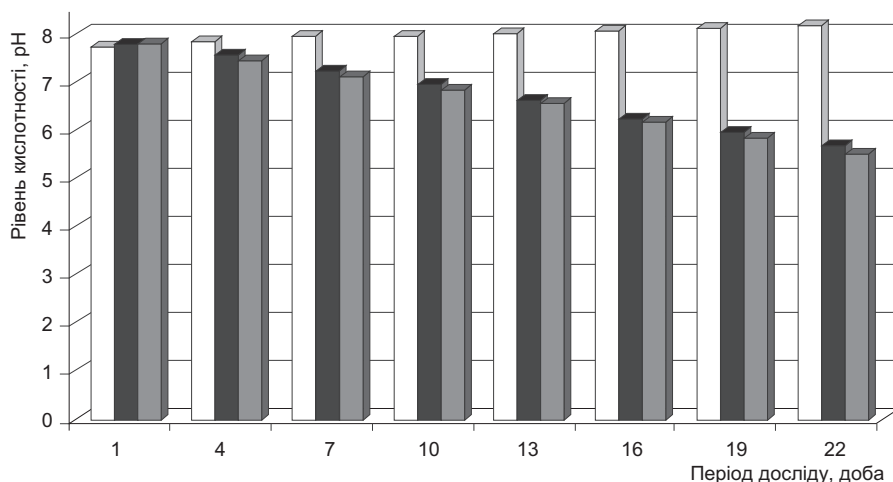


Рис. 2. Зміна рівня кислотності за період проведення дослідження за використанням біокомпозиції з грибів *Basidiomycota*: — контроль; — біокомпозиція з *Basidiomycota* 1:10; — біокомпозиція з *Basidiomycota* 1:5

Basidiomycota у розведеннях 1:10 і 1:5. У подальших дослідженнях, після внесення у метаногенерувальну сировину біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* величина pH знижувалася з 7,6 до 5,5–5,7 од., відповідно, за розведення 1:5 і 1:10 (рис. 2).

Одним із важливих показників анаеробного зброджування також є час процесу ферментації біомаси (експозиція зброджування). У більшості випадків за переробки органічних відходів стадія метаногенезу відбувається впродовж 22–28-ми діб і залежить від температурного режиму [22]. У цьому експерименті експозиція анаеробного

зброджування була в рекомендованих межах і становила 22 доби.

Отже, за результатами досліджень установлено, що після внесення у гній великої рогатої худоби біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у різних розведеннях (1:10 і 1:5) упродовж досліджуваного періоду (22 доби) процеси анаеробного бродіння уповільнювалися, що підтверджується зменшенням величини pH.

У процесі проведення експерименту в умовах *in vitro* (на 34-ту добу і через кожні 3 доби) проводили визначення рівня виділення CO_2 з гною великої рогатої худоби

Об'єм виділеного вуглекислого газу в процесі метаногенезу при внесенні біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:10 і 1:5, дм^3

Доба	Контроль	Біокомпозиція з <i>Basidiomycota</i>	
		1:10	1:5
1	1,123±0,031	0,056±0,009***	0,001±0,000085***
4	1,263±0,12	0,072±0,02***	0,001±0,0001***
7	1,414±0,08	0,091±0,01***	0,001±0,000084***
10	1,414±0,041	0,095±0,002***	0,001±0,00007***
13	1,414±0,06	0,097±0,004***	0,002±0,0001***
16	1,414±0,06	0,099±0,003***	0,002±0,0001***
19	1,414±0,04	0,097±0,004***	0,002±0,0001***
22	1,577±0,035	0,096±0,005***	0,001±0,0002***

*** $P < 0,001$.

на контролі та із застосуванням біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у розведеннях 1:10 і 1:5. Аналізуючи одержані результати досліджень, установлено, що рівень виділення CO_2 з гноевого субстрату при внесенні біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* у розведенні 1:10 був нижчим за контроль на $1,48 \text{ dm}^3$, а за розведення 1:5 — на $1,58 \text{ dm}^3$ (таблиця).

Вплив біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* на емісію CO_2 був ефективнішим

у розведенні 1:5 за весь період досліджень. Крім того, субстрат не мав специфічного запаху гною.

Отже, при внесенні у гній великої рогатої худоби біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* за мезофільного режиму бродіння в анаеробних умовах незалежно від розведення (1:10 і 1:5) виділення CO_2 в досліджуваних субстратах знижується. Крім того, біокомпозиція з грибів *Basidiomycota* зменшує неприємний запах гною.

Висновки

Експериментально підтверджено та науково обґрунтовано, що використання біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* за мезофільних умов анаеробного зброджування гною великої рогатої худоби (*in vitro*) в розведенні — 1:10 і 1:5 знижує вихід вуглекислого газу, відповідно, на 93 і 100%. Рівень pH за процесів біоферментації до внесення біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* збільшується на 1,3 од., а після її застосування в розведеннях 1:10 і 1:5 знижується на 1,9–2,1 од. Отже, біокомпозицію з грибів *Basidiomycota* в розведеннях 1:10 і 1:5 доцільно використовувати як для дезактивації ферментативних процесів, так і для зниження

виділення CO_2 з гною великої рогатої худоби, що дасть змогу запобігти забрудненню навколишнього природного середовища.

У перспективі плануємо провести експериментальні дослідження процесу анаеробного зброджування гною великої рогатої худоби (*in vivo*) при застосуванні біокомпозиції з грибів *Basidiomycota* та ви-
найти інші ефективні засоби для зниження емісії вуглекислого газу, а також метану і закису азоту, тощо з побічної продукції тваринного походження в навколишнє природне середовище для розв'язання екологічних проблем діяльності агропромислового комплексу.

Vorobel M.¹, Moroz V.², Kaplinsky V.³

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, 5 Hrushevskoho Str., Obroshyne village, Pustomyiv region, Lviv oblast, 81115, Ukraine; e-mail: ¹vorobelmariia@gmail.com, ²veramoroz0@gmail.com, ³vasyl.kaplinskiy@gmail.com

The effectiveness of influence of biocomposite of fungi *Basidiomycota* upon the emission of carbon dioxide from cattle manure

Goal. To determine the effectiveness of the influence of biocomposite of fungi *Basidiomycota* in different dilutions on the emission of carbon dioxide from cattle manure at mesophilic conditions of anaerobic digestion (*in vitro*). **Methods.** The study was carried out with the use of chemical, analytical and mathematical-statistical methods. **Results.** By results of the conducted researches it is established that after entering biocomposite of fungi *Basidiomycota* in manure substrate of cattle, regardless of the ratio of dilution (1:10 and 1:5), they observed a decrease in anaerobic fermentation during

the study period, as evidenced by a decrease in pH on 1.9–2.1 units. It is established that at addition to methane-generating raw materials (cattle manure) of biocomposite of fungi *Basidiomycota* in dilution of 1:10 the output of carbon dioxide was below the control on 1.48 dm^3 , and at a dilution of 1:5 — on 1.58 dm^3 . Consequently, the use of biocomposite of fungi *Basidiomycota* in mesophilic conditions of anaerobic digestion of cattle manure (*in vitro*), in a dilution of 1:10 and 1:5 reduces the output of carbon dioxide, respectively, on 93% and 100%.

Conclusions. It is experimentally proved and scientifically substantiated the effective impact of biocomposite of fungi *Basidiomycota* in the emission of carbon dioxide from cattle manure. Based on the results obtained during the research it is found out that the most effective influence on the level of carbon dioxide detects biocomposite of fungi *Basidiomycota* in a dilution of 1:5, and therefore, it can be used as an effective means to reduce the level of carbon dioxide to maintain clean environment during the fermentation of by-products of animal origin.

Key words: organic matter, greenhouse gases, atmosphere, anaerobic fermentation, biocomposite.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-10>

Бібліографія

1. Демчук М.В., Решетник А.О., Лайтер-Москалюк С.В. Проблеми утилізації гною в сучасному тваринництві. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького*. 2010. Т. 12, № 3 (4). С. 188–195.
2. Ходорчук В.Я., Алієва І.В., Марткопль-Шелі М.М. Мінімізація емісії парникових газів у сільському господарстві. *Аграрний вісник Півдня*. 2014. № 1. С. 168–173.
3. Бінковська Г.В., Шаніна Т.П. Оцінка обсягів викидів парникових газів в системах поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2016. Вип. 14. С. 91–97.
4. Бінковська Г.В., Шаніна Т.П. Відходи тваринництва та птахівництва як сировина для виробництва біогазу в Одеській області. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. Вип. 15. С. 28–34.
5. Жукорський О.М., Болтик Н.П. Забруднювачі довкілля та їх використання для виробництва біогазу на молочних фермах. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. Вип. 10. С. 250–259.
6. Пінчук В.О. Емісія парникових газів у галузі тваринництва України. *Біоресурси і природокористування*. 2015. Т. 7, № 1/2. С. 115–118.
7. Bailey R., Froggatt A., Wellesley L. Livestock — climate change's forgotten sector global public opinion on meat and dairy consumption. *Energy, Environment and Resources*. 2014. 30 p.
8. Захаренко М.О., Яремчук О.С., Шевченко Л.В. та ін. Біотехнологія відходів тваринницьких підприємств : монографія. Київ: НУБіП України. 2015. 380 с.
9. Smith D.W. Mitigation of greenhouse gas emissions in animal agriculture. *Animal agriculture in a changing climate*. 2014. № 1. Р. 1–7.
10. Petersen S.O., Blanchard M., Chadwick D. et al. Manure management for greenhouse gas mitigation. *Animal*. 2013. № 7. Р. 266–282. doi: 10.1017/S1751731113000736
11. Михайлова Є.О. Викиди парникових газів в Україні та світі. *Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика: зб. матер. Всеукр. наук.-практ. конф.* (м. Харків, 24 листопада 2016 р.). Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. С. 183–184.
12. Холод М. Емісія парникових газів та формування ринку квот на їх викиди. *Вісник Сум. ДУ*. 2009. № 2. С. 35–42.
13. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, 1992. 200 p.
14. FAO, Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome. 2006. 416 p.
15. Екологічні стандарти ЄС для галузі тваринництва України. Київ. 2018. С. 1–8.
16. Moran D., Wall E. Livestock production and greenhouse gas emissions: Defining the problem and specifying solutions. *Animal Frontiers*. 2011. V. 1, Is. 1, № 6. P. 19–25. doi: 10.2527/af.2011-0012
17. Hristov A.N., Oh J., Lee C. et al. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO₂ emissions. 2013. FAO Rome, Italy. 226 p.
18. Tubiello F.N., Salvatore M., Condor Goles R.D. et al. Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks. 1990–2011 Analysis. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14–02. FAO 2014. 89 p.
19. Фурдичко О.І., Бойко А.Л. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія; за ред. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. Київ: ДІА, 2013. 416 с.
20. Чибисова Н.В. Практикум по экологической химии: учебное пособие. Калининград: Калинингр. ун-т, 1999. 94 с.
21. Шацький В.В., Скляр О.Г., Скляр Р.В., Солодка О.О. Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні. *Праці ТДАТУ*. 2013. Вип. 13, Т. 3. С. 3–12.
22. Поліщук В. М., Лободко М. М., Сидорчук О. В., Поліщук О. В. Вплив режимів метанового бродіння на ефективність виробництва біогазу. *Наук. вісн. НУБіП України*. 2013. № 185, Ч. 3. С. 180–191.