DOI: 10.32636/01308521.2026-(79)-2-13

Оригінальна наукова стаття
УДК 636.2:636.083.312:504.05

ВПЛИВ БІОДЕСТРУКТОРІВ НА РІВЕНЬ ШКІДЛИВИХ ГАЗІВ У ПРИМІЩЕННІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

М. І. Воробель, О. Я. Клим, Г. Я. Телушко

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., 81115

Про авторів:

Марія ВОРОБЕЛЬ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-4387-4173

Олег КЛИМ,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6330-8489

Ганна ТЕЛУШКО
ORCID: 0000-0001-8231-7922

Для листування:
Марія ВОРОБЕЛЬ
e-mail: vorobelmariia@gmail.com

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук України

Отримано:
2 квітня 2026 р.
Погоджено до друку:
10 червня 2026 р.
Опубліковано:
30 червня 2026 р.

Скотарство є однією із провідних галузей агропромислового комплексу, оскільки відіграє важливу роль у забезпеченні національної продовольчої безпеки та формуванні її експортного потенціалу. Однак, водночас із забезпеченням населення незамінними харчовими продуктами, скотарство, як і тваринництво в цілому, виступає продуцентом забруднення повітря. Рентабельне та ефективне ведення галузі скотарства визначається збалансованою годівлею та належними умовами утримання, де ключове значення належить мікроклімату, зокрема, і вмісту шкідливих газів. Наявність останніх у приміщенні не лише негативно впливає на продуктивність і здоров'я тварин, але й скорочує тривалість їх господарського використання. Тому, основою наших досліджень слугує досягнення нижчого рівня шкідливих газів – аміаку, вуглекислого газу, оксиду азоту, сірководню у приміщенні дійних корів за цілорічного стійлового утримання на прив'язі за рахунок застосування біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей, що сприятиме підвищенню ефективності ведення галузі скотарства. Аналіз одержаних даних свідчить про зменшення рівня вище вказаних шкідливих газів у повітрі приміщення ВРХ за використання досліджуваних біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей. Найкращі результати щодо зниження шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у приміщенні дійних корів із досліджуваних біодеструкторів забезпечує Комплезим С – на 27,8–39,2 %, тоді як за використання біодеструктора Скарабей відбувається зменшення зазначених газів – на 22,2–33,7 %. Отже, наведені результати, одержані у процесі проведення досліджень свідчать про ефективність використання біодеструктора Комплезим С безпосередньо у приміщеннях худоби для зменшення рівня шкідливих газів, що тим самим дасть можливість мінімізувати негативну дію діяльності об'єктів тваринництва на довкілля і забезпечити реалізацію спадкових задатків тварин.

Ключові слова: велика рогата худоба, мікроклімат, шкідливі гази, біодеструктори.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Воробель М. І., Клим О. Я., Телушко Г. Я., 2026

Influence of biodestructors on the level of harmful gases in cattle houses

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Mariia VOROBEL
ORCID: 0000-0003-4387-4173

Oleh KLYM
ORCID: 0000-0002-6330-8489

Hanna TELUSHKO
ORCID: 0000-0001-8231-7922

For corresponding:
Mariia VOROBEL
e-mail: vorobelmariia@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
April 2, 2026
Accepted:
June 10, 2026
Published:
June 30, 2026

Cattle breeding is one of the leading branches of the agro-industrial complex, as it plays an important role in ensuring national food security and forming its export potential. However, while providing the population with indispensable food products, cattle breeding, like livestock farming in general, is a producer of air pollution. Profitable and effective management of the livestock industry is determined by balanced feeding and proper conditions of detention, where the key importance belongs to the microclimate, in particular, and the content of harmful gases. The presence of the latter in the premises not only negatively affects the productivity and health of animals, but also reduces the duration of their economic use. Therefore, the basis of our research is to achieve a lower level of harmful gases – ammonia, carbon dioxide, methane, nitrogen oxide, hydrogen sulfide in the premises of dairy cows during year-round stall confinement on a leash through the use of biodestructors – Complezym C and Scarabei, which will contribute to increasing the efficiency of the livestock industry. Analysis of the obtained data indicates a lower level of the above-mentioned harmful gases in the air of cattle premises when using the studied biodestructors – Complezym C and Scarabei. The best results in reducing the level of harmful gases – NH_3, CO_2, CH_4, NO, H_2S in the premises of dairy cows from the studied biodestructors are provided by Complezym C – by 27.8–39.2 %, while using the Scarabei biodestructor reduces the specified gases – by 22.2–33.7 %. Therefore, the results obtained in the course of the research indicate the effectiveness of using the biodestructor Complezym C directly in livestock premises to reduce the level of harmful gases, which will thereby make it possible to minimize the negative impact of livestock facilities on the environment and ensure the realization of the hereditary predispositions of animals.

Keywords: cattle, microclimate, harmful gases, biodestructors.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Аграрний сектор з його складником – сільським господарством є пріоритетною галуззю для розвитку зовнішньої та внутрішньої економіки країни, адже відповідає за продовольчу незалежність й безпеку держави та слугує визначальним фактором для сталого соціально-економічного стану країни [5, 14, 19]. На даний час більше ніж 80 % фонду споживання становить продукція сільського господарства, а її виробництво є основною умовою для життя людини [1]. Однією із важливих продовольчо-безпекових галузей України є скотарство, підтвердженням цьому є висока питома вага молока і м’яса [16]. Серед загальної структури продукції тваринництва від даної галузі одержують більше ніж 95 % молока і до 30 % м’яса [13]. Згідно з даними FAO, близько 16 % енергії людство отримує з молока [1]. Отже, забезпечення населення продуктами вітчизняного виробництва залишається актуальним питанням продовольчої безпеки будь-якої країни.

Скорочення поголів’я худоби, яке прискорилось після початку повномасштабного вторгнення обумовлює зменшення виробництва продукції. На сьогодні в нашій країні споживання продукції тваринництва є нижчим від раціональних норм. Зокрема, держава на даний час забезпечує потреби внутрішнього ринку в споживанні м’яса –

на рівні 54 кг на одну людину на рік, що менше від раціональної норми, рекомендованої МОЗ України – на 28,3 кг, тобто 34,1 %. Водночас із цим, досить низьким залишається і рівень виробництва молочної продукції у нашій країні, а споживання її з розрахунку на 1 особу на рік зменшилося до 220 кг. Отже, дефіцит у відсотковому вимірі щодо раціональної норми, рекомендованої МОЗ України (380 кг) становить 42,1 % [11]. Конкурентоспроможність скотарства, окрім забезпечення виробництва та якості продукції має на меті також і екологічну безпеку процесів виробництва, тобто мінімізувати негативний вплив на довкілля одержаної при цьому побічної продукції тваринного походження, гарантувати добробут тварин і водночас рентабельність галузі [28, 36, 37].

Збільшення виробничих потужностей сільськогосподарських підприємств з метою насичення ринку продукцією призводить до високої концентрації поголів'я тварин, що ускладнює дотримання належних умов їх утримання [2, 46, 48]. Зокрема, внаслідок високого рівня розорюваності сільськогосподарських угідь широкого поширення набуло цілорічне стійлове утримання тварин. Ефективність функціонування галузі тваринництва в середньому на 25–30 % залежить від санітарно-гігієнічних умов утримання, які є другим за значущістю фактором після годівлі та відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності та резистентності організму тварин до захворювань [4, 10, 21]. Аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел підтверджують, що умови вирощування відіграють важливу роль у забезпеченні повноцінного зростання, розвитку та функціонування організму, а також формуванні якісної продукції [4, 6, 12]. Отже, оптимальні параметри мікроклімату мають безпосередній вплив на економічні показники виробництва продукції, визначаючи ефективність діяльності кожного окремого господарства.

Мікроклімат у приміщенні тварин включає низку критеріїв, зокрема, водночас із показниками фізичного характеру – температурою, вологістю, важливу роль відіграє рівень у повітрі шкідливих газів – аміаку, сірководню, вуглекислого газу тощо [7, 10, 45]. Шкідливі гази нагромаджуються у повітрі тваринницьких приміщень внаслідок життєдіяльності самих тварин, так і від розкладання побічної продукції тваринництва [22, 29, 33]. Зростання рівня забезпечення людей вітчизняною сільськогосподарською продукцією супроводжується утворенням значних обсягів виробничих відходів, перероблення яких обумовлює додаткові витрати [14, 15, 40]. Скотарство відповідає за нагромадження найбільшого обсягу відходів, а саме: 44 % від їх загальної кількості у тваринництві [20, 22]. Так, виробництво 1 л молока (за річної продуктивності 5 тис. л) супроводжується утворенням приблизно 4 кг гною, тоді як отримання 1 кг яловичини (за середньодобового приросту 1 кг) зумовлює накопичення близько 30 кг відходів [30]. Підсумовуючи наведене, діяльність сільськогосподарських підприємств, особливо за високого рівня інтенсифікації тваринництва, тісно пов'язана з забрудненням довкілля, водних ресурсів та ґрунтів, що призводить до появи чисельних зоотехнічних, ветеринарних та екологічних проблем [19, 22, 29]. Аграрії часто ігноруючи стан довкілля, насамперед орієнтуються на здобуття максимальної прибутковості [14, 31]. Дослідження низки вчених підтверджують, що недотримання оптимальних параметрів мікроклімату негативно позначається на рівню продуктивності – в середньому втрачається 10–20 % молока та 20–35 % приростів живої маси, одночасно з цим відбувається збільшення відходу молодняку – на 5–40 %, а також зростають витрати на обладнання [2, 9, 10]. Шкідливі гази у повітрі приміщення спричиняють у тварин, особливо у молодняку захворювання органів дихання і травлення, що негативно впливає на якість продукції, тоді як у

дорослих тварин частого поширення набувають мастити [21, 35]. Таким чином, забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов утримання тварин запобігає хворобам різної етіології [2, 21, 35].

За даними Всесвітньої організації з продовольства та сільського господарства, тваринництво спричиняє 18 % від усіх викидів парникових газів людства, що більше, порівняно з транспортом (14 %) [15, 26, 32]. Згідно з проведеними дослідженнями встановлено, що молодняк великої рогатої худоби за 15 місяців вирощування набирає до 500 кг ваги та виділяє метан, еквівалентний парниковому ефекту 75 тис. км пробігу автомобіля, тобто перевищує у 5 разів викиди машини за цей період часу [3]. Також відомо про поширення неприємного запаху на 3 км від господарства з чисельністю 10 тис. голів великої рогатої худоби та щодобовою емісією аміаку – 60 кг [28]. Аналіз джерел інформації свідчить, що комплекс великої рогатої худоби на 35 тис. голів забруднює довкілля рівноцінно промисловому центру з чисельністю людей – 400–500 тис. [17]. Слід зазначити, що друге місце за обсягами утворення парникових газів в Україні належить екскрементам тварин, відповідно до даних Національного кадастру антропогенних викидів парникових газів, а скотарство генерує 30 % відходів [8]. Літературні дані свідчать, що виробництво яловичини формує у 4–5 разів більше парникових газів за одиницю калорійності м’яса, ніж свинина та птиця, тоді як виробництво молочних продуктів є в 3–4 рази ефективніше, за інші виробничі системи [36, 41]. Підсумовуючи наведене слід зазначити, що забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні тварин є ключем до їх здоров’я, реалізації генетичного потенціалу продуктивності та зниження витрат внаслідок цілеспрямованого використання поживних речовин на формування продуктивних якостей, а також сприяє мінімізації впливу побічної продукції тваринного походження на довкілля, що тим самим визначає ефективність ведення галузі тваринництва в цілому, і скотарства зокрема.

Тому, метою досліджень було встановлення ефективності дії біодеструкторів – Комплезим С й Скарабей на рівень шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у повітрі приміщення при веденні галузі молочного скотарства.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження з встановлення рівня шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у приміщенні великої рогатої худоби при застосуванні біодеструкторів проводили в ФГ "Голуб Р. В." Стрийського району Львівської області зі стійловою системою утримання. Корови цілорічно знаходяться у приміщенні на прив’язному утриманні, як підстилка використовується тирса, гній видаляється за допомогою гноєтранспортера, а доїння корів проводиться безпосередньо у стійлах завдяки наявності молокопроводу.

Для забезпечення нижчого рівня шкідливих газів у приміщенні великої рогатої худоби, згідно з аналізом даних, одержаних у попередніх дослідженнях *in vitro* було обрано саме такі біодеструктори – Комплезим С й Скарабей в оптимальній найбільш ефективній економічно доцільній дозі – 20 г/м^3. Досліджуваний біодеструктор Комплезим С (ДП «Ензим», ТУ У 20.1-32813696-026:2012) одержаний шляхом глибинного культивування асоціацій бактерій *Bacillus Subtilis* й *Bacillus Licheniformis* з додаванням поживних речовин та мінералів, а біодеструктор Скарабей (ПрАТ «ВНП "Укрзооветпромпостач"», ТУ У 20.1-23524007-097:2014) представлений композицією з 3 штамів високоактивних бактерій – *Bacillus amylolique faciens BS-18 IMB B-7470, Cellulomonas flavigena C-53 IMB B-7473, Rhodotorula glutinis КР Ж-1 IMB Y-5056*, носій – кукурудзяна крупа в поєднанні із пшеничною.

Загальну оцінку мікроклімату приміщення здійснювали за загальноприйнятими методиками. Вимірювання проводили: по горизонталі –

в центрі приміщення та у двох протилежних кутах по діагоналі на відстані до 3 м від поздовжніх стін та до 1 м від торцевих; по вертикалі – на рівні лежання й стояння тварин [18]. Рівень шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у приміщенні для утримання великої рогатої худоби за дії біологічно активних речовин вимірювали за допомогою переносного сигналізатора-аналізатора газів – Дозор С-М-5 (свідоцтво про повірку законодавчо регульованого засобу вимірювальної техніки № 84709/92 і сертифікат відповідності № UA.TR.002.CB.1234-19). Прилад забезпечує одночасне відображення концентрацій усіх вимірюваних компонентів на рідкокристалічному дисплеї з підсвічуванням, має індивідуальну світлову сигналізацію для кожного показника та загальну звукову сигналізацію у разі перевищення установлених порогів. Налаштування режимів роботи та коригування показників здійснювали через меню, що відображається на дисплеї.

Паралельно з визначенням вмісту газів досліджували основні параметри мікроклімату, зокрема, температуру і відносну вологість повітря, які вимірювали за допомогою психрометричного гігрометра.

Статистичний аналіз отриманих у дослідженні показників проводили методами варіаційної статистики за допомогою стандартного пакета прикладних програм. Розраховували середні арифметичні значення (M) та їх похибки (±m). Вірогідність різниці між середніми арифметичними значеннями оцінювали за рівнями значущості: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

Результати та обговорення. Температура повітря належить до основних параметрів мікроклімату у тваринницьких приміщеннях, адже саме від неї значною мірою залежить інтенсивність метаболічних процесів. Під час експерименту у приміщенні корів, які перебували на прив’язному утриманні температура була зафіксована на рівні 22,1 °С. Поряд із зазначеним показником мікроклімату в приміщенні для утримання худоби вимірювали також відносну вологість повітря. З підвищенням температури її рівень знижується, а за умов невисокої вологості тварини легше переносять теплове навантаження. Так, вологість приміщення у нашому експерименті становила 55 %. Важливу роль, водночас із наведеними фізичними параметрами, відіграє рівень шкідливих газів у повітрі тваринницьких приміщень, особливо за цілорічного стійлового утримання. Варто зауважити, що навіть за допустимої концентрації ці гази за довготривалого перебування в приміщенні можуть чинити несприятливий вплив на організм тварин. Враховуючи це, для зменшення рівня шкідливих газів у приміщенні дійних корів за цілорічного стійлового прив’язного утримання використано біодеструктори – Комплезим С та Скарабей.

У процесі проведення експерименту встановлено, що найнижчий рівень NH_3 (рис. 1) у повітрі приміщення при прив’язному утриманні великої рогатої худоби спостерігається за використання біодеструктора Комплезим С – на 34,8 % ($P < 0,01$). Водночас із цим, біодеструктор Скарабей також обумовлює зменшення аміаку у повітрі приміщення тварин на 25,2 % ($P < 0,01$). Вірогідно, це пов’язано із мікробіологічними процесами розкладу органічних речовин та зменшенням інтенсифікації амоніфікації. Слід зауважити про ефективнішу дію біодеструктора Комплезиму С на зниження рівня аміаку у повітрі приміщення корів на 9,6 %. Зменшення NH_3 у повітряному середовищі має важливе санітарно-гігієнічне значення, адже покращує умови утримання тварин, зменшує подразнення слизових оболонок дихальних шляхів та сприяє підвищенню загальної резистентності [27, 35, 42].

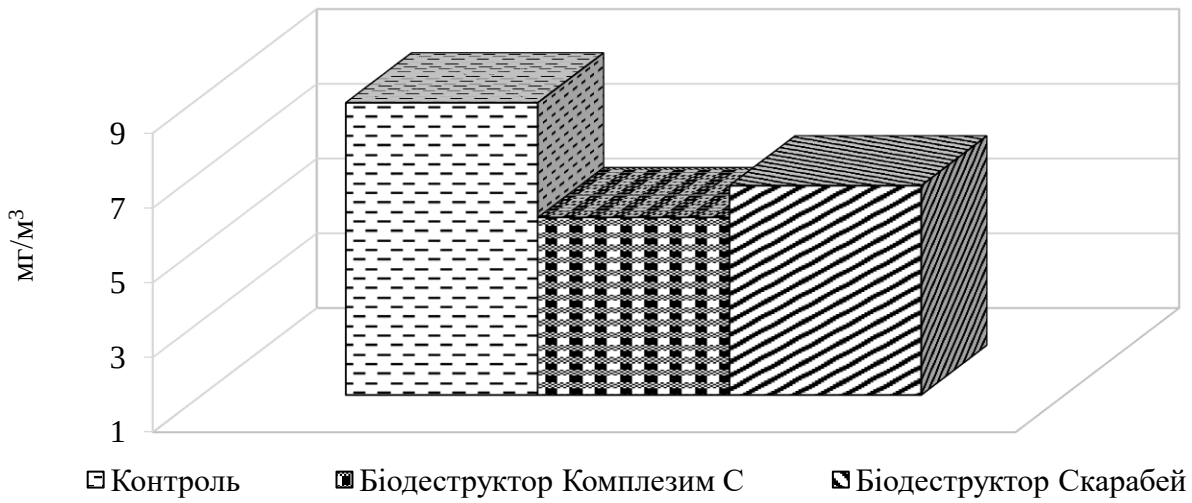

Рис. 1. Рівень NH_3 у приміщенні худоби за використання біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей

Аналіз експериментальних даних свідчить, що рівень CO_2 (рис. 2) у повітрі приміщення худоби за утримання її на прив'язі був нижчий, використовуючи біодеструктор Комплезим С – на 27,8 % ($P < 0,05$). Поряд із цим, такий біодеструктор, як Скарабей забезпечує зменшення вуглекислого газу в повітрі приміщення корів – на 22,2 % ($P < 0,05$). Отже, перевага біодеструктора Комплезим С складає 5,6 %. Одержані показники свідчить, що застосування біодеструкторів позитивно впливає на процеси біотрансформації відходів, знижуючи тим самим інтенсивність метаногенезу. Це безпосередньо може бути пов'язано зі зміною мікробіологічних процесів на аеробне розщеплення органічної речовини й пригніченням розвитку мікрофлори. Зниження рівня вуглекислого газу також відіграє важливу роль у забезпеченні оптимального мікроклімату, оскільки його підвищені концентрації негативно діють на газообмін, продуктивність та загальний фізіологічний стан тварин [4, 23, 24].

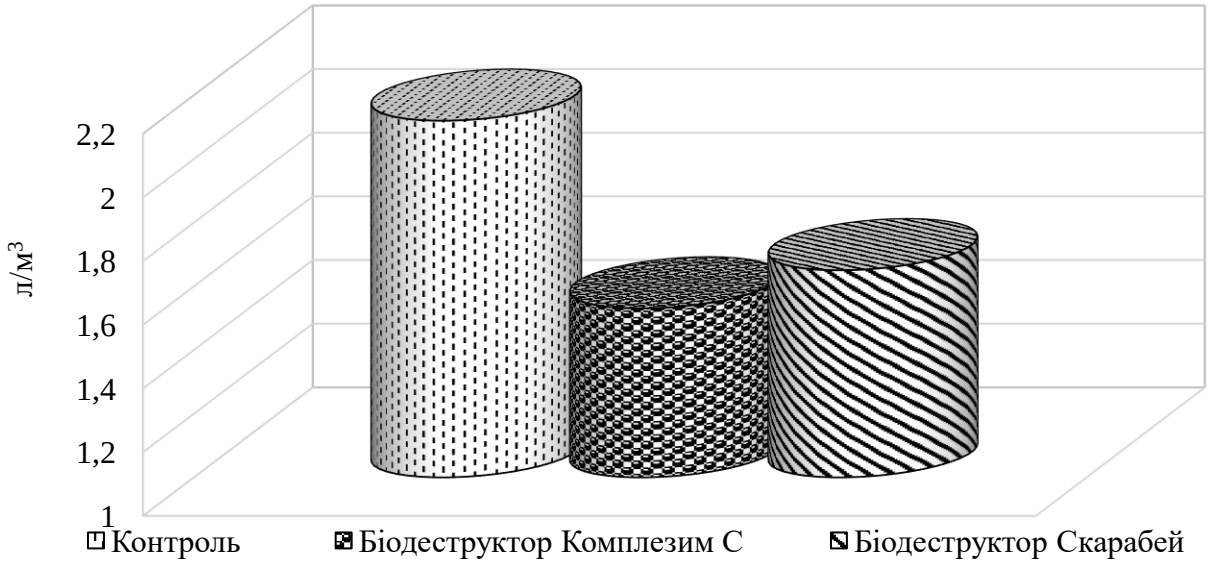

Рис. 2. Рівень CO_2 у приміщенні худоби за використання біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей

Згідно з отриманими показниками у процесі проведення експерименту встановлено, що біодеструктор Комплезим С сприяє зниженню рівня NO (рис. 3) у повітрі приміщення великої рогатої худоби за прив'язного утримання – на 37,3 % (P < 0,01). Водночас із цим, біодеструктор Скарабей забезпечує зменшення у повітрі приміщення оксиду азоту на 29,6 % (P < 0,05) – за технології утримання, при якій дійні корови перебувають на прив'язі. Таким чином, біодеструктор Комплезим С виявив вищу ефективність щодо зниження рівня оксиду азоту на 7,7 %, що може свідчити про більш активний вплив його компонентів на процеси мікробіологічної трансформації азотовмісних сполук. Оксиди азоту при надходженні з витяжною системою вентиляції із тваринницького приміщення у довкілля руйнують озоновий шар, сприяють дестабілізації циклу азоту з подальшим зростанням температури планети [3, 30].

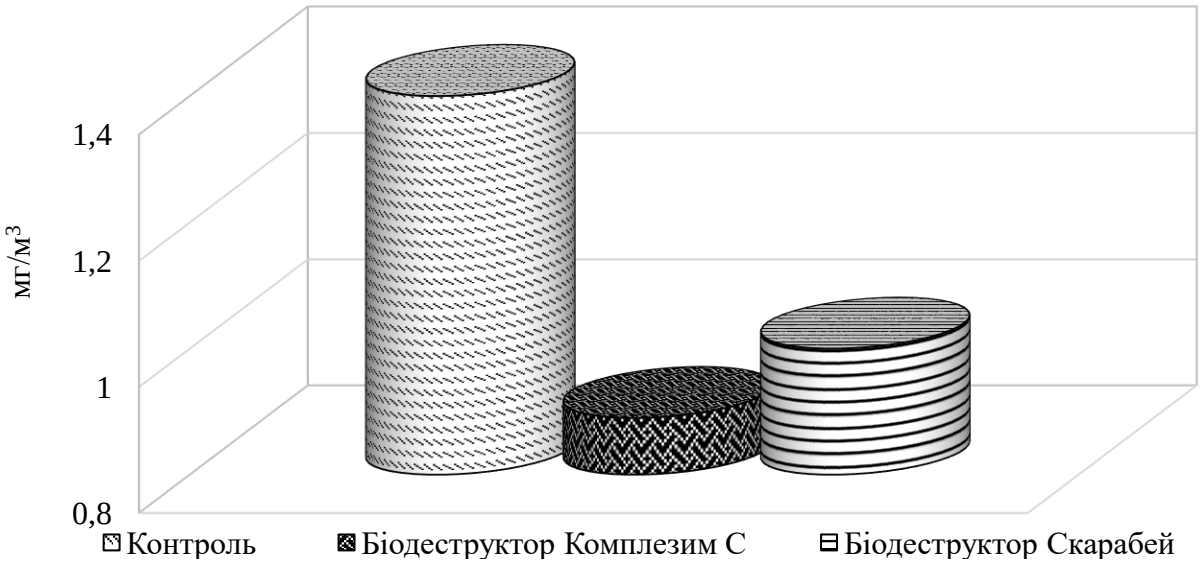

Рис. 3. Рівень NO у приміщенні худоби за використання біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей

Аналізуючи одержані дані, слід відзначити про ефективну дію біодеструктора Комплезим С щодо зменшення рівня сірководню (рис. 4) у повітрі приміщення худоби за прив'язного її утримання – на 39,2 % (P < 0,01). Водночас за внесення біодеструктора Скарабей відбувається зниження у повітрі приміщення H_2S на 33,7 % (P < 0,05) – за аналогічної технології утримання дійних корів. Таким чином, встановлено, що обидва препарати сприяють істотному зменшенню рівня сірководню, проте більш виражений ефект спостерігається при використанні біодеструктора Комплезим С – на 5,5 %, відносно біодеструктора Скарабей.

Зниження концентрації досліджуваних шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у приміщенні великої рогатої худоби внаслідок застосування біодеструкторів обумовлює пригнічення ферментативних процесів у гної. Це підтверджується змінами його кислотності, яка є важливим показником напряму бродильних процесів. Зокрема, за використання досліджуваних біодеструкторів – Комплезиму С та Скарабей відбувається зниження pH гною корів (рис. 5), з 6,95 до 5,83 й 6,14, відповідно.

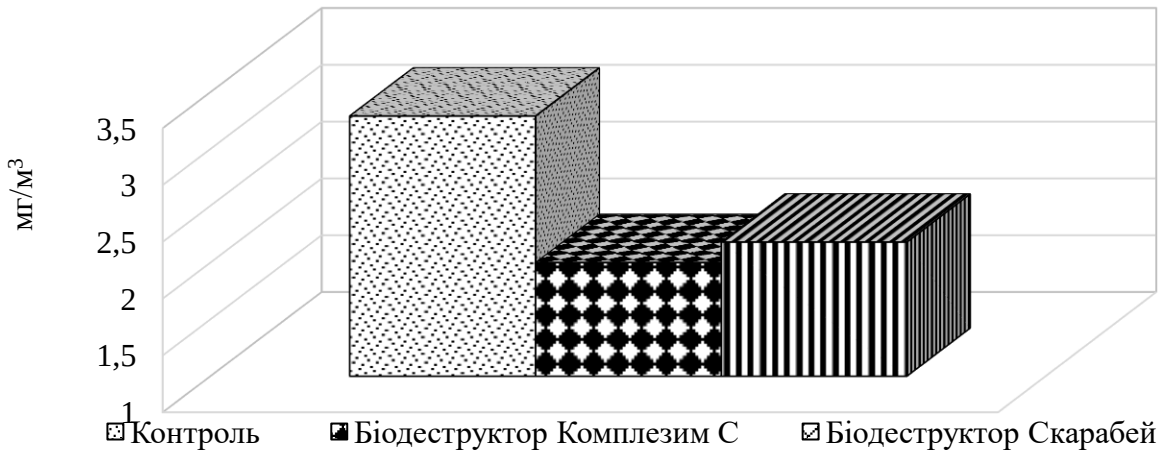

Рис. 4. Рівень H_2S у приміщенні худоби за використання біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей

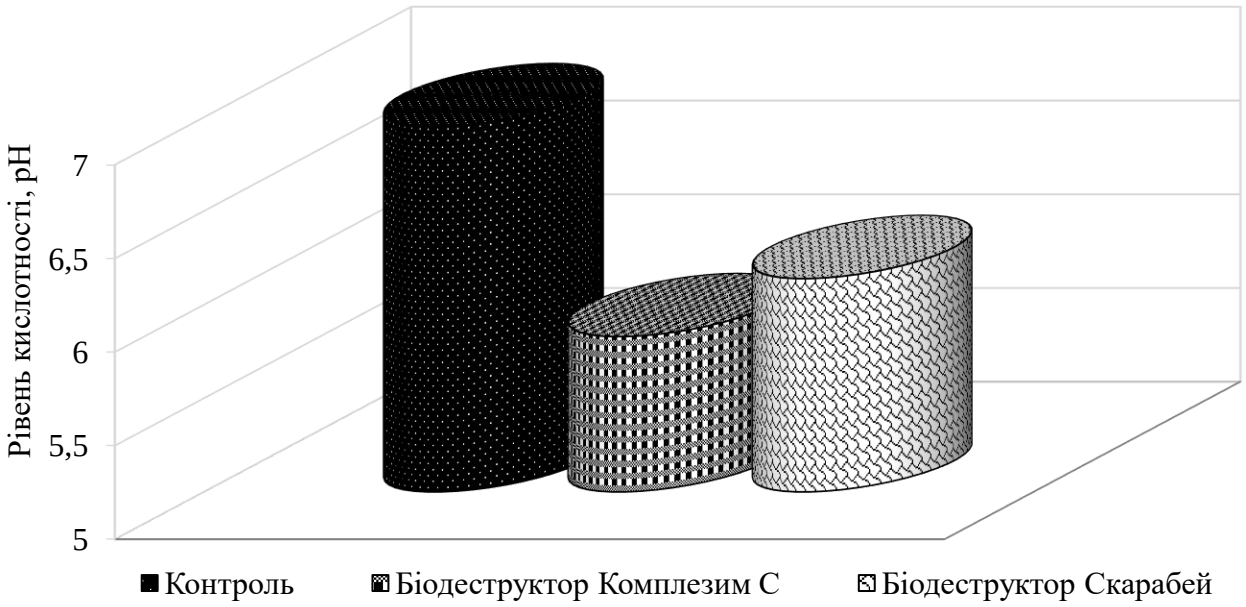

Рис. 5. Рівень pH гною худоби за використання біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей

Одержані результати, у процесі проведення експерименту, узгоджуються із дослідженнями низки вчених, які внаслідок застосування різних засобів забезпечували в повітрі приміщення худоби зменшення викидів, в основному аміаку. Підтвердженням є дослідження щодо нижчого рівня аміаку на молочних фермах внаслідок використання цеоліту та галуну [39], лігніту [26], уреази [43]. Аналогічні результати щодо зменшення не лише аміаку, а й вуглекислого газу та оксиду азоту у приміщенні худоби отримано такими дослідниками, як Shan et al. (2020) [25]. Також результати узгоджуються із модульними дослідженнями, які забезпечували нижчий рівень газоподібних аеополютантів внаслідок додавання до гною різних добавок [34, 44, 47].

Враховуючи наведені вище представлені результати досліджень слід відзначити позитивний вплив досліджуваних біодеструкторів – Комплезим С та Скарабей на скорочення викидів шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у повітрі приміщення великої рогатої

худоби за її прив'язного утримання. Найкращі результати щодо зменшення рівня досліджуваних шкідливих газів у приміщенні худоби одержано за використання біодеструктора Комплезим С, що очевидно, пов'язано з його компонентним складом мікроорганізмів. Поряд із цим, даний біодеструктор і спричиняє нижчий рівень pH гною. Зокрема, у процесі проведення експериментальних досліджень встановлено, що біодеструктор Комплезим С забезпечує зменшення шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у приміщенні худоби за прив'язного утримання, відповідно, на 34,8 % ($P < 0,01$), 27,8 ($P < 0,05$), 37,3 ($P < 0,01$) та 39,2 % ($P < 0,01$). Тоді як, біодеструктор Скарабей сприяє нижчому рівню газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S у повітрі приміщення корів – на 25,2 % ($P < 0,01$), 22,2 ($P < 0,05$), 29,6 ($P < 0,05$) та 33,7 % ($P < 0,05$). Таким чином, застосування біодеструктора Комплезим С показує кращі результати щодо зменшення шкідливих газів у приміщенні худоби – на 5,5–9,6 %, порівняно з біодеструктором Скарабей. Отже, проведені дослідження вказують на перспективність застосування біодеструктора Комплезим С при веденні скотарства, що позитивно впливає на якість повітря в приміщенні, тим самим покращуючи добробут тварин, а також дасть можливість забезпечити реалізацію генетичного потенціалу, підвищуючи тим самим конкурентоспроможність та зменшуючи навантаження на навколишнє природне середовище.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено ефективність застосування у приміщенні при утриманні худоби біодеструкторів – Комплезиму С та Скарабей на зниження рівня шкідливих газів – NH_3, CO_2, NO, H_2S. Експериментально доведено, що біодеструктор Комплезим С спричиняє нижчий рівень досліджуваних газів у повітрі приміщення корів на прив'язі – на 27,8–39,2 %, а біодеструктор Скарабей – на 22,2–33,7 %. Отже, застосування біодеструктора Комплезим С у приміщеннях сприятиме покращенню санітарно-гігієнічних умов утримання худоби, забезпечуючи підвищення резистентності організму, стійкості тварин до захворювань, а отже, і максимального прояву спадкових задатків тварин та рентабельності галузі в цілому.

Список використаної літератури

1. Антощенкова В. В. Сучасний стан молочного скотарства в Україні. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Вип. 5 (2). С. 25–32.

2. Бей Р. В. Мікроклімат тваринницьких приміщень як центральна проблема гігієни сільськогосподарських тварин та механізації тваринництва. *Гілея: науковий вісник*. 2016. Вип. 105. С. 125–126.

3. Біньковська Г. В., Шаніна Т. П. Відходи тваринництва та птахівництва як перспективне джерело альтернативної енергії в Одеській області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2013. № 1. С. 166–170.

4. Болтянська Н. І., Непарко Т. А. Формування мікроклімату в приміщеннях для утримання великої рогатої худоби. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «*Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*». Харків : ДБТУ, 2021. С. 472–475.

5. Брик М. М. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі тваринництва в Україні. Економічний аналіз. 2018. Т. 28, № 4. С. 331–337.

References

1. Antoshchenkova V. V. Current state of dairy cattle breeding in Ukraine. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. 2020. Issue 5 (2). P. 25–32.

2. Bei R. V. Microclimate of livestock premises as a central problem of farm animal hygiene and mechanization of livestock farming. *Hileia : naukovyi visnyk*. 2016. Issue 105. P. 125–126.

3. Binkovska H. V., Shanina T. P. Waste from livestock and poultry farming as a promising source of alternative energy in the Odessa region. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia*. 2013. No. 1. P. 166–170.

4. Boltianska N. I., Neparko T. A. Formation of microclimate in premises for keeping cattle. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. *«Suchasna inzheneriia ahropromyslovykh i kharchovykh vyrobnytstv»*. Kharkiv : DBTU, 2021. P. 472–475.

5. Bryk M. M. Current state and prospects for the development of the livestock industry in Ukraine. *Ekonomichnyi analiz*. 2018. Vol. 28, no. 4. P. 331–337.

6. Varpikhovskyi R. L., Kucherenko O. M. The influence of the microclimate of the premises and the conditions of keeping calves during the period of

6. Варпіховський Р. Л., Кучеренко О. М. Вплив мікроклімату приміщення та умов утримання телят у період вирощування до 8 місячного віку. *Таврійський науковий вісник.* 2022. № 124. С. 118–126.

7. ВНТП-АПК-01.05. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). К., Мінагрополітики, 2005. 111 с.

8. Вовк В. Ю. Екологічно безпечні технології переробки відходів сільського господарства для забезпечення енергетичної безпеки. Збірка матеріалів Національного форуму *«Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології»* (м. Київ, 23-24 лист. 2021 р.). Київ, 2022. С. 148–154.

9. Войцицкий А. П., Молчан В. В. Роль мікроклімату в умовах ферм великої рогатої худоби. Матеріали ІІ-ї Всеукр. Наук. конф. *«Ефективність агротехнологій в зоні Полісся України»* (м. Житомир, 17–18 листоп. 2022 р.). Житомир, 2022. С. 105–107.

10. Гаврильченко О. С., Хоружий Г. В. Аналіз сучасних систем кондиціонування повітря тваринницьких приміщень. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. *«Соціально-економічні проблеми аграрного розвитку регіонів»*. Ніжин, 2018. С. 83–87.

11. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. URL: http://ukrstat.gov.ua. (дата звернення: 12.03.2026).

12. Дія озоно-повітряної суміші на шкідливі гази / Я. Пушкар та ін. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2022. Вип. 105. С. 68–72.

13. Ейфеел А., Гусятинська О., Сусол Р. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі молочного скотарства в Україні. *Agrarian bulletin Black Sea littoral*. 2022. Вип. 104–105. С. 119–130.

14. Захарченко О. В. Утилізація відходів природного походження аграрних формувань: проблемний аспект. *Вісник ХНАУ імені В. В. Докучаєва*. 2017. № 1. С. 58–67.

15. Корбич Н. М. Екологічні проблеми в тваринництві. Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. «*Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*» (м. Херсон, 21–22 жовтня 2021 р.). Херсон, 2021. С. 143–146.

16. Ломовських Л. О. Аналіз ефективності молочного скотарства в Україні. *Вісник ХНАУ*. 2020. № 3. С. 445–454.

17. Максішко Л. М., Малик О. Г. Біологічна утилізація шкідливих парникових газів, які входять до складу біогазу, а також сірководню і аміаку у воді асоціацією біологічно корисних мікроорганізмів. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2012. Т. 14, № 3. С. 353–361.

18. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / О. І. Соболєв та ін. ; за редакцією О. І. Соболєва. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 256 с.

growing up to 8 months of age. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2022. No. 124. P. 118–126.

7. VNTP-APK-01.05. Departmental standards for technological design. Livestock enterprises (complexes, farms, small farms). K., Minahropolityky, 2005. 111 p.

8. Vovk V. Yu. Environmentally safe technologies for processing agricultural waste to ensure energy security. Zbirka materialiv Natsionalnoho forumu *«Povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini: zakonodavstvo, ekonomika, tekhnolohii»* (m. Kyiv, 23–24 lystopada 2021 r.). Kyiv, 2022. P. 148–154.

9. Voitsytskyi A. P., Molchan V. V. The role of microclimate in the conditions of cattle farms. Materialy II-i Vseukr. nauk. konf. *«Efektyvnist ahrotekhnolohii v zoni Polissia Ukrainy»* (m. Zhytomyr, 17–18 lystop. 2022 r.). Zhytomyr, 2022. P. 105–107.

10. Havrylchenko O. S., Khoruzhyi H. V. Analysis of modern air conditioning systems for livestock premises. Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. *«Sotsialno-ekonomichni problemy ahrarnoho rozvytku rehioniv»*. Nizhyn, 2018. P. 83–87.

11. State Statistics Committee of Ukraine [Electronic resource] / Official site. URL: http://ukrstat.gov.ua. (last accessed: 12.03.2025).

12. The effect of ozone-air mixture on harmful gases / Ya. Pushkar et al. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. 2022. Issue 105. P. 68–72.

13. Eifeel A., Husiatynska O., Susol R. Current state and prospects for the development of the dairy cattle industry in Ukraine. *Agrarian bulletin Black Sea littoral*. 2022. Issue 104–105. P. 119–130.

14. Zakharchenko O. V. Utilization of waste of natural origin of agrarian formations : problematic aspect. *Visnyk XNAU imeni V. V. Dokuchaieva*. 2017. No. 1. P. 58–67.

15. Korbych N. M. Ecological problems in animal husbandry. Materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii *«Ekolohichni problemy navkolyshnoho seredovyshcha ta ratsionalnoho pryrodokorystuvannia v konteksti staloho rozvytku»* (m. Kherson, 21–22 zhovtnia 2021 r.). Kherson, 2021. P. 143–146.

16. Lomovskykh L. O. Analysis of the efficiency of dairy cattle breeding in Ukraine. *Visnyk KhNAU*. 2020. No. 3. P. 445–454.

17. Maksishko L. M., Malyk O. H. Biological utilization of harmful greenhouse gases, which are part of biogas, as well as hydrogen sulfide and ammonia in water by an association of biologically useful microorganisms. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2012. Vol. 14, No. 3. P. 353–361.

18. Methodology and organization of scientific research in livestock farming / O. I. Sobolev et al. ; edited by O. I. Sobolev. Bila Tserkva : LLC "Bilotserkivdruk", 2022. 256 p.

19. Mykhailov A. P. Current state and prospects for

19. Михайлов А. П. Сучасний стан та перспективи розвитку аграрного сектору економіки України. *Науковий вісник УМО*. 2016. № 1. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvumo_2016_1_9.

20. Палапа Н. В., Пронь Н. Б., Устименко О. В. Промислове тваринництво : еколого-економічні наслідки. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 3. С. 64–67.

21. Підвищення якості молока за рахунок формування мікроклімату на тваринницьких фермах / О. І. Шкромада та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 4 (47). С. 43–48.

22. Пінчук В. О., Бородай В. П. Емісія аміаку та парникових газів з побічної продукції тваринного походження. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 110. Ч. 2. С. 190–198.

23. Яремчук О. С. Порівняльна оцінка виробництва яловичини від молодняку великої рогатої худоби у нормованому мікрокліматі. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Ґжицького*. 2016. Т. 18, № 4 (72). С. 91–95.

24. Яремчук О. С., Варпіховський Р. Л. Вплив умов утримання корів на параметри мікроклімату повітря у тваринницьких приміщеннях та отримання додаткових енергоносіїв. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 2. С 259–267.

25. Additives used with straw bedding can mitigate ammonia and greenhouse gaseous emissions from solid cattle manure in sloping-floor housing system / G. A. Shah et al. *Preprints*. 2020. P. 1–37. https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202001.0297.V1.

26. A new cost-effective method to mitigate ammonia loss from intensive cattle feedlots: application of lignite / D. Chen et al. *Scientific reports*. 2015. Vol. 5, no. 1. Article 16689. https://www.nature.com/articles/srep16689.

27. Ammonia and nitrous oxide emissions from dairy cows on straw-based litter systems / J. G. Almeida et al. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, No. 2. Article 283. https://doi.org/10.3390/ATMOS13020283.

28. Ammonia deposition in the neighbourhood of an intensive cattle feedlot in Victoria, Australia / J. Shen et al. *Scientific reports*. 2016. Vol. 6, no. 1. Article 32793. https://doi.org/10.1038/srep32793.

29. Ammonia emissions and building-related mitigation strategies in dairy barns: a review / S. Vitaliano et al. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 7. Article 1148. https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE14071148.

30. Animal waste as a source of greenhouse gas emissions and a factor of climate change / M. I. Vorobel et al. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2023. Vol. LXVI, No. 2. P. 428–435.

31. Biogenic and fossil main greenhouse gas emissions of dairy, beef, pig and poultry systems / M. Berton et al. *Animal*. 2025. Article 101562. https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2025.101562.

the development of the agricultural sector of the economy of Ukraine. *Naukovyi visnyk UMO*. 2016. No. 1. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvumo_2016_1_9.

20. Palapa N. V., Pron N. B., Ustymenko O. V. Industrial animal husbandry : ecological and economic consequences. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2016. No. 3. P. 64–67.

21. Improving milk quality by forming a microclimate on livestock farms / O. I. Shkromada ta in. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2019. Issue. 4 (47). P. 43–48.

22. Pinchuk V. O., Borodai V. P. Emission of ammonia and greenhouse gases from by-products of animal origin. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2019. No. 110. Ch. 2. P. 190–198.

23. Yaremchuk O. S. Comparative assessment of beef production from young cattle in a standardized microclimate. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2016. Vol. 18, no. 4 (72). P. 91–95.

24. Yaremchuk O. S., Varpikhovskyi R. L. The influence of cow housing conditions on the parameters of the air microclimate in livestock premises and obtaining additional energy carriers. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. 2017. Issue 2. P. 259–267.

25. Additives used with straw bedding can mitigate ammonia and greenhouse gaseous emissions from solid cattle manure in sloping-floor housing system / G. A. Shah et al. *Preprints*. 2020. P. 1–37. https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202001.0297.V1

26. A new cost-effective method to mitigate ammonia loss from intensive cattle feedlots: application of lignite / D. Chen et al. *Scientific reports*. 2015. Vol. 5, no. 1. Article 16689. https://www.nature.com/articles/srep16689.

27. Ammonia and nitrous oxide emissions from dairy cows on straw-based litter systems / J. G. Almeida et al. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13, No. 2. Article 283. https://doi.org/10.3390/ATMOS13020283.

28. Ammonia deposition in the neighbourhood of an intensive cattle feedlot in Victoria, Australia / J. Shen et al. *Scientific reports*. 2016. Vol. 6, no. 1. Article 32793. https://doi.org/10.1038/srep32793.

29. Ammonia emissions and building-related mitigation strategies in dairy barns: a review / S. Vitaliano et al. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 7. Article 1148. https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE14071148.

30. Animal waste as a source of greenhouse gas emissions and a factor of climate change / M. I. Vorobel et al. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2023. Vol. LXVI, No. 2. P. 428–435.

31. Biogenic and fossil main greenhouse gas emissions of dairy, beef, pig and poultry systems / M. Berton et al. *Animal*. 2025. Article 101562. https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2025.101562.

32. Caro D. Greenhouse gas and livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability*. 2019. Vol. 1. P. 228–232.

32. Caro D. Greenhouse gas and livestock emissions and climate change. *Encyclopedia of food security and sustainability*. 2019. Vol. 1. P. 228–232.

33. Combined mitigation of methane and ammonia emissions from dairy barns through barn design, ventilation and air treatment systems / A. Kuipers et al. *Journal of Dairy Science*. 2025. Vol. 108, issue 7. P. 6565–6586.

34. Corn cobs efficiently reduced ammonia volatilization and improved nutrient value of stored dairy effluents / O. D. Nartey et. al. *Science of The Total Environment*. 2021. No. 769. Article 144712. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144712.

35. Effects of housing system, measurement methods and environmental factors on estimating ammonia and methane emission rates in dairy barns: A meta-analysis / Q. Qu et al. Schulte. *Biosystems Engineering*. 2021. Vol. 205. P. 64–75. https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2021.02.012.

36. Environmental, social and governance impacts of beef production systems: an integrated literature review / P. Joshi et al. *Journal of Industrial Ecology*. 2026. Vol. 30. P. 135–150. https://doi.org/10.1007/s44498-026-00011-5.

37. Lovarelli D., Bacenetti J., Guarino M. A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 262. Article 121409. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121409.

38. Management factors influence animal welfare and the correlation to infectious diseases in dairy cows / F. Licitra et al. *Animals*. 2021. Vol. 11, No. 11. Article 3321. https://doi.org/10.3390/ani11113321.

39. Managing ammonia emissions from dairy cows by amending slurry with alum or zeolite or by diet modification / J. J. Meisinger et al. *The Scientific World Journal*. 2001. Vol. 1 (2). P. 860–865. https://doi.org/10.1100/TSW.2001.100.

40. Nugrahaeningtyas E., Lee J. S., Park K. H. Greenhouse gas emissions from livestock: sources, estimation, and mitigation. *Journal of Animal Science and Technology*. 2024. Vol. 66, No. 6. P. 1083–1098.

41. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018. Vol. 360, Issue 6392. P. 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216.

42. Poteko J., Zähner M., Schrade S. Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming : A meta-analysis. *Biosystems engineering*. 2019. Vol. 182. P. 16–28.

43. Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns / A. B. Bobrowski et al. *Biosystems Engineering*. 2021. Vol. 204. P. 104–114. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011.

44. Reduction of ammonia emissions from dairy manure using novel urease inhibitor formulations under

33. Combined mitigation of methane and ammonia emissions from dairy barns through barn design, ventilation and air treatment systems / A. Kuipers et al. *Journal of Dairy Science*. 2025. Vol. 108, issue 7. P. 6565–6586.

34. Corn cobs efficiently reduced ammonia volatilization and improved nutrient value of stored dairy effluents / O. D. Nartey et. al. *Science of The Total Environment*. 2021. No. 769. Article 144712. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144712.

35. Effects of housing system, measurement methods and environmental factors on estimating ammonia and methane emission rates in dairy barns: A meta-analysis / Q. Qu et al. Schulte. *Biosystems Engineering*. 2021. Vol. 205. P. 64–75. https://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2021.02.012.

36. Environmental, social and governance impacts of beef production systems: an integrated literature review / P. Joshi et al. *Journal of Industrial Ecology*. 2026. Vol. 30. P. 135–150. https://doi.org/10.1007/s44498-026-00011-5.

37. Lovarelli D., Bacenetti J., Guarino M. A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 262. Article 121409. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121409.

38. Management factors influence animal welfare and the correlation to infectious diseases in dairy cows / F. Licitra et al. *Animals*. 2021. Vol. 11, No. 11. Article 3321. https://doi.org/10.3390/ani11113321.

39. Managing ammonia emissions from dairy cows by amending slurry with alum or zeolite or by diet modification / J. J. Meisinger et al. *The Scientific World Journal*. 2001. Vol. 1 (2). P. 860–865. https://doi.org/10.1100/TSW.2001.100.

40. Nugrahaeningtyas E., Lee J. S., Park K. H. Greenhouse gas emissions from livestock: sources, estimation, and mitigation. *Journal of Animal Science and Technology*. 2024. Vol. 66, No. 6. P. 1083–1098.

41. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018. Vol. 360, Issue 6392. P. 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216.

42. Poteko J., Zähner M., Schrade S. Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming : A meta-analysis. *Biosystems engineering*. 2019. Vol. 182. P. 16–28.

43. Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns / A. B. Bobrowski et al. *Biosystems Engineering*. 2021. Vol. 204. P. 104–114. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011.

44. Reduction of ammonia emissions from dairy manure using novel urease inhibitor formulations under laboratory conditions / F. Hagenkamp-Korth et al.

laboratory conditions / F. Hagenkamp-Korth et al. *Biosystems Engineering*. 2015. Vol. 130. P. 43–51. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.002.

45. Shi Z., Xi L., Zhao X. Measurement of ammonia and hydrogen sulfide emission from three typical dairy barns and estimation of total ammonia emission for the Chinese dairy industry. *Animals*. 2023. Vol. 13, No. 14. Article 2301. https://doi.org/10.3390/ANI13142301.

46. Tabase R.K., Næss G., Larring Y. Ammonia and methane emissions from small herd cattle buildings in a cold climate. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 903. Article 166046. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166046.

47. The use of natural sorbents to reduce ammonia emissions from cattle faeces / A. Szymula et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, No. 12. Article 2543. https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11122543.

48. Tullo E., Finzi A., Guarino M. Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of the total environment*. 2019. Vol. 650. P. 2751–2760. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.10.018.

Biosystems Engineering. 2015. Vol. 130. P. 43–51. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.002.

45. Shi Z., Xi L., Zhao X. Measurement of ammonia and hydrogen sulfide emission from three typical dairy barns and estimation of total ammonia emission for the Chinese dairy industry. *Animals*. 2023. Vol. 13, No. 14. Article 2301. https://doi.org/10.3390/ANI13142301.

46. Tabase R.K., Næss G., Larring Y. Ammonia and methane emissions from small herd cattle buildings in a cold climate. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 903. Article 166046. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166046.

47. The use of natural sorbents to reduce ammonia emissions from cattle faeces / A. Szymula et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, No. 12. Article 2543. https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11122543.

48. Tullo E., Finzi A., Guarino M. Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of the total environment*. 2019. Vol. 650. P. 2751–2760. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.10.018.