

ГОДІВЛЯ ТВАРИН

УДК 636.4.084.4:[636.087.6+636.087.7]:591.5
doi 10.37143/0371-4365-2021-75-76-11

ОПТИМІЗАЦІЯ ЯКОСТІ І РІВНЯ ПРОТЕЇНУ В РАЦІОНАХ СВИНЕЙ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЕКСКРЕЦІЇ НІТРОГЕНУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СВИНИНИ

С. Г. Зінов'єв, С. О. Семенов, М. Л. Пушкіна

*Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН
вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, Україна, 36013*

Досліджено ефективність застосування раціонів оптимізованих за якістю та рівнем протеїну на рівень екскреції нітрогену молодняком свиней полтавської м'ясної породи. Для оптимізації викидів нітрогену молодняком свиней у навколишнє середовище на базі фізіологічного двору Інституту свинарства і АПВ НААН було проведено 2 фізіологічних балансових дослідів відповідно до загальноприйнятої методики. Встановлено, що за використання раціону з комбінованим складом протеїну коефіцієнти перетравності основних поживних речовин корму знаходились в межах норми та суттєво не відрізнялись за винятком протеїну. Його перетравність у дослідній групі була вірогідно вищою на 4,44 % ($p \leq 0,05$). Що свідчить про краще засвоєння протеїну з даних раціонів. Середньодобовий баланс азоту за використання раціону з комбінованим складом протеїну був кращим. Так, за меншого споживання азоту тваринами з експериментального раціону на 9,9 %, з калом було виділено відповідно менше на 0,55 г ($p \leq 0,05$), або 17,7 %. Перетравлено було менше на 8,11 %. Виділено з сечею відповідно менше на 13,91 %. Утрималось в тілі на рівні 8 грам в обох групах – 8,42 г. в контролі та 8,17 г. у досліді. Коефіцієнт перетравності органічної речовини за використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу був вірогідно вищим ($p \leq 0,05$) на 5,1 %. Коефіцієнт перетравності протеїну був вищим на 3,5 % ($p \leq 0,05$) та 6,1 % ($p \leq 0,01$). Всього тваринами дослідних груп було виділено нітрогену в навколишнє середовище менше на 8,71 % – 11,23 %. Показники засвоєння азоту тваринами, що отримували корми зі зниженим вмістом у них протеїну раціону, але з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу знаходились на рівні тварин контрольної групи. Отже, використання раціонів з комбінованим складом протеїну та низькопротеїнових раціонів з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу сприяє покращенню використання поживних речовин та відповідно зниженню викидів азоту у навколишнє середовище.

*Зінов'єв Сергій Георгійович, к. с.-г. н., с. н. с., зав. лаб. годівлі,
e-mail: kvazimodo2077@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3757-3860>*

*Семенов Сергій Олексійович, к. с.-г. н., с. н. с., пров. наук. співр. лаб. годівлі,
e-mail: semsoy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3735-039x>*

*Пушкіна Марія Львівна, аспірант лаб. інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів,
e-mail: azulaniakris@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5705-2977>*

Ключові слова: свині, нітроген, екскреція, протеїн, амінокислоти, перетравність, мультиензимна композиція, низькопротеїновий раціон, балансування.

Вступ. Втрати азоту з сільського господарства в повітря і воду вважаються основною глобальною екологічною проблемою [1, 2]. Тваринництво є значним джерелом реактивного азоту в навколишньому середовищі. За оцінками, з усієї кількості NH_3 і N_2O , що викидаються в навколишнє середовище в результаті діяльності людини, близько 70 % і 30 % утворюються в галузі тваринництва [3].

Метою тваринництва є перетворення вуглеводів і білків кормів для тварин в джерела їжі для людини; однак, тільки до 30 % азоту кормів зазвичай використовується з цією метою. Інша частина виводиться з організму у навколишнє середовище. Можливість оцінки рівня екскреції азоту тваринами може бути використана для мінімізації забруднення, а також для зниження використання надлишкового кормового білка [1].

Численні дослідження виявили негативні зовнішні ефекти, пов'язані з розширенням тваринницького сектора, особливо з точки зору викидів аміаку (NH_3). У 2014 році на тваринництво припадало дві третини загального обсягу викидів NH_3 в сільському господарстві в 28 країнах-членах Європейського союзу NH_3 є забруднювачем повітря і завдає шкоди здоров'ю людини [4, 5]. Збільшення викидів NH_3 призводить до етерифікації в озерах і річках і підкисленню ґрунтів. Від 60 % до 70 % азоту з раціону, що споживається свинями, виділяється з калом і сечею [6]. Азот, що виділяється з калом, в основному у формі білків харчового або ендогенного походження, які менш схильні до швидкого розкладання, тоді як азот, що виділяється з сечею, знаходиться в основному у формі сечовини, яка легко перетворюється в амоній і карбонат за допомогою ферменту уреазу [7]. Зниження вмісту білка в раціоні є ефективним способом зниження екскреції N з сечею свині. Це може бути досягнуто без будь-якого шкідливого впливу на продуктивність свиней шляхом поліпшення амінокислотного балансу, що призводить до зниження надлишку білка [6]. Такі стратегії, як поліпшення якості кормів і управління ними, використання тварин і добрив з низьким рівнем викидів, а також терміни і швидкість застосування азоту, можуть значно зменшити зростаючий тиск на навколишнє середовище [8, 9].

Маніпулювання кількістю сирого білку в раціоні тварин є одним з методів боротьби з викидами NH_3 при переробці гною. Оптимізація раціонів тварин є стратегічним варіантом боротьби з забрудненням, так як вона змінює характеристики гною прямо в джерелі і знижує загальне надходження азоту. Інші варіанти боротьби з викидами скорочують викиди на певній стадії, але не уникають надмірного надходження азоту. Зміна раціонів тварин впливає на весь ланцюжок управління гноєм, незалежно від того, на якому етапі вимірюються викиди [10].

Азот є основним компонентом білка і становить близько 16 % його маси. У той час як частина спожитого азоту протеїну використовується тваринами для виробництва м'яса, молока, яєць, тканин організму і потомства, великий відсоток виділяється з фекаліями і сечею [11]. Потенціал зниження рівня сирого протеїну в раціонах тварин для зниження як кількості азоту, так і рН гною був продемонстрований в різних дослідженнях [12, 13]. Через побоювання виробників щодо продуктивності тварин, а також через те, що білкові корми в раціон зазвичай вводять понад те, що потрібно тваринам. Це надмірне надходження сирого протеїну призводить до збільшення процентного вмісту азоту в гної і подальшого збільшення викидів NH_3 [14].

Дослідження показують, що можна знизити кількість сирого протеїну в раціоні тварин, не впливаючи на продуктивність і здоров'я тварин, що призводить до зниження викидів NH_3 [15, 16]. Це стало можливим завдяки ретельному узгодженню складу раціонів з фізіологічними потребами тварин. У разі тварин з однокамерним шлунком, таких як свині, екзогенне додавання незамінних амінокислот також допомагає в досягненні необхідного споживання незамінних амінокислот при одночасному зниженні споживання білка. Введення балансуєчих амінокислот до корму покращує використання азоту тваринами і, отже, зменшує виділення азоту з екскрементами, що призводить до зниження викидів NH_3 [17–19]. Окрім того, застосування в якості кормових добавок препаратів синтетичних амінокислот дозволяє скоротити витрати сої в 5–7 разів, протеїну – на 34 %, підвищити ефективність використання азоту на 54 ... 60 %, кормів – на 23 ... 32 % без шкоди для продуктивності тварин. З економічної точки зору, низькобілковий раціон на 30–35 % дешевше раціонів з рекомендованим вмістом білка. Крім того, витрати корму на приріст живої маси за використання низькобілкових раціонів є нижчими на 10–12 % [20, 21].

Таким чином, дослідження впливу оптимізації якості та рівня протеїну в раціонах свиней для зменшення екскреції азоту при виробництві свинини є актуальним.

Мета роботи – дослідити ефективність застосування раціонів оптимізованих за якістю та рівнем протеїну на рівень екскреції нітрогену молодняком свиней полтавської м'ясної породи.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились відповідно до Міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей (Страсбург, 1985) [22] та відповідно до Директиви 2010/63/EU Європейського парламенту і ради європейського союзу від 22 вересня 2010 року по охороні тварин, що використовуються в наукових цілях [23].

Для оптимізації викидів нітрогену молодняком свиней полтавської м'ясної породи на базі фізіологічного двору Інституту свинарства і АПВ НААН було проведено дослідження впливу раціонів свиней за умов комбінованого використання рослинних і тваринних ресурсів кормового протеїну на засвоєння поживних речовин корму, фізіологічний стан і продуктивність молодняку свиней, а також рівень викидів нітрогену.

Для цього з поголів'я свиней полтавської м'ясної породи віком 6 місяців було сформовано 2 дослідні групи по 8 голів у кожній. Перша група отримувала звичайний раціон, друга отримували корми з використанням рослинних і тваринних джерел кормового протеїну (табл. 1).

Таблиця 1. Загальна схема першого фізіологічно-балансового досліді

Група	Кількість тварин	Стать	Умови годівлі
I	8	свинки	основний раціон
II	8	свинки	дослідний раціон 1

Дослідження оптимізації викидів нітрогену у тварин піддослідних груп за умов зменшення рівня протеїну в раціонах з використанням балансуєчих амінокислот та мультиензимних композицій також було проведено на базі фізіологічного двору Інституту свинарства і АПВ НААН.

Для цього на основі власних даних та даних літератури розроблено раціони для піддослідних свиней та підібрано ферментну композицію та композицію амінокислот.

Для проведення фізіологічного балансового дослідження було сформовано три групи молодняку свиней по 6 голів у кожній, середньою живою масою 62 кг. У кожній групі було по 4 свинки та 2 кабанчика.

Перша група отримувала стандартний раціон, друга з пониженим вмістом протеїну та додаванням балансуєчих амінокислот, третя з пониженим вмістом протеїну та додаванням балансуєчих амінокислот і мультиферментного комплексу (табл. 2).

Таблиця 2. Загальна схема другого фізіологічно-балансового дослідження

Група	Кількість тварин	Стать	Умови годівлі
I	6	Свинки	основний раціон
II	6	Свинки	дослідний раціон 1
III	6	Свинки	дослідний раціон 2

Рівень вмісту протеїну у раціоні другої та третьої дослідних груп був на 15 % нижче ніж у контролі. До раціону свиней другої контрольної групи додавалися кристалічні лізин, метіонін та треонін. До раціону свиней третьої контрольної групи окрім амінокислот містив мультиферментний комплекс з ксиланазою, β -глюканазою, целюлазою, протеазою та липазою.

Фізіологічно-балансові дослідження проводили в умовах фізіологічного двору Інституту свинарства і АПВ НААН відповідно до загальноприйнятої методики у модифікації Л. І. Яценко, що дало можливість прослідкувати рівень перетравності та засвоєння поживних речовин корму в організмі тварин [24, 25]. Відібрані середні проби корму та екскрементів зберігали при температурі 4°C до закінчення облікового періоду, та досліджували згідно існуючих методик [26, 27]. Дослідження проводились методом груп. Підготовчий період дослідження тривав 5 діб, перехідний 3 доби, обліковий період 7 діб. Перед початком підготовчого періоду та у кінці облікового періоду проводилось індивідуальне зважування тварин.

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програм Microsoft Excel 2012 і Statistica 12.0, попередньо перевіривши нормальність їх розподілу за W тестом Шапиро-Вілкі та тестом Лілієфорса. Вірогідність різниці (p) розраховували з використанням t-тесту для незалежних вибірок, для множинних вибірок використовували дисперсійний аналіз та критерій Ньюмена-Кейлса [28].

Результати дослідження та їх обговорення. Оптимізації викидів нітрогену молодняком свиней за умов комбінованого використання рослинних і тваринних ресурсів кормового протеїну. На основі отриманих даних нами було розроблено орієнтовний раціон для молодняку свиней на відгодівлі (табл. 3). В його склад було включено високоякісні білкові корми рослинного та тваринного походження, а саме соєвий шрот та рибна мука. Оскільки їх поєднання з зерновими кормами такими як ячмінь, пшениця та кукурудза повинне забезпечити достатній рівень вмісту сирого протеїну, лізину, а також інших незамінних амінокислот.

З використанням стандартного раціону господарства та експериментального раціону було проведено фізіологічний балансовий дослід для визначення коефіцієнтів перетравності поживних речовин та балансу азоту за використання раціону з комбінованим складом сировини (табл. 4–5).

Встановлено, що за використання раціону з комбінованим складом протеїну коефіцієнти перетравності основних поживних речовин корму знаходились в межах норми та суттєво не відрізнялись за винятком протеїну. Його перетравність у дослідній групі була вірогідно вищою на 4,44 % ($p \leq 0,05$). Що свідчить про краще засвоєння протеїну з даних раціонів.

Таблиця 3. Орієнтовний раціон з комбінованим складом сировини для використання для молодняку свиней на відгодівлі

Компоненти	% вмісту
Рибна мука	5
Соевий шрот	5
Ячмінь	30
Пшениця	25
Кукурудза	32
Премікс	1
Якісний склад	
Сирий протеїн, %	15,4
Перетравний протеїн, %	13,5
Лізін, %	0,6
Обмінна енергія, МДж/кг	13
Фосфор, г/кг	0,57
Кальцій, г/кг	0,48

Середньодобовий баланс азоту корму за використання раціону з комбінованим складом протеїну був кращим (табл. 5). Так, за меншого споживання азоту тваринами з експериментального раціону на 9,9 %, з калом було виділено відповідно менше на 0,55 г ($p \leq 0,05$), або 17,7 %. Перетравлено було менше на 8,11 %. Виділено з сечею відповідно менше на 13,91 %. Утрималось в тілі на рівні 8 грам в обох групах – 8,42 г. в контролі та 8,17 г. у досліді.

Таблиця 4. Коефіцієнти перетравності поживних речовин корму за використання раціону з комбінованим складом протеїну, %

Показник	Контрольна група	Дослідна група
Суша речовина	85,01±0,835	85,63±3,304
Органічна речовина	87,41±0,723	88,42±1,772
Жир	92,79±2,212	94,18±2,035
Клітковина	43,87±8,656	44,76±9,707
БЕР	93,24±0,508	93,77±0,829
Зола	65,69±1,774	67,86±3,336
Протеїн	77,12±1,829	81,56±1,758*

Ступінь засвоєння азоту у дослідній групі була вірогідно вищою на 3,12 % ($p \leq 0,05$) від прийнятого та на 2,88 % ($p \leq 0,05$) від перетравленого.

Таблиця 5. Середньодобовий баланс азоту корму за використання раціону з комбінованим складом протеїну

Показник	Контрольна група	Дослідна група
Спожито з кормом, г	18,04±2,589	16,41±1,699
Виділено з калом, г	3,65±0,491	3,10±0,768*
Перетравлено, г	14,39±1,288	13,31±2,188
Виділено з сечею, г	5,97±0,474	5,14±0,675
Утрималось в тілі, г	8,42±1,609	8,17±1,365
% від прийнятого	46,67±3,632	49,79±3,428*
% від перетравленого	58,51±3,245	61,38±2,411*

Оптимізація викидів нітрогену тваринами за умов зменшення рівня протеїну в раціонах з використанням балансуєчих амінокислот і мультиензимних композицій.

Кормові добавки до раціонів свиней з екзогенними ферментами було запропоновано як стратегію підвищення засвоюваності поживних речовин та підвищення ефективності кормів. Однак на даний час в літературі зустрічаються досить суперечливі результати. Інгрідієнтний склад раціону – одна з найважливіших варіацій, яка може впливати на ефективність ферментів та узгодженість результатів. Тому було проведено систематичний огляд, щоб визначити, які екзогенні ферменти, на яких типах раціонів найбільш ефективно покращують ріст свиней, засвоюваність поживних речовин та ефективність кормів.

На основі аналізу даних літератури встановлено, що кормові добавки з маннаназою та мультиферментні комплекси підвищують ріст та ефективність використання кормів у свиней. Незважаючи на покращення, виявлені в засвоюваності поживних речовин у відповідь на добавки ксиланази або ксиланази та β-глюканази, вони не підвищують ефективність кормів у свиней, на відгодівлі. На реакцію на додавання ферментів впливає в першу чергу тип злаків, що використовується в раціонах. Кормові добавки з маннаназою підвищують ефективність кормів на основі кукурудзи, а кормові добавки з мультиферментними комплексами покращують ефективність кормів, коли використовують раціони на основі кукурудзи, пшениці та ячменю [29, 30].

Як видно з даних, що наведені у таблиці 6, найкращий результат був отриманий за використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу.

Таблиця 6. Коефіцієнти перетравності поживних речовин корму за використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу, %

Показник	Контрольна	Перша дослідна	Друга дослідна
Органічна речовина	78,2 ± 1,05	79,6 ± 0,31	83,3 ± 0,73*
Протеїн	79,1 ± 1,14	82,6 ± 0,33*	85,2 ± 0,82**
Жир	79,0 ± 1,23	80,7 ± 0,54	82,3 ± 0,76
Клітковина	22,4 ± 1,61	22,8 ± 1,16	26,5 ± 0,84
БЕР	82,3 ± 0,65	84,5 ± 0,44	84,8 ± 0,84

Так, коефіцієнт перетравності органічної речовини у другій дослідній групі був вірогідно вищим ($p \leq 0,05$) на 5,1 %. Коефіцієнт перетравності протеїну був вищим на 3,5 % ($p \leq 0,05$), а у другій відповідно на 6,1 % ($p \leq 0,01$). Щодо інших показників, хоча вони і були дещо вищими ніж у контролі, але вірогідної між ними не встановлено.

Середньодобовий баланс азоту корму за використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу знаходився на досить високому рівні (табл. 7).

Таблиця 7. Середньодобовий баланс азоту корму за використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу.

Показник	Контрольна	Перша дослідна	Друга дослідна
Спожито з кормом, г	19,50±2,325	17,55±1,524	17,50±1,497
Виділено з калом, г	3,48±0,442	3,15±0,582*	3,08±0,687*
Перетравлено, г	16,02±1,224	14,40±2,328	14,42±1,585
Виділено з сечею, г	5,63±0,328	5,23±0,392	5,11±0,458
Всього виділено Азоту, г	9,11±0,687	8,38±0,579	8,19±0,521
Утрималось в тілі, г	10,39±1,409	9,17±1,265	9,31±1,325
% від прийнятого	53,28±3,632	52,25±3,428	53,20±2,356
% від перетравленого	64,86±3,365	63,68±2,691	64,56±2,985

Виділено з калом азоту у навколишнє середовище було менше у першій дослідній групі на 9,5 % ($p \leq 0,05$), а у другій на 11,5 % ($p \leq 0,05$). Виділено з сечею менше на 7,65 % у першій дослідній групі, та на 10,18 % у другій. Всього тваринами дослідних груп було виділено Азоту в навколишнє середовище менше на 8,71 % у першій та 11,23 % другій дослідній групі.

Показники засвоєння азоту тваринами, що отримували корми зі зниженим вмістом у них протеїну раціону, але з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу знаходились на рівні тварин контрольної групи.

Таким чином, використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу сприяє покращенню використання поживних речовин та відповідно зниженню викидів азоту у навколишнє середовище.

Висновки: 1. За використання експериментальних раціонів з пониженим вмістом клітковини та антипоживних факторів в яких використано комбіновані джерела протеїну екскреція азоту тваринами вірогідно зменшується, а ефективність використання азоту зростає на 3,12 % ($p \leq 0,05$) від прийнятого та на 2,88 % ($p \leq 0,05$) від перетравленого.

2. Показники засвоєння азоту тваринами, що отримували корми зі зниженим вмістом у них протеїну раціону, але з додаванням балансуєчих амінокислот та мультиферментного комплексу знаходились на рівні тварин контрольної групи.

3. За використання низькопротеїнового раціону з додаванням балансуєчих амінокислот та (або) мультиферментного комплексу виділено азоту в навколишнє середовище було менше на 8,71 % у першій та 11,23 % другій дослідних групах.

Перспективи подальших досліджень. Подальша робота передбачає проведення дослідження впливу кормових добавок що містять сорбенти та органічні кислоти на ефективність використання азоту тваринами.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. 420 p. URL: doi: 10.17226/13298
2. Жукорський О. М., Никифорок О. В. Галузь свинарства – реальна та прогнозована загроза для довкілля. *Агроекологічний журнал / Інститут агроекології і природокористування НААН*. Київ, 2013. № 3. С. 102–107. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_3_21 (дата звернення: 20.03.2021).
3. Dentener F. J. Global maps of atmospheric nitrogen deposition, 1860, 1993, and 2050. *ORNL DAA : Official Site*. doi: 10.3334/ORNLDAAC/830
4. Malek E., Davis T., Martin R. S., Silva P. J. Meteorological and environmental aspects of one of the worst national air pollution episodes (January, 2004) in Logan, Cache Valley, Utah, USA. *Atmospheric research*. 2006. Vol. 79(2). P. 108–122. doi: 10.1016/j.atmosres.2005.05.003
5. Никифорок, О. В., Жукорський, О. М. Емісія парникових газів від свиноферм різної потужності. *Науковий вісник Асканія-Нова / Ін-т тваринництва степових р-нів ім. М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Нац. наук. селек.-ген. центр з вівчарства*. Нова-каховка: ПИЕЛ, 2014. Вип.7. С. 244–252.
6. Dourmad J. Y., Sève B., Latimier P., Boisen S., Fernandez J., Van der Peet-Schwering C., Jongbloed A. W. Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. *Livestock Production Science*. 1999. Vol. 58. Is. 3. P. 261–264. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00015-9
7. Van der Peet-Schwering, C. M. C., Aarnink, A. J. A., Rom, H. B., Dourmad, J. Y. Ammonia emissions from pig houses in the Netherlands, Denmark and France. *Livestock Production Science*. 1999. Vol. 58. Is. 3. P. 265–269. URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00017-2)
8. Thornton P. K., Herrero M. Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010. Vol. 107. № 46. P. 19667–19672. doi: 10.1073/pnas.0912890107
9. Wirseniuss S., Azar C., Berndes G. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030. *Agricultural systems*. 2010. Vol. 103. Is. 9. P. 621–638. doi: 10.1016/j.agsy.2010.07.005
10. Chadwick D., Sommer S., Thorman R., Fanguero D., Cardenas L., Amon B., Misselbrook T. Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*. 2011. Vol. 166–167. P. 514–531. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.04.036
11. Feilberg A., Sommer S. G. Ammonia and malodorous gases: sources and abatement technologies. *Animal manure recycling: treatment and management / Sven G. Sommer, Morten L. Christensen, Thomas Schmidt*. New York: John Wiley & Sons Ltd, 2013. P. 153–175. doi: 10.1002/9781118676677.ch9
12. Canh T. T., Sutton A. L., Aarnink A. J. A., Verstegen M. W. A., Schrama J. W., Bakker G. C. M. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 1998. Vol. 76. Is. 7. P. 1887–1895. doi: 10.2527/1998.7671887x
13. Attia Y. A., Bovera F., Wang J., Al-Harhi M. A., Kim W. K. Multiple amino acid supplementations to low-protein diets: Effect on performance, carcass yield, meat quality and nitrogen excretion of finishing broilers under hot climate conditions. *Animals*. 2020. Vol. 10. Is. 6. P. 973. doi: 10.3390/ani10060973

14. van Vuuren A. M., Pineiro C., van der Hoek K. W., Oenema O. Economics of Low Nitrogen Feeding Strategies. *Costs of Ammonia Abatement and the Climate Co-Benefits / Reis S., Howard C., Sutton M.* Springer, Dordrecht, 2015. P. 35–51. doi: 10.1007/978-94-017-9722-1_3
15. Agle M., Hristov A. N., Zaman S., Schneider C., Ndegwa P. M., Vaddella V. K. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93. Is. 9. P. 4211–4222. doi: 10.3168/jds.2009-2977
16. Arriaga H., Salcedo G., Martínez-Suller L., Calsamiglia S., Merino P. Effect of dietary crude protein modification on ammonia and nitrous oxide concentration on a tie-stall dairy barn floor. *Journal of dairy science*. 2010/ Vol. 93. Is. 7. 2010. P. 3158–3165. doi: 10.3168/jds.2009–2906
17. Panetta D. M., Powers W. J., Xin H., Kerr B. J., Stalder K. J. Nitrogen excretion and ammonia emissions from pigs fed modified diets. *Journal of Environmental Quality*. 2006. Vol. 35. Is. 4. P. 1297. doi: 10.2134/jeq2005.0411
18. Montalvo S., Huiliñir C., Borja R., Sánchez E., Herrmann C. Application of zeolites for biological treatment processes of solid wastes and wastewaters – a review. *Bioresource technology*. 2020. Vol. 301. P. 122808. doi: 10.1016/j.biortech.2020.122808
19. Рядчиков В. Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислотах. Научный журнал КубГАУ. 2007. №34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/normy-potrebnosti-sviney-myasnyh-porod-i-krossov-v-energii-i-perevarimyh-aminokislotah> (дата звернення: 14.02.2021).
20. Кулинцев В. В. Незаменимые аминокислоты в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных. Москва: Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева. 2011. 168 с.
21. Омаров М. О., Слесарева О. А., Османова С. О., Костомахин Н. М., Эффективность конверсии белка жмыхов и шротов у растущих свиней. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2017. № 7. С. 32–43. URL: <https://panor.ru/articles/effektivnost-konversii-belka-zhmykhov-i-shrotov-u-rastushchikh-sviney/34694.html> (дата обращения: 08.02.2021).
22. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18 березня 1986 р.). *Верховна Рада України: законодавство України: офіц. сайт*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text (дата звернення: 08.04.2021).
23. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 2010. L 276/33. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF> (date of access: 09.03.2021).
24. Коваленко Н. А. Методика проведения физиологических балансовых опытов на свиньях. *Методики исследований по свиноводству*: Харьков. 1977. С. 83–102.
25. Ноздрін М. Т., Яценко Л. І. Новий методичний підхід до постановки фізіологічних балансових дослідів на дорослих свинях. *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава. 2005. С. 192–199.
26. Трончук І. С., Алексєєв В. Г., Година Р. В., Сергієнко В. М. Метод визначення поживності комбікормів для свиней за хімічним складом. *Вісник*

Полтавського державного сільськогосподарського інституту. Полтава, 2001. № 4. С. 69–71.

27. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенова Л. Д., Антонова О. А. Руководство по зоотехническому анализу кормов. Москва: Агропромиздат, 1989. 235 с.

28. Stanton A. Glantz Primer of biostatistics: sixth edition. McGraw-Hill Professional, 2005. 520 p.

29. Lucio V. D., Susana B., Hernández-Domínguez E. M., Villa-García M., Díaz-Godínez G., Mandujano-Gonzalez V., Mendoza-Mendoza B., Álvarez-Cervantes J. Exogenous enzymes as zootechnical additives in animal feed: a review. *Catalysts*. 2021. Vol. 11. Is. 7. P. 851. doi: 10.3390/catal11070851

30. Bedford M. R., Walk C. L. The use of exogenous enzymes to improve feed efficiency in pigs. *Wiseman J. (Ed.) Achieving sustainable production of pig meat*. 1st Edition. Burleigh Dodds Science Publishing. 2017. Vol. 2. P. 231–252. doi: 10.1201/9781351114349

REFERENCES

1. National Research Council. (2012). Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/13298

2. Zhukorskyi, O. M., & Nykyforuk, O. V. (2013). Haluz svynarstva – realna ta prohnozovana zahroza dlia dovkillia [The pig industry is a real and projected threat to the environment]. *Ahroekolohichnyy zhurnal [Agroecological Journal]*. Kyiv, 3, 102–107 [in Ukrainian].

3. Dentener, F. J. (2006). Global maps of atmospheric nitrogen deposition, 1860, 1993, and 2050. *ORNL DAAC: Official Sity*. doi.org/10.3334/ORNLDAAC/830

4. Malek, E., Davis, T., Martin, R. S., & Silva, P. J. (2006). Meteorological and environmental aspects of one of the worst national air pollution episodes (January, 2004) in Logan, Cache Valley, Utah, USA. *Atmospheric research*, 79(2), 108–122. doi.org/10.1016/j.atmosres.2005.05.003

5. Nykyforuk, O. V., & Zhukorskyi, O. M. (2014). Emisiia parnykovykh haziv vid svynoferm riznoi potuzhnosti [Greenhouse gas emissions from pig farms of different capacities]. *Naukovyy visnyk Askaniya-Nova [Scientific Bulletin “Askaniya-Nova”]*, 7, 244–252 [in Ukrainian].

6. Dourmad, J. Y., Sève, B., Latimier, P., Boisen, S., Fernandez, J., Van der Peet-Schwering, C., & Jongbloed, A. W. (1999). Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. *Livestock Production Science*, 58(3), 261–264. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00015-9

7. Van der Peet-Schwering, C. M. C., Aarnink, A. J. A., Rom, H. B., & Dourmad, J. Y. (1999). Ammonia emissions from pig houses in the Netherlands, Denmark and France. *Livestock Production Science*, 58(3), 265–269. doi: 10.1016/S0301-6226(99)00017-2

8. Thornton, P. K., & Herrero, M. (2010). Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(46), 19667–19672. doi: 10.1073/pnas.0912890107

9. Wirsenius, S., Azar, C., & Berndes, G. (2010). How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030. *Agricultural systems*, 103(9), 621–638. doi: 10.1016/j.agsy.2010.07.005

10. Chadwick, D., Sommer, S., Thorman, R., Fanguero, D., Cardenas, L., Amon, B., & Misselbrook, T. (2011). Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 514–531. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.04.036
11. Feilberg, A., & Sommer, S. G. (ed.) (2013). Ammonia and malodorous gases: sources and abatement technologies. In *Animal manure recycling: treatment and management*. John Wiley & Sons Ltd, New York, NY, USA, 153–175.
12. Canh, T. T., Sutton, A. L., Aarnink, A. J. A., Verstegen, M. W. A., Schrama, J. W., & Bakker, G. C. M. (1998). Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. *Journal of Animal Science*, 76(7), 1887–1895. doi: 10.2527/1998.7671887x
13. Attia, Y. A., Bovera, F., Wang, J., Al-Harhi, M. A., & Kim, W. K. (2020). Multiple amino acid supplementations to low-protein diets: Effect on performance, carcass yield, meat quality and nitrogen excretion of finishing broilers under hot climate conditions. *Animals*, 10(6), 973. doi: 10.3390/ani10060973
14. van Vuuren A. M., Pineiro C., van der Hoek K. W., & Oenema O. (2015). Economics of Low Nitrogen Feeding Strategies. In *Reis S., Howard C., & Sutton M. (eds). Costs of Ammonia Abatement and the Climate Co-Benefits*. Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-017-9722-1_3
15. Agle, M., Hristov, A. N., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P. M., & Vaddella, V. K. (2010). Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4211–4222. doi: 10.3168/jds.2009-2977
16. Arriaga, H., Salcedo, G., Martínez-Suller, L., Calsamiglia, S., & Merino, P. (2010). Effect of dietary crude protein modification on ammonia and nitrous oxide concentration on a tie-stall dairy barn floor. *Journal of dairy science*, 93(7), 3158–3165. doi: 10.3168/jds.2009-2906
17. Panetta, D. M., Powers, W. J., Xin, H., Kerr, B. J., & Stalder, K. J. (2006). Nitrogen excretion and ammonia emissions from pigs fed modified diets. *Journal of Environmental Quality*, 35(4), 1297. doi: 10.2134/jeq2005.0411
18. Montalvo, S., Huiliñir, C., Borja, R., Sánchez, E., & Herrmann, C. (2020). Application of zeolites for biological treatment processes of solid wastes and wastewaters – a review. *Bioresource technology*, 301, 122808. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122808>
19. Ryadchikov, V. G. (2007). Normy potrebnosti sviney myasnykh porod i krossov v energii i perevarimykh aminokislotakh. [Requirements of pigs of meat breeds and crosses for energy and digestible amino acids] *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific journal of the Kuban State Agrarian University], 34, 188–216 [in Russian].
20. Kulintsev, V. V. (2011) Nezamenimyye aminokisloty v kormlenii molodnyaka sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh [Indispensable amino acids in feeding young farm animals]. Moscow: Izdatel'stvo RGAU–MSKHA im. K.A. Timiryazeva [in Russian].
21. Omarov, M. O., Slesareva, O. A., Osmanova, S. O., & Kostomakhin, N. M., (2017) Effektivnost' konversii belka zhmykhov i shrotov u rastushchikh sviney [The efficiency of protein conversion of oil cakes and meal in growing pigs]. *Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh i kormoproizvodstvo*, 7, 32–34 [in Russian].
22. *Yevropeiska konventsiaa pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei (Strasburh, 18 bereznia 1986 r.)* [European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for

Experimental and other Scientific Purposes (ETS No. 123)]. *Verkhovna Rada Ukrainy: zakonodavstvo Ukrainy: Official site*. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text [in Ukrainian].

23. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 2010. L 276/33. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF>

24. Kovalenko, N. A. (1977). Metodika provedeniya fiziologicheskikh balansovykh opytov na svin'yakh [Methods for carrying out physiological balance experiments on pigs]. In *Metodiki issledovaniy po svinovodstvu* [Pig Research Methods]. Kharkov, VASKHNIL YO, 83–102 [in Russian].

25. Nozdrin, M. T., & Yatsenko, L. I. (2005). *Novyi metodychnyi pidkhid do postanovky fiziologicheskikh balansovykh doslidiv na doroslykh svyniakh*. [A new methodological approach to the production of physiological balance experiments on adult pigs]. In *Suchasni metody doslidzhen u svynarstvi* [Modern research methods in pig breeding]. Poltava, 192–199. [in Ukrainian]

26. Tronchuk, I. S., Aleksieiev, V. H., Hodyna, R. V., & Serhienko V. M. (2001). Metod vyznachennia pozhyvnosti kombikormiv dlia svynei za khimichnym skladom [Method for determining the nutritional value of feed for pigs by chemical composition]. *Visnyk Poltavskoho derzhavnogo silskohospodarskoho instytutu* [Bulletin of the Poltava State Agricultural Institute]. Poltava, 4, 69–71 [in Ukrainian].

27. Petukhova, Ye. A., Bessarabova, R. F., Khalenova, L. D., & Antonova, O. A. (1989) *Rukovodstvo po zootekhnicheskomu analizu kormov* [Guide to Animal Feed Analysis]. Moscow: Agropromizdat [in Russian].

28. Stanton, A. (2005). *Glantz Primer of biostatistics: sixth edition*. McGraw-Hill Professional.

29. Lucio, V. D., Susana, B., Hernández-Domínguez, E. M., Villa-García, M., Díaz-Godínez, G., Mandujano-Gonzalez, V., ... & Álvarez-Cervantes, J. (2021). Exogenous enzymes as zootechnical additives in animal feed: a review. *Catalysts*, 11(7), 851. doi: 10.3390/catal11070851

30. Bedford, M. R., & Walk, C. L. (2017). The use of exogenous enzymes to improve feed efficiency in pigs. In *Achieving sustainable production of pig meat*. 1st Edition. Burleigh Dodds Science Publishing, 2, 231–252. doi: 10.1201/9781351114349

OPTIMIZATION OF PROTEIN QUALITY AND LEVEL IN PIGS' DIETS TO REDUCE NITROGEN EXCRETION IN PORK PRODUCTION

S. G. Zinoviev, S. O. Semenov, M. L. Pushkina

*Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of NAAS of Ukraine
Shvedska Mohyla Str., 1, Poltava, Ukraine, 36013*

Livestock is a significant source of reactive nitrogen in the environment. It is estimated that of the total amount of NH₃ and N₂O released into the environment as a result of human activities, about 70 % and 30 %, respectively, are formed in the livestock industry. Reducing the protein content of the diet is an effective way to reduce the excretion of N in pig urine. This can be done by improving the amino acid balance, which leads to a reduction in excess protein in the diet. Without the right combination of amino acids in the diet is inconceivable efficient and cost-effective production of livestock

products. Two physiological balance experiments were conducted on the basis of the physiological yard of the Institute of Pig Breeding and APV NAAS to optimize nitrogen emissions of pigs into the environment. The first study on the optimization of nitrogen emissions by pigs under the conditions of combined use of plant and animal resources of feed protein for this purpose was formed 2 research groups of 8 heads each. The first group received a normal diet, the second received feed using plant and animal sources of feed protein. The second investigated the optimization of nitrogen emissions by pigs under conditions of reduced protein levels in diets using balancing amino acids and multienzyme compositions. To conduct a physiological balance experiment, three groups of pigs of 6 heads each were formed. The first group received a standard diet, the second with a reduced protein content and the addition of balancing amino acids, the third the second with a reduced protein content and the addition of balancing amino acids and multi-enzyme complex. It was found that the use of experimental diets with low fiber and anti-nutritional factors that use combined sources of protein nitrogen excretion in animals is likely to decrease, and the efficiency of nitrogen use increases by 3.12 % ($p \leq 0.05$) and 2.88 % ($p \leq 0.05$) from digested. Nitrogen uptake rates by animals receiving feeds with low dietary protein content but with the addition of balancing amino acids and multi-enzyme complex were at the level of animals in the control group. Nitrogen was released using a low-protein diet with the addition of balancing amino acids and (or) multi-enzyme complex, and the environment was lower by 8.71 % in the first and 11.23 % in the second experimental group.

Key words: *pigs, nitrogen, excretion, protein, amino acids, digestibility, multienzyme composition, low-protein diet, balancing.*