

О. З. Сварчевська<sup>1</sup>, О. В. Швед<sup>1,2</sup>, Н. З. Огородник<sup>3</sup>, З. В. Губрій<sup>2</sup>, В. І. Буцяк<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
кафедра біотехнології та радіології

<sup>2</sup> Національний університет "Львівська політехніка"  
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології

<sup>3</sup> Львівський національний аграрний університет  
кафедра тваринництва і кормовиробництва  
ovshved@ukr.net; olha.v.shved@lpnu.ua

## ВПЛИВ ЛІМІТУЮЧИХ АМІНОКИСЛОТ НА ОКРЕМІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ В ОРГАНІЗМІ ТВАРИН

<https://doi.org/10.23939/ctas2020.02.093>

**Проаналізовано ефективність застосування найбільш лімітуючих амінокислот (лізину, метіоніну і треоніну) у раціонах свиней з метою забезпечення їх організму протеїном. Отримані результати вказують на прямий зв'язок між рівнем вказаних амінокислот у раціоні свиней та концентрацією загального протеїну і обернений зв'язок із вмістом вільних амінокислот у плазмі крові. Крім цього, у крові свиней, яким до раціону додавали зазначені амінокислоти відмічено зниження концентрації сечовини, глюкози і неестерифікованих жирних кислот.**

**Ключові слова:** амінокислотні добавки, лізин, метіонін, треонін, протеїн, свині

### Вступ

Тваринницька продукція, передусім, має відповідати критеріям біобезпеки, оскільки слугує джерелом повноцінного протеїну, у складі якого є усі незамінні амінокислоти. Відповідно годівля тварин передбачає використання кормів, вирощених за умов благополучної ґрунтової екосистеми або виготовлених із застосуванням біобезпечних технологій [1].

Для нормального функціонування організму людини необхідно близько двадцяти амінокислот, 12 із яких здатні синтезуватись у ньому, а решта вісім є незамінними, оскільки в організмі не синтезуються. Вони життєво необхідні для забезпечення здоров'я й повноцінного харчування людей і тварин, відповідно повинні надходити до організму разом із їжею, біодобавками або з ліками. На сьогодні надзвичайно важливу роль у підвищенні ефективності годівлі тварин відіграють синтетичні замінники протеїну, зокрема кормові амінокислоти. З огляду на це фахівці прогнозують, що найближчими роками в країнах Європи та Північної Америки слід очікувати підвищення попиту на використання амінокислот.

Так, згідно з даними нідерландських фахівців, залучених до проєкту Schothorst Feed Research, зростання потреби у кормовому протеїні, а також відсутність нових промислових способів його отримання, у подальшому спричинить підвищену необхідність у кормових амінокислотах. Як свідчать дослідження, включення амінокислот до складу комбікормів, завдяки біоконверсії, знижує потребу тварин у протеїні на 2–3 %. Водночас, вони позитивно впливають на здоров'я тварин, а відтак підвищують якість м'ясної та молочної продукції. Застосування кормових амінокислот може бути одним із шляхів уникнення дефіциту кормових компонентів у раціонах тварин [2].

Проблемним питанням також є введення до раціонів годівлі тварин біологічно активних добавок промислового виробництва. Промислове використання амінокислот у кормах розпочалося у кінці 50–60-х років, а саме: вперше у раціонах птиці з'явився DL-метіонін, отриманий за допомогою хімічного синтезу, а в 60-х роках у Японії було започатковано виробництво L-лізину шляхом бродіння. Крім DL-метіоніну та L-лізину, наприкінці 80-х років почали промисловий синтез

з L-треоніну і L-триптофану. Прогрес у біотехнологіях значно зменшив витрати на виробництво амінокислот, що було одним з ключових чинників збільшення обсягів їх використання при виготовленні кормів для тварин.

Лізин (L-лізин) є однією із трьох найважливіших лімітуючих незамінних амінокислот, які надходять до організму тільки з їжею. Він належить до критичних амінокислот, які слугують основою для утворення протеїнів в організмі, біокатализаторів (ензимів) та гормонів, що входять до складу тканин і органів й призначені для виконання конкретних цілей у низці фізіологічних процесів у імунній, м'язовій та нервовій системах людини і тварин, необхідні для повноцінної роботи головного мозку, будучи попередниками нейромедіаторів або навіть виконуючи їхню роль шляхом передавання імпульсу від однієї нервової клітини до іншої. За його нестачі в організмі порушується протеїновий обмін, особливо синтез протеїнів м'язів і колагену, виникає слабкість, ушкоджуються судини очей, випадає волосся, зменшується м'язова маса, інтенсивно втрачається Кальцій, знижується стійкість до вірусних інфекцій, а також спостерігається анемія та проблеми у репродуктивній сфері. Більшість населення нашої країни у результаті незбалансованого харчування не отримує оптимальної кількості лізину з їжею. Добова потреба дорослих у ньому складає 23 мг/кг маси тіла, немовлят – 170 мг/кг. У зв'язку із цим, виробництво лізину і використання як нутрієнта для людей чи введення цієї амінокислоти до складу раціонів для тварин є актуальною темою досліджень [3].

В основному L-лізин застосовується в якості біостимулятора та кормової добавки, що пов'язано з недостатньою його кількістю у кормах рослинного походження. Натомість очищений L-лізин слугує добавкою до продуктів харчування, а також використовується при виробництві препаратів медичного призначення і для інших цілей. Оскільки протеїни тваринного походження є високоякісними (зокрема м'ясо, молоко) і їх отримують з дешевих джерел рослинного протеїну (соевий шрот), тому важливіше підвищувати ефективність трансформації протеїнів із кормів у продукцію тваринництва.

Вимоги до кормових амінокислот для тварин чітко регламентовані у різних рекомендаціях, зокрема NRC (Національна наукова рада) США та інших. Це здійснено з метою економії і підвищення ефективності виробництва протеїнів

тваринного походження, з врахуванням внеску L-лізину-HCl в утворення протеїнів, порівняно з комбікормом.

Як не дивно, але годівля тварин сирым протеїном істотно впливає на забруднення довкілля. При цьому зменшення вмісту сирого протеїну в їх раціонах у середньому на 1 % знижує виділення Нітрогену приблизно на 8–10 %. Водночас за додавання до раціону тварин лімітуючих амінокислот можна отримати такі ж прирости маси, як і за годівлі сирым протеїном, але виділення Нітрогену при цьому зменшується на 10–30 %.

Вагому загрозу для здоров'я людей становить проблема, пов'язана із потраплянням до ґрунту та води Нітрогену внаслідок їх забруднення аміаком або нітратами/нітритами, тому в тваринництві необхідно дотримуватись більш жорстких екологічних норм виробництва.

Підвищення використання в годівлі тварин кормових амінокислот є найефективнішим способом забезпечення організму протеїном та захистом навколишнього середовища від забруднення Нітрогеном[4].

#### Аналіз відомих досліджень

На сьогодні у літературі є обмаль інформації щодо вмісту вільних амінокислот у плазмі крові поросят різного віку. За даними деяких авторів концентрація лізину, гістидину і тирозину у плазмі крові новонароджених поросят значно більша, ніж у свинюматок [5]. У більш пізній період роль амінокислот у субстратному забезпеченні енергетичних процесів у тканинах поросят зменшується.

Встановлено, що у 40–65-добовому віці загальний синтез протеїнів у організмі поросят збільшується пропорційно до їх маси тіла; відкладання і розщеплення протеїнів при цьому також зростає. Починаючи з 120-добового віку інтенсивність синтезу протеїнів у тканинах свиней знижується за одночасного збільшення відкладання в них жиру [6].

Для поросят масою 10 кг оптимальним за складом є протеїн, у якому міститься (із розрахунку г амінокислоти на 100 г лізину): лізин – 100, метіонін+цистин – 60, треонін – 65, триптофан – 18, фенілаланін+тирозин – 95, лейцин – 100, ізолейцин – 60, валін – 68, аргінін – 42 і гістидин – 32 [7]. За даними деяких авторів для поросят масою 10 кг найбільш лімітуючою амінокислотою в кукурудзяно-соевих раціонах із

добавками молочної сироватки (вміст сирого протеїну 13,5 %) є лізин [8].

Незбалансованість раціонів за амінокислотним складом, очевидно, викликає порушення обміну речовин в організмі тварин, зниження їх резистентності та продуктивності, призводить до зменшення в туші вмісту протеїнів і збільшення вмісту жиру [6]. Найвища інтенсивність росту поросят виявлена за згодовування їм раціонів із вмістом 17,0–17,5 % протеїну і 0,91–0,95 % лізину, а потреба гібридних свиней в протеїні і лізині знаходиться відповідно в межах 15,5–12,5 % і 0,8–0,6 % [9]. Автори вважають, що для останнього періоду відгодівлі 13,5 % сирого протеїну і 0,65–0,70 % лізину в раціонах свиней достатньо для отримання приростів на рівні 750 г й витрат кормів 3,5–3,7 кг на 1 кг приросту.

Низкою досліджень встановлено, що вміст сирого протеїну в раціонах свиней можна зменшувати до 12,8 % за умов, якщо незамінні амінокислоти додаються в співвідношенні, близькому до співвідношення амінокислот в ідеальному протеїні, перетравлених у тонкому кишківнику [10]. При цьому перетравлення лізину в тонкому кишківнику поросят становить від 73,8 (сорго) до 84,2 % (пшениця), триптофану – від 69,6 (кукурудза) до 81,4 % (пшениця), треоніну – від 63,4 (пшенична дерть) до 77,9 % (вівсяна дерть).

Збільшення рівня сирого протеїну і лізину в раціоні відгодівельних свиней позитивно впливає на їх фізіологічний стан, про що свідчить збільшення кількості лейкоцитів та вмісту гемоглобіну, загального протеїну й глобулінів у сироватці крові, при цьому підвищуються середньодобові прирости маси тіла і скорочується тривалість відгодівлі [11].

Склад вільних амінокислот, особливо лізину, у плазмі крові свиней, в основному, корелює з амінокислотним складом протеїнів корму. Так, за додавання до раціону відгодівельних свиней з вмістом 14 % сирого протеїну 5 г триптофану або 10 г тирозину на кг комбікорму концентрація триптофану і тирозину в плазмі крові збільшується вдвічі [12]. При цьому переважаючою амінокислотою у сироватці крові поросят у 1-місячному віці є аланін, а у старшому віці – гліцин. З незамінних амінокислот у плазмі крові свиней різного віку найбільше виявлено лейцину, валіну і лізину.

Необхідність балансування раціонів для свиней за всіма незамінними амінокислотами

впливає з досліджень щодо високої кореляції між вмістом вільних амінокислот у плазмі їх крові й біологічною цінністю протеїну раціону [13]. Зокрема, встановлено, що концентрація вільних амінокислот у плазмі крові відгодівельних свиней, яким згодовували раціон зі зниженою біологічною цінністю протеїну, була значно більшою, ніж у свиней, яким згодовували раціон з повноцінним протеїном, що, очевидно пов'язане із використанням у годівлі кормів з низькоякісним протеїном.

Встановлено, що за відгодівлі свиней масою 44–63 кг для забезпечення середньодобових приростів на рівні 0,65, 0,75, 0,85 і 0,95 кг на кг приросту потрібно відповідно 18,0, 21,5, 24,2 та 26,4 г лізину, свиней масою 63–100 кг із середньодобовими приростами 0,80, 0,85, 0,90 і 0,95 кг – відповідно 16,1, 18,0, 20,1 та 23,1 г лізину. Максимальна інтенсивність росту в свиней масою 63–100 кг виявлена при вмісті 9 г лізину на кг сухої речовини, за щоденного споживання 22 г лізину. Середнє відношення між відкладанням протеїну в тілі свиней і споживанням лізину становило 8,6:1. У підсвинків, яким згодовували корми з недостатнім вмістом лізину, виявлено низьку концентрацію протеїнів у сироватці крові [14]. За зменшення вмісту лізину в раціоні свиней на 40 % їх прирости знижуються на 15 %, а витрати кормів на 1 кг приросту збільшуються на 18 %.

Аналіз наведених даних свідчить про те, що вміст загального протеїну, окремих його фракцій і деяких амінокислот у плазмі крові поросят найбільше змінюється у перші місяці життя, особливо у неонатальний період, значною мірою за рахунок вмісту протеїнів та їх складу у молозиві і молоці. У старшому віці, як буде показано далі, загальний вміст протеїнів, співвідношення їх фракцій, вміст окремих амінокислот і сечовини у плазмі крові свиней значною мірою залежить від рівня годівлі й складу раціону. Найбільш дефіцитною амінокислотою в раціонах свиней є лізин, що зумовлено низьким його вмістом у зерні злакових культур і в коренеплодах, тобто в кормах, які, в основному, використовуються в годівлі свиней [15].

### **Мета роботи**

Дослідження впливу різного рівня лізину, метіоніну і треоніну у раціонах свиней за дорошування й відгодівлі на окремі метаболічні показники в крові для з'ясування питання

стосовно оптимального вмісту незамінних амінокислот у раціонах свиней на окремих стадіях росту, а також дії різного їх співвідношення на обмін речовин в організмі.

### Матеріали і методи дослідження

Для дослідження впливу різного рівня лізину, метіоніну і треоніну в раціоні свиней на обмін речовин в їх організмі було проведено експерименти на 6-ти групах поросят 3-місячного віку, аналогічних за віком та масою, по 10 голів у кожній. Тварини 1-ї (контрольної) групи отримували основний раціон концентратного типу, до складу якого входили: пшенична дерть – 41,2 %, кукурудзяна дерть – 10,0 %, горохова дерть – 7,0 %, ячмінна дерть – 25,0 %, ріпаківий шрот – 7,0 %, соняшниковий шрот – 7,0 %, сіль – 0,3 %, крейда – 1,0 %, дикальційфосфат – 0,5 %, вітамінно-мінеральний премікс РХМР3-Л фірми “Biotika” – 1,0 %. Калорійність 1 кг кормосуміші становила 12,8 МДж, перетравного протеїну – 112,7 г, лізину – 5,2 г, метіоніну – 1,8 г, треоніну – 3,8 г або відповідно 95,2 % енергії, 86,8 % протеїну, 69,4 % лізину, 81,9 % метіоніну, 78,7 % треоніну від норми [16]. Тварини 2-, 3-, 4-, 5-, 6-ї (дослідних) груп упродовж досліджень отримували аналогічну кормосуміш, до якої додавали амінокислотні добавки: 0,3 % лізинової (2-а група), 0,25 % метіонінової, 0,6 % лізинової і 0,25 % треонінової (3-я група), 0,5 % метіонінової, 0,9 % лізинової й 0,5 % треонінової (4-а група), 0,9 % метіонінової, 1,25 % лізинової та 0,9 % треонінової (5-а група), 1,5 % метіонінової, 1,7 % лізинової і 1,4 % треонінової (6-а група). Вміст лізину в таких добавках становив 320 г/кг лізинової добавки, вміст метіоніну – 200 г/кг метіонінової добавки, вміст треоніну – 200 г/кг треонінової добавки. Загальний вміст лізину, метіоніну і треоніну в раціонах свиней 2-, 3-, 4-, 5- і 6-ї груп становив відповідно 0,62, 0,18 та 0,38 %; 0,71, 0,24 і 0,43 %; 0,81, 0,29 та 0,49 %; 0,91, 0,37 і 0,57%; 1,06, 0,48 й 0,67 %.

Годівля свиней проводилась двічі, утримання – клітково-групове, по 10 голів у секції. Підготовчий період тривав 21 добу, дослідний – 90 діб. Умови годівлі і утримання тварин всіх груп у підготовчий період були однаковими. Для контролю за ростом свиней зважували раз у місяць, а також на початку і в кінці досліджень. У згодовуваному комбікормі визначали вміст амінокислот на автоматичному аналізаторі амінокислот типу ААА-881.

Матеріалом для біохімічних досліджень слугували зразки крові, одержаної з вушної вени до ранкової годівлі на 1-, 30-, 60-, 90-у добу досліді. Для одержання плазми гепаринізовану кров центрифугували при 3000 об./хв. упродовж 10-ти хв. Зразки плазми крові до проведення досліджень зберігали в рідкому Нітрогені.

У плазмі крові визначали концентрацію глюкози, неестерифікованих жирних кислот, сечовини, протеїнів, вільних амінокислот, амінного нітрогену вільних амінокислот [17].

Визначення концентрації глюкози в плазмі крові проводили глюкозооксидазним методом. Принцип методу полягає в тому, що за окиснення глюкози глюкозооксидазою утворюється глюконова кислота і  $H_2O_2$ . Пероксид нітрогену в присутності пероксидази окиснює хромогенну систему з утворенням барвника синього кольору.

Концентрацію протеїну в плазмі крові визначали за методом Лоурі. Метод заснований на утворенні кольорових продуктів, утворених у результаті реакції ароматичних амінокислот з реактивом Фоліна-Чекальтеу, в поєднанні з біуретовою реакцією на пептидні зв'язки.

Визначення вмісту вільних амінокислот проводили на амінокислотному аналізаторі типу ААА-339 М.

Вміст амінного нітрогену в плазмі крові визначали нінгідриновим методом. Протеїни сироватки крові осаджували сумішшю метилового спирту і ацетону у відношенні 1:1. До центрифугату додавали фосфатний буфер (рН 6,5) і 0,5 % розчин нінгідрину в нормальному бутиловому спирті та кип'ятили впродовж 15 хв. на водяній бані. Кількість Нітрогену вільних амінокислот у досліджуваному зразку плазми крові визначали на спектрофотометрі за довжини хвилі 570 нм.

Визначення концентрації неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК) проводили колориметричним методом, який базується на утворенні солей вільних жирних кислот з Купрумом та їх кольоровій реакції з 1,5-дифенілкарбазидом.

Вміст сечовини в плазмі крові визначали діацетилмонооксимним методом. Принцип методу полягає в тому, що сечовина утворює з діацетилмонооксимом у кислому середовищі комплекс червоно-рожевого кольору.

Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою комп'ютерної програми “Statistika”.

**Результати досліджень та обговорення**

Метаболічний профіль плазми крові свиней значною мірою характеризує ступінь забезпечення їх потреби в основних елементах живлення, при цьому вміст протеїну і окремих вільних амінокислот у плазмі крові прямопропорційний вмісту протеїну та його амінокислотному складу в раціоні [12, 13], проте, такий зв'язок виявляється не завжди. Для з'ясування впливу різного рівня лізину в раціоні свиней на вміст протеїну і окремих вільних амінокислот, а також на вміст сечовини, глюкози та неестерифікованих жирних кислот у плазмі крові проведені експерименти з необхідністю вдосконалення існуючих методів контролю за повноцінністю годівлі свиней шляхом дослідження їх метаболічного профілю.

Аналіз отриманих даних (табл. 1) показав, що згодовування свиням комбікорму з добавками лізину, метіоніну і треоніну значно впливає на вміст загального протеїну в плазмі крові. Зокрема, спостерігалось його збільшення у свиней всіх дослідних груп, причому у тварин 4-, 5- і 6-ї груп це збільшення було статистично вірогідним. Так, за період з 4- до 6-місячного віку вміст протеїну у плазмі крові свиней 4-, 5- і 6-ї дослідних груп був відповідно на 19,1-20,2; 20,4-29,2; 16,3- 21,1 % ( $P<0,05-0,001$ ) більший, ніж у тварин 1-ї групи. Збільшення вмісту протеїну у плазмі крові свиней 2- і 3-ї груп, порівняно до його концентрації у тварин контрольної, майже на всіх етапах досліджень було статистично невірогідним ( $P<0,5$ ).

Таблиця 1

**Концентрація загального протеїну в плазмі крові свиней ( $M \pm m$ , г%,  $n=6$ )**

Вік тварин, доба	Групи тварин					
	I	II	III	IV	V	VI
120	5,10 $\pm$ 0,31	5,33 $\pm$ 0,13	5,32 $\pm$ 0,38	6,13 $\pm$ 0,28*	6,26 $\pm$ 0,37*	5,93 $\pm$ 0,17*
150	5,07 $\pm$ 0,28	5,43 $\pm$ 0,43	6,08 $\pm$ 0,20**	6,04 $\pm$ 0,13**	6,55 $\pm$ 0,05***	6,10 $\pm$ 0,31*
180	5,40 $\pm$ 0,38	5,61 $\pm$ 0,10	5,53 $\pm$ 0,52	5,73 $\pm$ 0,09	6,50 $\pm$ 0,06**	6,54 $\pm$ 0,22*

Примітка. В цій і наступних таблицях: \* – статистична вірогідність різниць показників у тварин дослідних груп, порівняно до контрольної (\* –  $P<0,05$ ; \*\* –  $P<0,01$ ; \*\*\* –  $P<0,001$ ).

Отримані результати свідчать про дозозалежний стимулюючий вплив лізину, метіоніну і треоніну, при підвищенні їх рівня в раціоні, на синтез протеїнів плазми крові у печінці свиней.

Рівень вільних амінокислот у плазмі крові свиней залежить від вмісту їх у протеїні кормів раціону та ступеня його засвоєння у тонкому кишківнику і від ступеня поглинання окремих амінокислот з крові скелетними м'язами та іншими тканинами й їх використання у синтезі протеїнів. Синтез протеїнів у скелетних м'язах свиней в основному залежить від вмісту в раціоні найбільш лімітуючих амінокислот – лізину, метіоніну, треоніну. Зважаючи на це, значну зацікавленість становить дослідження зв'язку між вмістом вказаних незамінних амінокислот у раціоні свиней і концентрацією окремих вільних амінокислот в крові, а також між ступенем використання цих амінокислот у синтезі протеїнів у скелетних м'язах. Для висвітлення кількісної сторони такого зв'язку нами було

проведено дослідження, з одного боку, концентрації амінного нітрогену вільних амінокислот, а з другого – вмісту окремих вільних амінокислот у плазмі крові свиней за додавання до їх раціону різної кількості лізину, метіоніну і треоніну.

З отриманих даних (табл. 2) видно, що додавання до раціону свиней лізину, метіоніну і треоніну призводить до значного зниження концентрації амінного нітрогену вільних амінокислот у плазмі крові на всіх етапах досліджень.

Зокрема, вміст амінного нітрогену вільних амінокислот у плазмі крові свиней 2-, 3-, 4-, 5- і 6-ї груп у 4-місячному віці був відповідно на 14,1; 19,2; 21,5; 22,2; 18,5 % ( $P>0,1$ ;  $P<0,05-0,01$ ), у 5-місячному – на 22,7; 14,0; 24,8; 27,0; 27,1 % ( $P>0,1$ ;  $P<0,05-0,01$ ), у 6-місячному – на 6,3; 22,5; 25,1; 28,6; 24,1 % ( $P>0,1$ ;  $P<0,05-0,01$ ) менший, ніж у плазмі крові тварин 1-ї групи. Ці дані свідчать про зменшення вмісту вільних амінокислот у плазмі крові свиней при підвищенні вмісту лізину, метіоніну і треоніну у їх раціоні та

про залежність цього зменшення від вмісту вказаних амінокислот у раціоні, що пояснюється більш інтенсивним використанням вільних

амінокислот у синтезі протеїнів у скелетних м'язах свиней за оптимального забезпечення їх потреби у лізині, метіоніні та треоніні.

Таблиця 2

**Концентрація амінного нітрогену вільних амінокислот у плазмі крові свиней ( $M \pm m$ , мг%,  $n=6$ )**

Вік тварин, доба	Групи тварин					
	I	II	III	IV	V	VI
120	7,25 $\pm$ 0,40	6,23 $\pm$ 0,43	5,86 $\pm$ 0,36*	5,69 $\pm$ 0,45*	5,64 $\pm$ 0,36**	5,91 $\pm$ 0,41*
150	8,15 $\pm$ 0,64	6,30 $\pm$ 0,48*	7,01 $\pm$ 0,69	6,13 $\pm$ 0,45*	5,95 $\pm$ 0,35**	5,94 $\pm$ 0,49**
180	8,42 $\pm$ 0,60	7,89 $\pm$ 0,66	6,53 $\pm$ 0,48*	6,31 $\pm$ 0,57*	6,01 $\pm$ 0,54**	6,39 $\pm$ 0,63*

Крім цього, нами було встановлено, що згодовування свиням комбікормів з добавками лізину, метіоніну і треоніну проявляє дозозалежний вплив на вміст окремих вільних амінокислот у плазмі крові. Найбільш виражений вплив даних амінокислотних добавок на вміст окремих вільних амінокислот у плазмі крові свиней було відмічено у 5-й групі. У плазмі крові свиней 5-ї групи на всіх етапах досліджень виявлено значно менший вміст треоніну, валіну, метіоніну, лейцину, тирозину, фенілаланіну, орнітину, лізину і гістидину, ніж у плазмі крові свиней 1-ї групи. Так, вміст треоніну в плазмі крові свиней 5-ї групи у 4-, 5- і 6-місячному віці був відповідно на 52,9; 42,1; 47,1 % ( $P<0,001$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ), валіну – на 22,2; 24,8; 36,3 % ( $P<0,05$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ), метіоніну – на 61,4; 40,4; 57,0 % ( $P<0,001$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ), лейцину – на 23,6; 44,7; 25,3 % ( $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ), тирозину – на 29,9; 37,4; 32,3 % ( $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ), фенілаланіну – на 17,1; 35,0; 24,7% ( $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ), орнітину – на 29,8; 45,6; 33,1 % ( $P<0,01$ ;  $P<0,001$ ;  $P<0,001$ ), лізину – на 62,0; 35,3; 53,4 % ( $P<0,001$ ), гістидину – на 33,7; 41,1; 38,6 % ( $P<0,001$ ;  $P<0,01$ ) менший, ніж у плазмі крові свиней 1-ї групи. Ці дані свідчать про підвищене поглинання амінокислот із крові і використання їх у синтезі протеїнів у скелетних м'язах свиней за підвищення (до певного рівня) лізину, метіоніну й треоніну в їх раціоні.

Аналогічні різниці у вмісті треоніну, валіну, метіоніну, лейцину, тирозину, фенілаланіну, орнітину, лізину, гістидину у плазмі крові свиней 2-, 3-, 4- і 6-ї груп, порівняно до тварин 1-ї групи, виражені меншою мірою. Різниці у вмісті аспарагінової і глутамінової кислот, серину,

гліцину, аланіну, цистину та ізолейцину у плазмі крові свиней дослідних груп, порівняно до контрольної, досить виражені на деяких етапах досліджень, проте, багато із них статистично невірогідні.

Одержані дані свідчать, очевидно, про вибіркову здатність тканин свиней до поглинання окремих вільних амінокислот з крові за підвищення рівня лізину, метіоніну і треоніну в їх раціоні. Це більшою мірою поширюється на здатність тканин свиней поглинати незамінні амінокислоти, ніж замінні. Останні, як відомо, синтезуються в тканинах свиней при підвищенні їх потреби для синтезу протеїнів. Цим пояснюється значне зменшення загального вмісту незамінних амінокислот за підвищення вмісту лізину, метіоніну і треоніну в їх раціоні, порівняно до зменшення загального вмісту замінних амінокислот. Так, загальний вміст вільних амінокислот у плазмі крові свиней 2-, 3-, 4-, 5- і 6-ї груп у 4-, 5- та 6-місячному віці був менший у середньому відповідно на 12,8; 16,6; 18,8; 28,7 і 19,3 %, вміст незамінних амінокислот – на 12,3; 21,0; 25,3; 36,6 й 21,1 %, вміст замінних амінокислот – на 12,8; 13,3; 14,2; 23,0 і 17,8 %, ніж у плазмі крові тварин контрольної групи. Ці дані узгоджуються із наведеними у табл. 2 результатами щодо дозозалежного зниження концентрації амінного нітрогену в плазмі крові свиней за підвищення рівня лізину, метіоніну і треоніну в їх раціоні.

Отже, значна різниця у вмісті окремих амінокислот у плазмі крові свиней залежить, очевидно, від вмісту їх у раціоні, ступеня засвоєння окремих амінокислот у кишківнику, ступеня поглинання з крові тканинами, насамперед скелетними м'язами, і використання у синтезі протеїнів.

Про підвищене використання вільних амінокислот плазми крові у синтезі протеїнів у скелетних м'язах свиней за збільшення вмісту лізину, метіоніну і треоніну в їх раціоні свідчить також дозозалежне зменшення вмісту сечовини у плазмі крові (табл. 3). Зокрема, вміст сечовини у плазмі крові свиней 2-, 3-, 4-, 5- і 6-ї груп у 4-, 5- та 6-місячному віці був відповідно на 14,5-34,4; 22,8-27,9; 26,4-36,2; 32,0-39,0; 30,0-37,2 % менший, ніж у тварин 1-ї групи, що вказує на прямий зв'язок між ретенцією Нітрогену в

організмі свиней і вмістом лізину, метіоніну та треоніну в їх раціоні. Підвищення вмісту цих амінокислот в організмі свиней за підвищеного їх споживання з кормом призводить до посилення використання всіх амінокислот у синтезі протеїнів у тканинах, внаслідок чого у печінці зменшується катаболізм амінокислот і синтез сечовини. Цим пояснюється дозозалежне зменшення концентрації сечовини в плазмі крові свиней дослідних груп, порівняно до її вмісту у плазмі крові тварин контрольної групи.

Таблиця 3

**Концентрація сечовини в плазмі крові свиней ( $M \pm m$ , ммоль/л, n=6)**

Вік тварин, доба	Групи тварин					
	I	II	III	IV	V	VI
120	4,95 $\pm$ 0,31	3,81 $\pm$ 0,20*	3,82 $\pm$ 0,39	3,57 $\pm$ 0,28**	3,26 $\pm$ 0,30**	3,47 $\pm$ 0,23**
150	5,72 $\pm$ 0,49	4,89 $\pm$ 0,27	4,16 $\pm$ 0,36*	4,21 $\pm$ 0,27*	3,89 $\pm$ 0,37**	3,91 $\pm$ 0,26**
180	4,92 $\pm$ 0,34	3,23 $\pm$ 0,27**	3,55 $\pm$ 0,34*	3,14 $\pm$ 0,30**	3,00 $\pm$ 0,22***	3,09 $\pm$ 0,36**

Таблиця 4

**Концентрація глюкози в плазмі крові свиней ( $M \pm m$ , ммоль/л, n=6)**

Вік тварин, доба	Групи тварин					
	I	II	III	IV	V	VI
120	5,33 $\pm$ 0,32	4,67 $\pm$ 0,37	4,78 $\pm$ 0,23	4,05 $\pm$ 0,38*	3,64 $\pm$ 0,27**	4,48 $\pm$ 0,26
150	4,96 $\pm$ 0,39	5,07 $\pm$ 0,42	4,87 $\pm$ 0,49	3,77 $\pm$ 0,32*	3,57 $\pm$ 0,30*	4,12 $\pm$ 0,39
180	4,38 $\pm$ 0,26	3,34 $\pm$ 0,29*	3,49 $\pm$ 0,34	3,78 $\pm$ 0,25	3,47 $\pm$ 0,22*	3,93 $\pm$ 0,32

Таблиця 5

**Концентрація неестерифікованих жирних кислот у плазмі крові свиней ( $M \pm m$ , мкмоль/л, n=6)**

Вік тварин, доба	Групи тварин					
	I	II	III	IV	V	VI
120	254,42 $\pm$ 23,73	243,73 $\pm$ 23,78	265,63 $\pm$ 34,74	218,37 $\pm$ 20,63	219,92 $\pm$ 21,60	206,34 $\pm$ 15,82
150	229,30 $\pm$ 17,13	189,28 $\pm$ 16,12	196,92 $\pm$ 12,25	170,13 $\pm$ 14,78*	152,48 $\pm$ 10,30**	155,88 $\pm$ 8,99**
180	190,55 $\pm$ 16,84	204,93 $\pm$ 19,83	161,97 $\pm$ 9,33	135,59 $\pm$ 14,17*	157,07 $\pm$ 10,34	188,68 $\pm$ 14,66

Пояснення виявленого нами зменшення вмісту глюкози у плазмі крові свиней дослідних груп, особливо 4- і 5-ї, порівняно до тварин контрольної групи, слід шукати, з одного боку, у зменшенні катаболізму в організмі амінокислот,

які є основними попередниками глюкози у моногастричних тварин [18], з другого – посиленням її використання в енергетичних процесах у скелетних м'язах, у зв'язку з посиленням синтезу протеїнів, який є енергозалежним процесом.

Підвищення у раціоні свиней вмісту лізину, метіоніну і треоніну проявляє певний вплив також на метаболізм жирних кислот в їх організмі (табл. 5). Як відомо, неестерифіковані жирні кислоти є важливим метаболічним джерелом у тканинах тварин, а їх концентрація в плазмі крові – показником, що характеризує енергетичний (калорійний) гомеостаз в організмі, який регулюється шляхом зміни співвідношення між концентрацією вільних жирних кислот, глюкози, кетонів тіл і вільних амінокислот у крові [19].

У свиней дослідних груп, яким згодовували комбікорм з добавками лізину, метіоніну і треоніну, концентрація вільних жирних кислот у плазмі крові була дещо нижчою, порівняно з їх концентрацією у плазмі крові контрольної групи. При цьому статистично вірогідне зменшення у вмісті вільних жирних кислот виявлено лише в 5-місячному віці у свиней 4-, 5- і 6-ї груп ( $P < 0,05-0,01$ ) та в 6-місячному віці – у тварин 4-ї групи ( $P < 0,05$ ), порівняно до їх вмісту в плазмі крові контрольної групи.

Одержані нами дані становлять інтерес, у зв'язку з відсутністю чіткої залежності (як прямої, так і оберненої) між змінами вмісту глюкози та вільних жирних кислот у плазмі крові свиней дослідних груп. З цих результатів випливає, що виявлене нами зменшення концентрації глюкози у плазмі крові свиней дослідних груп, особливо 4-, 5- і 6-ї, не досягає критичного рівня, який викликає підвищення концентрації вільних жирних кислот внаслідок посилення ліполізу в жировій тканині. Більшість різниць у вмісті глюкози і неестерифікованих жирних кислот у плазмі крові свиней дослідних груп, порівняно до контрольної, статистично невірогідні, що підтверджує таке припущення.

У цілому, отримані нами результати свідчать про вплив лізину, метіоніну і треоніну, за додавання їх до раціону свиней, на різні ланки обміну речовин в організмі, зокрема на обмін протеїну, амінокислот, глюкози, жирних кислот, що позитивно позначається на продуктивності тварин. Найбільшою мірою був виражений вплив на обмін речовин за додавання лізину, метіоніну і треоніну до раціону свиней 5-ї дослідної групи, що узгоджується із виявленими нами вищими середньодобовими приростами у тварин цієї групи.

### Висновки

Загалом, одержані нами результати дозволяють зробити висновок про те, що підвищення

рівня лізину, метіоніну і треоніну в раціоні свиней з 90- до 180-добового віку, дефіцитного за цими амінокислотами, призводить до дозозалежного збільшення вмісту загального протеїну і зменшення вмісту вільних амінокислот, сечовини, глюкози та неестерифікованих жирних кислот у плазмі крові.

### References

1. Khodakivska, O. V. (2017). Orhanichne vyrobnytstvo: svitovi tendentsii ta ukrainski realii. *Zemlevporiadnyi visnyk*, 7, 20–25 [in Ukrainian]
2. Svezhentsov, A. A., Horlach, S. A., Martyniak, S. V. (2008). *Kombikorma, premiksi, BVMD dlia zhyvotnykh i ptitsy*. Dnepropetrovsk: ART-PRESS. [in Ukrainian]
3. Karaiev, A. L. (2008). Aminokisloty – osnova zhyzni. *Profilaktika zabolevanii i ukreplenie zdorovia*, 3, 51–54. [in Russian]
4. Heo, J., Kim, J., Hansen, C. F., Mullan, B. P., Hampson, D. J., Pluske, J. R. (2008). Effects of feeding low protein diets to piglets on plasma urea nitrogen, faecal ammonia nitrogen, the incidence of diarrhoea and performance after weaning. *Arch. Anim. Nutr.*, 62(5), 343–58. doi: 10.1080/17450390802327811.
5. Flynn, N. E., Knabe, D. A., Mallick, B. K., Wu, G. (2000). Postnatal changes of plasma amino acids in suckling pigs. *J. Anim. Sci.*, 78(9), 2369–2375. doi:10.2527/2000.7892369x.
6. Kerr, B. J., Southern, L. L., Bidner, T. D., Friesen, K. G., Easter, R. A. (2003). Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81(12), 3075–3087. doi: 10.2527/2003.81123075x
7. Chung, T. K., Baker, D. H. (1992). Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. *J. Anim. Sci.*, 70 (10), 3102–3111. doi: 10.2527/1992.70103102x.
8. Mavromichalis, I., Webel, D., Emmert, J. et al. (1998). Limiting order of amino acids in a low-protein corn-soybean meal-whey-based diet for nursery pigs. *J. Anim. Sci.*, 76(11), 2833–2837. DOI: 10.2527/1998.76112833x.
9. Tous, N., Lizardo, R., Vilà, B., Gispert, M., Font-i-Furnols, M., Esteve-Garcia, E. (2014). Effect of reducing dietary protein and lysine on growth performance, carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. *J. Anim. Sci.*, 92(1), 129–140. doi:10.2527/jas.2012-6222.
10. Warnants, N., Millet, S., Van Oeckel, J. M., De Paepe, M., Brabander, D. L. (2008). Response of 40–70 kg barrows and gilts to increasing ideal protein concentrations in the diet. *Arch. Anim. Nutr.*, 62(2), 127–140. doi: 10.1080/17450390801912027.
11. Nishchemenko, M. P., Trokoz, V. O., Karpovskyi, V. I. (2015). *Fiziologichni aspekty vykorystannia aminokyslot dlia pidvyshchennia produktyvnosti tvaryn: monohrafiia*. Kyiv: Ekspo-druk. [in Ukrainian]

12. Gloaguen, M., Le Floc, H. N., Corrent, E., Primot, Y., van Milgen, J. (2014). The use of free amino acids allows formulating very low crude protein diets for piglets. *J. Anim. Sci.*, 92(2), 637–644. doi: 10.2527/jas.2013-6514.
13. García-Villalobos, H., Morales-Trejo, A., Araiza-Piña, B. A., Htoo, J. K., Cervantes-Ramírez, M. (2012). Effects of dietary protein and amino acid levels on the expression of selected cationic amino acid transporters and serum amino acid concentration in growing pigs. *Arch. Anim. Nutr.*, 66(4), 257–270. doi: 10.1080/1745039x.2012.697351.
14. Chang, Y. M., Wei, H. W. (2005). The effects of dietary lysine deficiency on muscle protein turnover in postweanling pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(9), 1326–1335.
15. Rivera-Ferre, M. G., Aguilera, J. F., Nieto, R. (2006). Differences in whole-body protein turnover between Iberian and Landrace pigs fed adequate or lysine-deficient diets. *J. Anim. Sci.*, 84(12), 3346–3355. doi: 10.2527/jas.2005-405.
16. Provatorov, H. V., Ladyka, V. I., Bondarchuk, L. V. (2009). *Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn*. Sumy: Universytetska knyha. [in Ukrainian]
17. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. et al. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni*. Lviv: Spolom. [in Ukrainian]
18. Gannon, M. C., Nuttall, F. Q. (2010). Amino acid ingestion and glucose metabolism. *IUBMB life*, 62(9), 660–668. doi: 10.1002/iub.375.
19. Kim, S. W., Mateo, R. D., Yin, Y. L., Wu, G. (2007). Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(2), 295–306.

**O.Z. Svarchevska<sup>1</sup>, O.V. Shved<sup>1,2</sup>, N.Z. Ohorodnyk<sup>3</sup>, Z.V. Hubrii<sup>2</sup>, V.I. Butsiak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv

Department of Biotechnology and Radiology,

<sup>2</sup>Lviv Polytechnic National University,

Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology,

Lviv National Agrarian University,

Department of Animal Husbandry and Feed Production

#### **INFLUENCE OF LIMITING AMINO ACIDS ON CERTAIN BIOCHEMICAL INDICATORS IN ANIMALS**

**The effectiveness of the use of the most limiting amino acids (lysine, methionine and threonine) in the diets of pigs in order to provide their bodies with protein. The results indicate a direct relationship between the level of these amino acids in the diet of pigs and the concentration of total protein and an inverse relationship with the content of free amino acids in blood plasma. In addition, in the blood of pigs to which these amino acids were added to the diet, a decrease in the concentration of urea, glucose and non-esterified fatty acids was observed.**

**Key words:** amino acid supplements, lysine, methionine, threonine, protein, pigs