

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет



Разанова О. П., Огороднічук Г.М., Побережець Ю.М.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК
РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ У СВИНАРСТВІ ТА ПТАХІВНИЦТВІ**

Монографія

Вінниця - 2024

Н 34**Рецензенти:**

Федорович Єлизавета Іллівна, завідувач лабораторії розведення та селекції тварин, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, Інститут біології тварин НААН України.

Гноєвий Ігор Вікторович, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри біотехнології, молекулярної біології і водних біоресурсів, Державний біотехнологічний університет.

Чудак Роман Андрійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії, Вінницький національний аграрний університет.

Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Побережець Ю.М. Ефективність використання мінеральних добавок різного походження у свинарстві та птахівництві : монографія, 2024. 144 с.

Монографія написана на основі експериментальних даних НДР «Розробка концепції використання мінеральних добавок при вирощуванні сільськогосподарських тварин за умов одержання високоякісної та екологічно чистої продукції», ДР № 0122U000853.

Монографічне дослідження буде корисним для підготовки фахівців спеціальності «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», «Харчові технології» для практиків і наукових працівників, що працюють над проблемами виробництва тваринницької продукції й підвищення її якості.

У монографії, на основі досліджень та узагальнених літературних даних представлені наукові погляди впливу мінеральних добавок різного походження на кількісні та якісні показники продуктивності свиней та птиці, застосування їх для покращення м'ясних показників, якості виробленої продукції та поліпшення біологічної цінності продукції.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Вінницького національного аграрного університету
(протокол № 11 від 31 травня 2024 року)*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОПТИМІЗАЦІЯ ВВЕДЕННЯ ДО РАЦІОНІВ СВИНЕЙ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК	7
1.1. Особливості мінерального живлення свиней	7
1.2. Біодоступність хелатних сполук у раціонах свиней.....	22
1.3. Формування м'ясної продуктивності свиней, перетравність, показники забою та якості свинини за додаткового введення до раціону хелатного комплексу міді	36
1.4. Зміна динаміки росту та розвитку свиней, відгодівельні показники за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан	52
РОЗДІЛ 2. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ ПТИЦІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ	64
2.1. Роль мінерального живлення птиці	64
2.2. Формування м'ясної продуктивності курчат-бройлерів за комплексного використання у годівлі мінеральних добавок різного походження.....	76
2.3. Вплив добавок з хелатними формами мікромінералів на продуктивність росту курчат-бройлерів, перетравність поживних речовин корму та характеристики туші	88
2.4. Продуктивність та забійні показники курчат-бройлерів за використання кормової добавки «ALKOSEL»	102
2.5. Вплив мінеральної добавки «Селен Іст» на продуктивність та забійні показники курчат-бройлерів	107
2.6. Ріст і розвиток курчат-бройлерів за введення до раціону мінеральної добавки Біотан	113
ВИСНОВКИ.....	124
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	129

ВСТУП

Гарантування продовольчої безпеки країни нерозривно пов'язане з успішним розвитком галузей тваринництва, що забезпечують населення важливими білковими продуктами. Значуще місце в структурі виробництва м'яса в Україні займає свинарство та птахівництво, які останніми роками розширюється у напрямку промислового виробництва і стають конкурентоспроможними на вітчизняному та світовому ринку. Для цього в Україні докладаються значні зусилля щодо підвищення обсягів виробництва та покращення якості виробленої продукції.

Важливою складовою у розвитку галузей свинарства та птахівництва є годівля тварин та птиці. Організація повноцінної годівлі тварин – необхідна умова інтенсифікації галузей свинарства та птахівництва. За цього провідне значення має забезпечення тварин білково-вітамінно-мінеральними добавками, ферментними препаратами, амінокислотами, вітамінами та іншими біологічно активними речовинами, що прискорюють їх ріст та підвищують їх продуктивність. До того ж збільшення поголів'я тварин та виробництва продукції потребує поліпшення її якості та зниження собівартості, чого можна досягти лише шляхом організації біологічно повноцінної годівлі, усунення дефіциту поживних та біологічно активних речовин у раціонах.

Повноцінна і збалансована годівля відповідно до деталізованих норм годівлі – це найважливіший фактор, що визначає швидкість росту і розвитку тварин, їх високу продуктивність і відтворювальну здатність та максимальну якість продукції. Досягається воно раціональним використанням повноцінних комбікормів, білково-вітамінно-мінеральних добавок та преміксів.

Серед біологічно активних речовин у годівлі сільськогосподарських тварин найбільш гостро стоїть проблема забезпечення свиней та птиці доступними мінеральними речовинами, які виконують роль пластичного матеріалу в побудові тканин, підтримують осмотичний тиск, рН середовища, іонну й кислотну-лужну рівновагу та стан колоїдів. Всмоктування й

перетравлювання корму у травному каналі, окислення вуглеводів, жирів та білків і вилучення зі сполук енергії відбувається у реакціях за участю мікроелементів.

Останніми роками спостерігається тенденція до удосконалення живлення тварин біологічно активними речовинами, зокрема, використання хелатних сполук мікроелементів, які за даними вітчизняних та закордонних вчених, у поєднанні з біологічно активними речовинами ефективно впливають на обмін речовин і енергії та забезпечують цим самим підвищення продуктивності та зниження витрат кормів на одиницю продукції. Внаслідок впровадження цих хелатних сполук мікроелементів у раціон сільськогосподарських тварин також можна значно зменшити кількість мікроелементів у складі кормів. Це, своєю чергою, призводить до зниження вивільнення цих елементів у навколишнє середовище та сприяє стійкому розвитку агроєкосистеми.

Поряд з цим недостатнє вивчення ефективності використання хелатних форм мінеральних речовин у годівлі свиней та птиці визначили напрямок досліджень впливу металопротейдів на продуктивність, забійні показники, якість продукції та рівень обмінних процесів у тварин.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено наукові та практичні рекомендації з використання хелатних сполук мікроелементів у годівлі сільськогосподарських тварин. Вперше на основі сучасних методик вивчено вплив різних мінеральних добавок хелатних сполук на рівень обмінних процесів в організмі, продуктивність і використання поживних речовин кормів, гематологічні та забійні показники свиней і птиці.

Встановлено оптимальні норми введення до складу раціонів мінеральних добавок хелатних сполук мікроелементів.

Створено ефективний спосіб підвищення продуктивності та якості продукції тваринництва, доступний для використання на підприємствах, що займаються відгодівлею свиней та вирощуванням птиці.

Застосування у годівлі свиней та птиці рекомендованих хелатних сполук забезпечує збільшення продуктивності тварин й одержання сировини із кращими хімічними властивостями, підвищеною біологічною цінністю та доступним фізико-хімічним складом.

Встановлено, що збагачення кормових раціонів сприяє підвищенню приросту живої маси, відносної швидкості росту й економічної ефективності галузей свинарства та птахівництва.

Проведеними дослідженнями підтверджена ефективність застосування різних мінеральних добавок хелатних сполук мікроелементів за відгодівлі свиней та сільськогосподарської птиці.

Теоретична значущість роботи полягає в розширенні знань про вплив використання різних мінеральних добавок хелатних сполук мікроелементів на ріст, розвиток молодняку свиней та курчат-бройлерів, що відображається на показниках забою, якості продукції та гематологічних показниках.

РОЗДІЛ 1

ОПТИМІЗАЦІЯ ВВЕДЕННЯ ДО РАЦІОНІВ СВИНЕЙ

МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК

1.1. Особливості мінерального живлення свиней

Промислова технологія ведення галузі свинарства вимагає пошуку нових методів та прийомів, що дозволяють мінімізувати або зовсім виключити негативний вплив на продуктивне здоров'я тварин обмеженого руху та відсутності контактів із зовнішнім середовищем (сонячна інсоляція, ґрунт, рослини та ін.) [31, 48, 54].

З найбільш дієвих методів, що дозволяють підвищити фізіологічний та біохімічний статус тварин, їх продуктивний потенціал, є система повноцінної годівлі, яка забезпечує високу якість корму та містить необхідну кількість поживних речовин [8, 18, 36].

Важливість нормованої годівлі визначається впливом її на відтворювальну здатність, що є основою збільшення поголів'я. Якість і рівень годівлі часто має визначальний вплив на формування статевої функції в молодих та дорослих тварин, утворення статевих клітин, забезпечення запліднення й розвитку ембріонів. При недостатньому збалансуванні загальної поживності раціонів спостерігається зниження життєвих та відтворювальних функцій тваринного організму, що призводить до припинення овуляції в самок та втрати рефлексу статевого збудження в самців. Недоречною також вважається надмірна (понад нормована) годівля, що призводить до ожиріння та спричинює погіршення (зниження) відтворювальної здатності тварин [54, 54].

Поряд із забезпеченням енергією, протеїном та біологічно активними речовинами, особливу роль відіграють мінеральні речовини, які попри те, що необхідні тільки в невеликих кількостях, їх функції в організмі не може бути компенсована іншими компонентами [68, 18, 49].

Мінеральна поживність кормів для свиней характеризується вмістом у кормах сирової та чистої золи, наявністю в ній макроелементів (кальцію,

фосфору, магнію, калію, натрію, хлору та сірки) та мікроелементів (заліза, міді, кобальту, цинку, марганцю, йоду та ін.), співвідношенням вмісту окремих елементів у кормах, наприклад, кальцію до фосфору, натрію до калію, кальцію до цинку, а також кислотно-лужним співвідношенням. За мінеральною поживністю всі корми поділяються на дві групи: фізіологічно кислі та фізіологічно лужні.

У золі фізіологічно кислих кормів переважають фосфор, сірка та хлор. До них відносяться головним чином зернові корми та їх відходи (висівки). У золі фізіологічно лужних кормів переважають кальцій, магній, калій та натрій. До них відносять: зелену масу, силос, сінаж, коренебульбоплоди та інші соковиті корми. У кормах мінеральні речовини представлені у формі органічно мінеральних сполук [16, 18]. Сира зола характеризує загальний вміст всіх мінеральних складових частин корму і є незмінним залишком сухої речовини. Вона складається з оксидів натрію, калію, кальцію, магнію, заліза та інших елементів, а також містить ангідриди сірчаної, фосфорної, соляної та інших кислот, вуглекислоту, частки вугілля та домішки піску. Залишок сухої речовини, вільний від вуглекислоти, вугілля та піску, називається чистою золою. Її визначають, як різниця між вмістом сирої золи та домішок. Загальний вміст чистої золи в кормах раціону впливає на всмоктування поживних речовин із травного тракту, при цьому оптимум вмісту мінеральних речовин перебуває у межах 6,0-6,5 % від сухої речовини кормів. Крім того, мінеральні речовини визначають сталість реакції крові та тканинної рідини, яка регулює та підтримує кислотно-лужну рівновагу в організмі. Реакція крові завжди повинна бути слабо лужною, а рН = 7,35-7,36 [24, 36].

Мінеральні речовини займають провідне місце у процесах травлення, всмоктування та засвоєння поживних речовин кормів в організмі свиней. Вони беруть участь у створенні середовища, в якому виявляють свою дію ферменти та гормони. Наприклад, основний фермент шлунка – пепсин, що сприяє перетравленню білка корму, діє тільки в присутності водневих іонів соляної кислоти, а лужні солі у кишківнику допомагають перетравленню жирів [25, 27].

Певна взаємодія цілого ряду іонів мінеральних речовин обумовлює повноцінний розвиток молодняку свиней, роботу серця, поперечносмугастої мускулатури та нервової системи. Мінеральні речовини беруть участь у демінералізації та попередженні рахіту у тварин. Найчастіше остеомаліяція спостерігається у поросних та підсисних свиноматок. Крім остеомаліяції, у дорослих свиней за нестачі кальцію в раціоні спостерігаються інші кісткові захворювання, такі як остеопороз, який виражається в атрофії кісткової тканини, що призводить до витончення, пористості та крихкості кісток, і остеопіброз, який характеризується розростанням кісток з частковим заміщенням [48, 57].

Мінеральні речовини беруть участь у водно-сольовому, вуглеводному, білковому та жировому обміні, утворюють нешкідливі сполуки, які виводяться з організму через кишки, легені, кишківник і шкіру [43].

Дефіцит або надлишок мікроелементів в організмі тварин є причиною не тільки зниження продуктивності, а й виникнення своєрідних захворювань — мікроелементозів, які найбільш поширені в біогеохімічних зонах і провінціях — місцевостях, ґрунти й водні джерела яких мають дуже низький або дуже високий вміст рухливих (засвоюваних) форм мікроелементів. Такий вміст хімічних елементів викликає певну реакцію місцевої флори й фауни, може призводити до захворювань рослин, тварин і людей [13, 107].

Висока мінеральна поживність кормів є одним з основних факторів в організації повноцінної годівлі свиней. Тільки за наявності в раціоні необхідної кількості окремих мінеральних речовин свині найбільш повно використовують білки (протеїни), жири (ліпіди) і вуглеводи корму, зберігають здоров'я, свиноматки мають максимальну продуктивність (плодовитість, великоплідність, багатоплідність, вирівняний приплід, високу молочність). Забезпечення повною мірою мінеральними речовинами свиней за відгодівлі мінеральними добавками пришвидшує термін відгодівлі та знижує затрати кормів на одиницю приросту живої маси [4].

Кальцій. У тілі свиней майже весь кальцій міститься у формі

неорганічної солі фосфорнокислого та вуглекислого кальцію. Кількість кальцію у крові становить 5-6 мг на 100 мл. В організмі свиней кальцій служить матеріалом для формування кісткової тканини. Майже весь кальцій міститься в скелеті й лише близько 1% в інших тканинах. Він необхідний також для регулювання реакцій крові й тканинної рідини, збудження м'язової та нервової тканин та згортання крові. За нестачі кальцію в кормах у тварин спостерігається деформація скелета, атрофія кісткової тканини, а також розростання кісток з частковим розміщенням кісткової фіброзної тканини. Крім того, у поросят за нестачі кальцію у раціоні спостерігається затримка росту і розвитку та розлади шлунково-кишкового тракту.

Вміст кальцію в кормах не постійний та залежить від багатьох факторів: виду рослин, ґрунту, добрив та клімату. Багаті на кальцій: бобові рослини – трав'яне люцернове та конюшинне борошно, корми тваринного походження (м'ясо-кісткове та рибне борошно та ін.), мінеральні добавки (крейда, кісткове борошно та ін.). Потреба свиней у кальції неоднакова і залежить від віку, живої маси, фізіологічного стану, господарського використання та рівня продуктивності. Свиноматкам на добу потрібно від 20 до 50 г кальцію в залежності від живої маси, фази поросності та лактації, поросят – від 7 до 25 г в залежності від маси тіла [8, 18].

Фосфор. Близько 80% всього фосфору, що у тілі свиней, концентрується в скелеті та лише 20 % – в інших тканинах. До складу кісткової тканини фосфор входить як структурний матеріал. Фосфор міститься також у м'язах та крові, він входить до складу ядерної речовини всіх клітин організму у формі нуклеопротейнів, м'язів – у вигляді фосфоропротейнів, нервових клітин – у формі фосфоліпідів.

Фосфор відіграє важливе значення в обміні вуглеводів – як фосфатів посилює всмоктування глюкози у кишківнику. Він бере участь також у жировому обміні, при цьому жирні кислоти, поступаючи в кров із травного тракту, з'єднуються з фосфорною кислотою і холіном, утворюючи лецитин. Фаза фосфорилювання жиру протікає у кишківнику, печінці та нирках і є

проміжною за утворення жиру з вуглеводів у свиней, що відгодовуються, і при утворенні жиру молока у свиноматок в період лактації[16, 18].

Фосфати натрію і калію є важливими буферними речовинами, які підтримують сталу концентрацію водневих іонів крові та тканинної рідини, беруть участь у процесах всмоктування поживних речовин у кишківнику та виділенні з організму продуктів кліткового обміну. Основними показниками стану фосфорного обміну у свиней є вміст у крові неорганічного фосфору, який підтримується на досить постійному рівні – 15-20 мг на 100 мл крові. Якщо кормового фосфору тварині бракує, він мобілізується з кісткової тканини.

У кормах фосфор знаходиться переважно у формі органічних сполук фосфорної кислоти. Вміст фосфору в кормах, як і кальцію, залежить від ґрунту, добрив, клімату, фази розвитку рослин та інших. З рослинних кормів задовільним джерелом фосфору є зернові злакові корми – овес, ячмінь, кукурудза та інших. Досить багато фосфору у висівках, макусі, шротах, кормах тваринного походження – м'ясо-кістковому та рибному борошні та ін. гинє.

Потреба свиней у фосфорі, так само як і в кальції, неоднакова і залежить від їх віку, живої маси, фізіологічного стану, господарського використання, рівня продуктивності та ін. Наприклад, свиноматкам на добу потрібно від 15 до 40 г фосфору залежно від живої маси, поросності та лактації, поросяткам – від 4 до 18 г залежно від живої маси. Практикою годівлі свиней встановлено, що інтенсивне використання та необхідне відкладення у тілі фосфору відбувається лише за певного співвідношення у раціоні фосфору і кальцію. Тому, крім норм потреби свиней у фосфорі, необхідно в кормових раціонах враховувати це співвідношення, яке в середньому дорівнює 1,5:2, тобто на 2 частини кальцію має бути 1,5 частини фосфору. За недотримання співвідношення в кормових раціонах у свиней відзначаються важкі розлади мінерального обміну та посилюються хвороби остеодистрофічного характеру. Найчастіше в кормових раціонах свиней спостерігається надлишок кальцію за нестачі фосфору. В цьому випадку в раціони додають до норми кормові фосфати, що не містять кальцій (мононатрійфосфат, динатрійфосфат, діамонійфосфат та ін.), а зайвий

кальцій при цьому в процесі травлення виділяється з організму з каловими масами [68, 48].

Магній. Входить до складу всіх клітин організму і вважається необхідним елементом для підтримки життя свиней. Із загальної кількості магнію в організмі близько 70% перебуває у кістках. Його також порівняно багато у м'язах, шкірі, де магній переважає над кальцієм. Магній є одним з головних активаторів ензимів, що забезпечують перенесення фосфатних груп при розщепленні АТФ, бере активну участь у формуванні кісток, регулює роботу м'язових та нервових волокон, а також забезпечує акумуляцію кальцію в організмі.

Потреба свиней у магнію порівняно невелика. Орієнтовно вона становить 0,4-0,5 г на 1 кг сухої речовини раціону. Норми магнію для свиней не встановлено. На потребу тварин у цьому елементі впливає вміст у кормах кальцію. Вважається, що між кальцієм та магнієм існує антагонізм. Наявність у раціоні великої кількості кальцію збільшує потребу в магнії. За споживання кормів з великою кількістю магнію збільшується виділення з організму кальцію. Оскільки засвоєння магнію в організмі тварин з корму складає 50-60 %, що часто спричиняє його дефіцит, який супроводжується підвищеною збудливістю, слабкістю кісток, м'язовими судомами, скільки підвищується вивільнення кальцію з організму [68, 16].

Порівняно багато магнію в зернових кормах, трав'яному борошні, бобових, макусі, висівках та ін. Як магнієву добавку в раціони тварин застосовують доломітове борошно, що містить до 11% магнію.

Калій. У організмі свиней калій знаходиться в рідинах тіла і м'яких тканинах для підтримки осмотичного тиску, регулюванні рН крові й тканинної рідини. У тваринному організмі калію міститься в середньому близько 1,5 г на 1 кг живої маси тіла і знаходиться у формі бікарбонатів, фосфатів та хлоридів. Калієм багаті молоді рослини, у золі яких міститься його до 21%. Порівняно багато калію в трав'яному борошні, вівсі, ячмені, кукурудзі. У рослинних кормах калій знаходиться переважно у вигляді вуглекислого калію та калієвих

солей органічних кислот [8, 18].

За нестачі калію в кормах тварини погано ростуть, з'являється збочений апетит і підвищена збудливість, спостерігається розлад серцевої діяльності (аритмія серця, низький кров'яний тиск – гіпотонія), порушується функція печінки, нирок, свиноматки погано запліднюються. Норми калію для свиней не встановлено. Орієнтовна потреба в калії свиней становить 3-4 г на 1 кг сухої речовини раціону.

Калій в організмі свиней є антагоністом натрію, тому в кормових раціонах завжди слід враховувати їхнє співвідношення (2:1), на 2 частини калію повинна припадати 1 частина натрію. Якщо у раціоні мало одного елемента чи надлишок іншого, то посилюється дефіцит недостатнього елемента. Дотримуватися співвідношення іонів калію та натрію необхідно головним чином для нормального ритму серцевої діяльності. За нестачі в кормах калію у раціони вводять мінеральну добавку у вигляді вуглекислого або хлористого калію [18].

Натрій. В організмі свиней натрій, як і калій, знаходиться переважно у рідинах тіла та м'яких тканинах, де служить для підтримки осмотичного тиску та відіграє роль у водному, білковому та жировому обміні. У тілі тваринного натрію міститься в середньому від 0,5 до 1,5 г на 1 кг маси тіла, і він пов'язаний головним чином із хлором та вугільною кислотою.

У крові та тканинній рідині натрій є головним катіоном, що служить для нейтралізації кислот, і разом з хлором належить до головних компонентів, що визначають осмотичний тиск. Хлористий натрій є основою для утворення шлункового соку, активує фермент амілазу, прискорює всмоктування глюкози в кишківнику. Нестача натрію в кормах у свиней викликає втрату апетиту, зниження синтезу жиру й білка, посилення теплоутворення, у поросят – затримку росту.

Корми рослинного походження містять незначну кількість натрію і порушення натрієвого обміну у тварин зустрічаються часто. Норми натрію для свиней не встановлено. Нормування натрію проводять з урахуванням норм

калію, натрію має бути у 2 рази менше, ніж калію. Орієнтовна потреба свиней у натрії становить 1,5-2,0 г на 1 кг сухої речовини раціону. Для вирівнювання співвідношення натрію і калію в раціонах використовують кухонну сіль, бікарбонат натрію, моно- і динатрійфосфат [68, 18].

Хлор. Знаходиться переважно в рідинах тіла, м'яких тканинах і шкірі, де необхідний для підтримки осмотичного тиску та бере участь в обміні води. Винятково важливий хлор у травленні, він входить до складу шлункового соку у вигляді соляної кислоти. Корми у своєму складі містять мало хлору. Нестача хлору в раціонах свиней викликає зниження секреції соляної кислоти, що призводить до порушення травлення. На утворення соляної кислоти затрачається до 20 % всього запасу хлору в організмі. За нестачі хлору в раціонах у свиней знижується апетит, погіршується використання (засвоєння) поживних речовин корми, затримується ріст та розвиток молодняку, порушується відтворювальна функція, знижується продуктивність [18, 31].

Джерелом хлору для свиней є кухонна сіль, яка додається в раціони всіх статевовікових груп тварин. За відсутності в раціоні кухонної солі у свиней втрачається апетит і катастрофічно знижується продуктивність. Норми кухонної солі для свиней наступні: для холостих і поросних маток – 12-20 г, для підсисних маток – 24-32 г, для кнурів-плідників – 16-20 г, для поросят живою масою до 20 кг – 1-3 г, масою від 20 до 40 кг – 5-6 г, для племінного молодняку – 12-18 г і для свиней на відгодівлі – 10-20 г на голову на добу. Кухонну сіль для свиней нормують через високу чутливість їх до хлору. Передозування солі в раціонах свиней веде до сольового отруєння та загибелі. Контроль ведуть за вмістом кухонної солі у сухій речовині раціону. Її оптимальними нормами є: для свиноматок, племінного молодняку і свиней на відгодівлі – 5,8%, для кнурів-плідників – 7%, для поросят – 3-4% [8, 68].

Сірка. В організмі свиней сірка є головним чином у вигляді складних органічних сполук – амінокислот білка. У тілі тварин міститься 0,12-0,15% сірки, більша частина якої знаходиться в щетині, ратицях, шкірі. Сірка входить також до складу інсуліну (гормону підшлункової залози) та тіаміну. Свою

фізіологічну роль в організмі свиней сірка здійснює через амінокислоти – цистин, цистеїн, метіонін, до складу яких вона входить. Цистин є складовою майже кожної клітини тіла і відіграє роль в утворенні жовчі в печінці.

Порівняно багато сірки міститься у зернових злакових та бобових кормах, трав'яному борошні. Всі корми, багаті на білок, містять більше сірки, порівняно із бідними. Норми сірки для свиней не встановлено. Орієнтовною потребою свиней у сірці є 2 г на 1 кг сухої речовини раціону. Дефіцит сірки у раціоні можна заповнити сульфатом натрію [18].

Залізо необхідно свиням як складова частина гемоглобіну крові. Входить також до складу ядерної речовини всіх клітин організму та відіграє важливу роль в окислювальних процесах. Близько 70% всього заліза тіла тварини міститься в гемоглобіні крові, що забезпечує організм киснем у процесі дихання. Утворення гемоглобіну в організмі йде безперервно протягом усього життя, і вміст його в крові здорових тварин підтримується на певному рівні (близько 10-15 г на 100 мл), тому в раціонах свиней залізо повинно бути постійно.

Особливо важлива роль заліза в перші періоди постнатального розвитку тварин під час настання анемії, що проявляє себе після полового окислювального стресу при переході від анаеробного до аеробного дихання новонароджених. Цей мікроелемент, входячи до низки ензимів – пероксидази, оксидази, каталази й цитохромних ферментів, забезпечує ріст, розвиток і розмноження тварин [68, 16].

Існує вагомий взаємозв'язок між вітаміном Е і залізом, що проявляється у процесах транспорту електронів і біосинтезу гема. Саме цей вітамін регулює оптимальне співвідношення закисного й окисного заліза у тканинах та забезпечує розподіл цього елемента в організмі. Недостатнє забезпечення залізом, особливо в молодих тварин спричинює анемію, втрату апетиту, пригнічення швидкості росту та інколи підвищується смертність новонароджених та молодих тварин [98]. При цьому надлишок заліза призводить до погіршення засвоєння фосфору та міді, зменшення відкладання

вітаміну А в печінці, знижує апетит та прирости живої маси [24].

За нестачі заліза в кормах у свиней падає вміст у крові гемоглобіну та еритроцитів, розвивається аліментарна анемія та погіршується загальний стан здоров'я, що веде до затримки росту та зниження продуктивності. Найчастіше анемія спостерігається у поросят. Дорослі свині також хворіють на анемію за тривалої нестачі в кормах заліза та міді. Норми потреби в даному елементі встановлені для всіх статевовікових груп свиней. Наприклад, свиноматкам потрібно від 200 до 600 мг заліза на добу залежно від фізіологічного стану (поросності, лактації), поросят – від 40 до 200 мг на добу залежно від живої маси та приросту.

Порівняно багаті на залізо зелена трава, зернові злакові та бобові корми. За нестачі заліза в раціонах свиней у корм додають сірчаноокисле залізо та інші залізовмісні препарати.

Мідь. Бере участь у процесах кровотворення як біокатализатор, що стимулює утворення гемоглобіну з неорганічних сполук заліза, хоча мідь і не входить до складу гемоглобіну.

Мідь має важливе значення для росту свиней і позитивно впливає на стійкість організму до захворювань. За нестачі міді в кормах у свиней погіршується захворювання на анемію. Діагностичною ознакою недостатності міді в раціонах та організмі є поява в крові незрілих форм еритроцитів. Потреба міді встановлена всім статево груп свиней. Наприклад, свиноматкам потрібно від 40 до 90 мг міді на добу залежно від поросності та лактації, поросят – від 5 до 39 мг на добу залежно від живої маси та приросту.

Найбільш високий вміст міді відзначається в зернобобових кормах, висівках, шротах. За нестачі міді в кормах до раціонів додають сірчаноокислу або вуглекислу мідь.

Мідь забезпечує формування структури кісток, хрящів, сухожиль (колаген), забезпечує еластичність стінок кровоносних судин, легеневих альвеол, шкіри (еластин), нормалізує ритм серцевої діяльності. Регулює роботу центральної нервової системи, активно формує імунітет [68, 23]. Понад

нормована годівля свиней сполуками міді гальмує гемопоез, знижує концентрацію вітамінів А, Е, В₂, В₃, В₆, С в органах і тканинах тварин. При цьому поросята втрачають апетит, у них порушується координація рухів, з'являється горб на спині, виникають м'язові судоми й анемія [24].

Бере участь у кровотворенні і є складовою частиною вітаміну В₁₂, який синтезується мікроорганізмами у свиней у товстому відділі кишківника за наявності в кормі достатньої кількості кобальту. Цим визначається особливе значення кобальту у годівлі тварин.

Кобальт. Кобальт в організмі активізує низку ферментів, тим самим сприяє покращенню використання білка, кальцію і фосфору кормового раціону, підвищує інтенсивність росту та підвищує природню резистентність організму. За нестачі Кобальту в кормах до раціонів додають солі хлористого, сірчаноокислого та вуглекислого кобальту. Для тварин виробляють таблетки хлористого кобальту, у складі яких в 1 г міститься 40 мг чистого кобальту. Порівняно багато його міститься у трав'яному борошні із бобових та шротах.

За нестачі кобальту в кормах у свиней з'являється хвороба акобальтозу, або сухотка. Захворювання характеризується втратою апетиту, млявістю, схудненням, що прогресує зниженням продуктивності. Норми потреби в кобальті встановлені всім статевовіковим групам свиней. Свиноматкам на добу потрібно від 3 до 9 мг кобальту, поросяткам – від 0,5 до 4,0 мг залежно від фізіологічного стану та живої маси.

Цинк. В організмі свиней цинк зосереджений, головним чином, у кістках і шкірі. Рівень цинку найбільш високий у спермі та передміхуровій залозі кнурів-плідників. Фізіологічна роль цинку важлива у забезпеченні рівномірного росту, розвитку та статевого дозрівання свиней, підтримці їх репродуктивної функції (розмноження), смаку та нюху. В організмі тварин цинк пов'язаний з нуклеїновими кислотами, які відповідають за зберігання та передавання спадкової інформації.

Цинк впливає на обмінні процеси, зокрема, підвищує всмоктування азотистих речовин та використання організмом вітамінів, що своєю чергою

посилює ріст поросят. Цинк оберігає свиней від специфічного захворювання паракератозом, що характеризується ураженням шкіри, втратою і збоченням апетиту (тварини гризуть дерев'яні годівниці). Паракератоз у свиней виникає найчастіше за годівлі сухим кормом з надлишком кальцію. Нестача цинку в кормах пригнічує ріст, знижує плодючість свиноматок і може призвести до безпліддя [14].

Норми потреби у цинку встановлені всім статеві віковим групам свиней. Наприклад, кнурам-виробникам на добу потрібно від 244 до 300 мг цинку, свиноматкам — від 224 до 482 мг, поросят — від 27 до 80 мг, молодняку свиней на м'ясній відгодівлі від 100 до 180 мг залежно від живої маси та середньодобових приростів.

Порівняно багато цинку міститься у висівках, дріжджах та пророщеному зерні злаків.

Результати численних досліджень свідчать про істотну дію цинку на формування відтворювальної здатності, імунного стану організму та в забезпеченні кровотворення. Цей мікроелемент є структурним компонентом й активатором (виступає синергістом) ензимів, контролює біосинтез білка, нуклеїнових кислот, ліпідний обмін та синтез окремих гормонів [12, 85].

Марганець. У тілі свиней марганець міститься у кістках, крові та м'яких тканинах. У найбільшій кількості марганець зосереджений в печінці та підшлунковій залозі. У печінці майже весь марганець пов'язаний з ферментом аргіназою, що гідролізує амінокислоту аргінін у сечовину та орнітин. Марганець стимулює тканинне дихання, бере участь у синтезі аскорбінової кислоти (вітаміну С), ферментів фосфатази та пероксидази. Він необхідний як каталізатор за використання в організмі тварин тіаміну (вітаміну В₁). У свиней марганець стимулює ріст та розвиток.

Потреба в марганці у кнурів-плідників на добу становить від 132 до 162 мг залежно від живої маси, у свиноматок — від 89 до 260 мг залежно від поросності та лактації, у поросят — від 14 до 65 мг, у молодняку — від 96 до 153 мг, у свиней за відгодівлі — від 80 до 154 мг залежно від живої маси та

приросту. Порівняно багато марганцю міститься в трав'яному борошні, висівках, шротах. За нестачі марганцю в кормах до раціонів додають солі сірчаноокислового, хлористого та вуглекислового марганцю [16].

Йод. Є необхідним елементом годівлі свиней. Близько половини всього йоду, що міститься в організмі тварини, зосереджено в щитоподібній залозі. Фізіологічна роль йоду пов'язана з утворенням гормону щитоподібної залози – тироксину. Тироксин контролює стан енергетичного обміну та рівень теплопродукції в організмі свиней.

За нестачі йоду в кормах раціону порушується функція щитоподібної залози, вона збільшується у розмірах та утворюється так званий ендемічний зоб. Крім того, у свиней послаблюється функція розмноження, народжується слабке, позбавлене щетини потомство, спостерігаються випадки мертвонародження.

Добова потреба свиней у йоді становить: для дорослих – від 0,7 до 1,9 мг, поросят – від 0,11 до 0,28 мг, племінного молодняка та свиней на відгодівлі – від 0,4 до 0,8 мг залежно від живої маси та приростів, періодів поросності та лактації у маток. Порівняно багато йоду міститься у трав'яному борошні, висівках, шротах, морських водоростях та рибному борошні [68].

Молибден. Є складовою частиною деяких ферментів, зокрема ксантиоксидази, альдегідооксидази та інших оксидаз, які відіграють важливу роль у пуриновому обміні. Потреба свиней у молибдені не встановлена, але відомо, що корми, що містять більше ніж 1 мг молибдену на 1 кг маси, викликають отруєння (молибденоз).

Молибден в організмі свиней є антагоністом міді. За надмірного надходження молибдену в організм підвищується виділення міді й навпаки. Тому токсична доза молибдену залежить від вмісту в раціоні міді, яка нейтралізує небажану дію молибдену, в цих умовах організм збіднюється міддю та з'являється її недостатність.

Крім того, в кормах при неправильному зберіганні молибден вступає в реакцію з міддю з утворенням молибдено-мідного комплексу, в якому мідь є

недоступною для тварин. Порівняно часто спостерігається токсична дія на організм надлишку молібдену в пасовищному кормі. Воно супроводжується гострими проносами, які з'являються найчастіше навесні. Крім того, спостерігається ламкість кісток, пошкодження суглобів, анемія. За надлишку молібдену в кормах в раціони необхідно додавати таку кількість речовин, що містять мідь, у співвідношення міді й молібдену як 1:0,12.

Молібдену в пасовищній траві в середньому міститься 0,18-0,44 мг, у траві посівних злаків – 0,004-0,240 мг, у траві посівних бобових – 0,01-0,75 мг, у трав'яному борошні – 0,29-0,53 мг, в коренебульбоплодах – 0,03-0,18 мг, в зерні злакових – 0,08-0,42 мг, в зерні бобових – 1,3-4,4 мг, в макусі – 0,35-1,60 мг на 1 кг при натуральній вологості [8, 18].

Селен. В організмі свиней бере участь в окислювально-відновних процесах, сприяє всмоктуванню вітаміну Е та його використанню. За вмісту селену менше ніж 0,08 мг на 1 кг корму при натуральній вологості у свиней знижується обмін речовин з переродженням деяких органів, особливо м'язової тканини, виникає так звана білом'язова хвороба. Особливо сильно страждають поросята, у дорослих тварин виникає токсична дистрофія печінки, розсмоктування плода у свиноматок, дегенерація тестикулів у кнурів, гемоліз еритроцитів та інше.

За надходження селену в організм у кількості 0,1-0,2 мг на 1 кг живої маси захворювань не спостерігається. Селен є активатором синтезу та обміну гормону щитоподібної залози, що регулює ріст, розвиток, функції багатьох органів та систем організму. Цей мікроелемент підвищує вміст імунних тіл та знижує дію алергенів. У поєднанні з вітамінами А, Е, С та β -каротином селен має здатність блокувати дію важких металів (свинець, ртуть, кадмій), що надходять до організму із забрудненого навколишнього середовища [33].

Концентрація селену в тілі тварин становить від 1 до 3 мг на 1 кг. Особливо багато селену в нирках, печінці, щетині та копитах тварин. Зайве надходження селену з кормом призводить до отруєння тварин. Для свиней летальним є корм, що містить 10 мг селену в 1 кг сухої речовини.

У рослинних кормах селену у середньому міститься від 0,1 до 2,0 мг/кг. Так, у зеленій траві злакових рослин селену міститься до 0,86 мг/кг, бобових – до 0,018 мг/кг. Дефіцитними заведено вважати корми з рівнем селену нижче 0,1 мг на 1 кг сухої речовини.

Дефіцит селену в організмі супроводжується анемією, серцевою міопатією, дистрофією печінки, зниженням резистентності, абортіванням і безпліддям [44]. Селен характеризується високою біохімічною активністю та спільно з вітаміном Е регулює пероксидне окислення ліпідів. У разі нестачі вітаміну Е потреба в селені зростає [99]. Дефіцит селену і токоферолу затримує перетворення метіоніну в цистин, що спричиняє м'язову дистрофію. Це вимагає особливої уваги до нормування цього елемента у згодовуваних кормах, де потреба в ньому змінюється залежно від віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності тварин.

Негативні наслідки у свиней, що виникають за недостатнього вмісту селену в кормах, можливо ліквідувати додаванням до раціону вітаміну Е (токоферолу). Токоферол і селен виконують функції каталізаторів у ферментних системах, пов'язаних з окислювальним фосфорилуванням речовин. З метою усунення нестачі селену в кормах рекомендують додавати добавку селеніту натрію. Так, добавка 1 кг корму 0,5 мг селеніту натрію запобігає некрозу печінки у свиней. Смертельною дозою селену для свиней є 13-18 мг на 1 кг маси тіла [99, 16].

Фтор. В організмі свиней бере участь у формуванні кісток та зубів та входить у невеликій кількості до складу кісткової тканини (від 0,02 до 0,05 %). Потребу свиней у фторі не встановлено. Передбачається, що вона становить близько 3-5 мг на 1 кг маси тіла, і ця потреба, як правило, забезпечується користуючись з вмісту фтору в кормах.

У практиці годівлі свиней існують побоювання не дефіциту, а надлишкового надходження в організм фтору, що викликає отруєння. У великих концентраціях фтор є отрутою. Для профілактики отруєння свиней фтором не слід допускати вміст фтору в кормових раціонах для свиней понад 8

мг на 1 кг маси тіла. Надлишок фтору призводить до парезів, стирання зубів, деформації кісток і суглобів, зниження апетиту і продуктивності (фтороз). Токсичною дозою фтору вважається 100 мг на 1 кг сухої речовини раціону. У середньому фтору в силосі міститься 0,5-1,3 мг/кг, в коренебульбоплодах – 0,04-0,30 мг/кг, в зерні злакових – 2,4-5,4 мг/кг, у макусі та шроті – 1,7-9,4 мг/кг, у молоці – 0,2-0,4 мг/кг, у відходах м'ясокомбінатів (кістковому, м'ясо-кістковому та кров'яному борошні) – від 38 до 370 мг/кг, у рибному борошні – 190-220 мг/кг. У рослинних кормах рідко міститься фтору більше ніж 0,0002%. Небезпечний фтор, що міститься у фосфориті та мінеральних добавках, отриманих з нього. Тому свиням можна згодовувати лише знефторені фосфати.

Мінеральні речовини кормів всмоктуються із травного тракту тварин лише частково. Доступні для всмоктування ті мінеральні сполуки, які містяться у кормах у розчиненому стані. Тому для забезпечення потреби свиней у мінеральних речовинах має значення не тільки їх загальний вміст у кормовому раціоні, але і кількість їх засвоєних організмом. Відомо, що найкраще засвоюються мінеральні речовини у формі органічно-мінеральних сполук, що містяться в кормах або утворюються під час травного процесу. Вважається, що всмоктується (засвоюється) в середньому від 30 до 50% мінеральних речовин, що надійшли з кормами. Відсоток засвоєння мінеральних речовин тваринами залежить від того з яким кормом та у якому вигляді вони надходять, це обов'язково необхідно враховувати при нормуванні раціонів свиней за мінеральним вмістом [68, 49].

1.2. Біодоступність хелатних сполук у раціонах свиней

На сьогодні генетичний потенціал продуктивності свиней повною мірою не реалізується, конверсія кормів залишається низькою, трапляється великий відхід поросят у перші два місяці життя та відставання їх росту в різні вікові періоди, вироблена продукція невисокої якості, рентабельність галузі низька. Все це пов'язано не тільки з селекцією, але й з недосконалістю годівлі тварин [14, 31, 122].

Однією з умов отримання високоякісної продукції, економного використання кормів є застосування кормових добавок, які доповнюють основні корми, є біологічно доступні та виконують роль каталізаторів (прискорювачів) обмінних процесів в організмі. Ефективне і раціональне використання їх в годівлі свиней дозволяє значно збільшити коефіцієнти перетравлення та засвоєння поживних речовин корму, підвищити продуктивність і збереження тварин.

Для забезпечення тварин мінеральними речовинами найчастіше використовують мікроелементи в неорганічній формі, оскільки вони є більш доступні та економічні для придбання. Але при аналізі численних досліджень відомо, що їх потрапляння до організму не задовольняє потребу високопродуктивних тварин у дефіцитних речовинах. Окрім того, виявлено певні недоліки при згодовуванні мінеральних солей, оскільки через низьку засвоюваність організмом, тваринам часто згодовують надлишкову кількість мінеральних речовин, призводячи до множинного антагонізму, чим спричиняють зниження конверсії мікроелементів в організмі, що підвищує вивільнення з організму до 40–70 % цих елементів, що негативно впливає на екологічну ситуацію, забруднюючи навколишнє середовище важкими металами [49].

Якщо вміст мікроелементів в раціонах можна регулювати шляхом додаткового внесення одного або їх суміші, то підвищити біологічну доступність елементу для організму можна шляхом відповідного рівня мінерального та органічного компонента в кормах фізіологічно наближеного співвідношення мікроелементів у преміксах і більш ефективного включення до них хелатних металоорганічних сполук біогенних металів [25, 26, 31].

Встановлено, що найкращий виробничий ефект мають хелатні сполуки, лігандами в цих сполуках для металів найчастіше можуть бути амінокислоти, їх похідні, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, вуглеводи та карбонові кислоти. До того ж вони, порівняно із мінеральними солями мікроелементів, екологічно безпечні, тому що використання мікроелементів у

хелатній формі у годівлі тварин сприяє істотному зниженню мікроелементів у складі кормів і винесенню їх у навколишнє середовище, забезпечуючи водночас постійний розвиток агроєкосистеми. Встановлено, що введення хелатної форми мікроелементів дає змогу вдвічі зменшити їх кількість порівняно з сольовою формою, покращує засвоюваність поживних речовин та продуктивні якості свиней [25, 84, 122].

Термін «хелат» введений у наукову термінологію в 1920 році У.Т. Морганом. Це слово грецького походження означає «клешня». Хелати – найефективніша форма взаємодії металу з лігандами. Найважливішим фактором біологічної активності мікроелемента є його здатність до комплексоутворення [16, 25]. Хелати або хелатні сполуки, належать до комплексних сполук, що утворюються в результаті об'єднання катіона, яким виступає іон металу, з двома або більше атомами молекули ліганду. Хелати мають відмінність від нехелатних сполук за хімічними та фізичними властивостями, а також по різному впливають на живі організми. Хелатні комплекси мають підвищену стійкість до нагрівання, також мають підвищену стійкість до реакції окислення [15].

Дослідженнями ряду вчених встановлено, що хелатні комплекси завдяки ідентичній природній структурі мають високу біодоступність і характеризуються властивостями проникати крізь клітинні мембрани. Іони металу в хелатній сполуці не потребують додаткової обробки й готові до засвоєння і використання клітинами макроорганізму. Хелатні елементи можуть виступати в ролі біокаталізаторів та імітувати функції деяких ферментів. Хелатні комплекси є основою для розробки регуляторів мінерального обміну, бактерицидних й антивірусних препаратів, протиалергійних засобів тощо. На сьогодні цей напрямок в хімії, фармакології, кормовиробництві є досить актуальним та перспективним [48]. Виявлено, що включення хелатних форм мікроелементів забезпечує кращу біологічну доступність: вони легко встановлюють іонний зв'язок з клітинами організму, розпадаються й повністю засвоюються. Застосування фітинової кислоти у структурі хелатів зменшує

антагонізм між іншими поживними речовинами.

Лікарські засоби також містять комплексні сполуки хелатних металів які виступають у ролі фармакологічно активних речовин, а саме, комплекс цинку введений в структуру інсуліну, комплекс кобальту в структурі вітаміну В₁₂.

Використання хелатних форм мікроелементів для корекції раціону дає змогу зменшити дозу мікроелементної підгодівлі, сольове навантаження на тварину, збільшить біологічну ефективність та знижує хімічне забруднення навколишнього середовища [48, 49].

Застосування хелатних сполук заліза позитивно впливає на органолептичні характеристики свинини, а саме, м'ясо тварин відрізняється ніжністю, соковитістю та приємним смаком. Бульйон з такого м'яса наваристий, з приємним ароматом та гарним зовнішнім виглядом [26]. Використання хелатних сполук заліза у годівлі свиней сприяє покращенню мінерального складу печінки та підвищенню засвоєння мікроелементів. При цьому доброякісність та екологічна чистота печінки підтверджена фізико-хімічними аналізами її складу і вмістом у ній важких металів [50].

Введення до корму хелату заліза покращує продуктивні і відтворювальні якості свиноматок. Дослідженнями з вивчення окремих показників крові у поросят встановлено позитивний вплив хелатних сполук заліза на процеси еритропоезу, підвищує активність каталази і пероксидази в крові, запобігає розвитку залізодефіцитної анемії, а також підвищує ефективність використання поживних речовин раціону. Шляхом введення лактату заліза до цільної сперми спостерігається підвищення показника виживаності сперміїв на 7% впродовж 12-годинного інкубування, шляхом підвищення активності ензимів антиоксидантної дії: каталази на 31,6% та супероксиддисмутази на 32,3%. Виявлено, що додаткове згодовування кнурам плідникам заліза, селену, міді та цинку у формі наноаквахелатів покращує якість спермопродукції – збільшується об'єм еякуляту, концентрація сперміїв з одночасним покращенням їх виживаності та рухливості. Це відбувається на тлі збільшення вмісту глутатіону, зростання активності супероксиддисмутази та каталази [41]

Компенсація дефіциту цинку внаслідок згодовування його хелатів сприяє зниженню кількості слабких поросят та їх збереженості до відлучення. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом [14].

За даними досліджень А.М. Шимкене, введення хелатного селену до раціону поросних та підсисних свиноматок порівняно з мінеральними солями сприяло підвищенню багатоплідності, маси гнізда в день опоросу, молочності, а також мало позитивний вплив на ріст, розвиток та збереженість підсисних і дорощуваних поросят [107]. Додавання хелатів селену свиням на відгодівлі позитивно впливає на якість сировини, а саме покращуються фізико-хімічні властивості м'яса та сала, збільшується вміст вмісту метіоніну, триптофану, лізину за одночасного зменшення концентрації оксипроліну [44, 48]. Додавання наноаквахелатів селену та цинку до сперми кнурів може підтримати як функціональну активність, так і морфологічну цілісність статевих клітин, що дає можливість подовжити виживаність і запліднювальну здатність сперміїв.

Введення хелатних сполук магнію забезпечує збільшення об'єму еякуляту, кількості живих сперміїв та підвищує їх концентрацію. Підвищується терморезистентність сперміїв, що покращує придатність сперми до тривалого зберігання [41]. Виявлено, що при згодовуванні кнурам-плідникам протягом 45 діб мінеральної добавки, яка містить у своєму складі магній у хелатній формі, спостерігається збільшення об'єму еякуляту, кількості живих сперміїв та їх концентрації в цілому. Підвищується терморезистентність сперміїв на 8,4 %, що покращує придатність сперми для штучного осіменіння свиноматок. Встановлено вірогідне збільшення активності ферменту АсАТ на 41,4% та вмісту загального холестерину в еякулятах кнурів дослідної групи на 13,1 %, що значною мірою впливає на придатність сперми до охолодження та її довготривалого зберігання при заморожуванні [84].

Встановлено, що додавання до раціону свиноматок хелатної добавки міді в період поросності та лактації сприяє кращій багатоплідності та великоплідності свиноматок, а також підвищує збереженість поросят [4]. При цьому підвищується жива маса, середньодобові прирости, забійна маса,

кількість внутрішнього жиру, соковитість м'яса, також збільшується вміст білка в м'язовій тканині [23]. За даними О.С. Котляр забезпечення добової потреби міді ремонтних свинок 5–8-місячного віку, шляхом хелатного її зв'язку, дає змогу збільшити приріст живої маси свинок та їх середньодобові прирости з одночасним зменшенням середніх витрат корму [24].

Завдяки широкому спектру дії хелатних сполук мікроелементів істотно покращуються показники відтворювальної функції: у свиноматок підвищується багатоплідність, великоплідність, збільшується маса гнізда та молочність, покращується збереженість поросят до та після відлучення; у кнурів-плідників підвищується рухливість, виживаність та терморезистентність сперміїв, що сприяє придатності сперми до тривалого зберігання. Включення до раціонів хелатних мікроелементів сприяє збільшенню живої маси свиней, підвищенню забійного виходу та покращенню фізико-хімічних властивостей м'яса [27, 64, 122].

Виявлено, що надвисока біодоступність хелатів мікроелементів відкриває нові шляхи підвищення продуктивності свиней через покращення споживання й конверсії кормів. Завдяки широкому спектру дії цих сполук у свиней виникає можливість регуляції відтворювальні функції: у кнурів-плідників – підвищення рухливості й виживаності сперміїв, а у свиноматок – багатоплідності, великоплідності, збільшення маси гнізда, молочності, покращенні збереженості поросят до та після відлучення [25, 48].

Свиноматки які отримували з основним раціоном хелати мікроелементів менш вразливі до різного роду захворювань, мають значно вищі показники еритроцитів, гемоглобіну, глюкози, кальцію. Збільшується жива маса новонароджених поросят до 1,3–2,5 кг, підвищується збереженість до 98 %), покращуються продуктивні та відтворні якості свиноматок [107, 47].

Внесення у раціон тварин мікроелементів у вигляді хелатних сполук (метіонатів і лізинатів) позитивно впливає на еритропоез, дихальну функцію крові, окремі ділянки білкового, енергетичного та вуглеводневого обміну в організмі молодняку свиней, призводить до підвищення їх продуктивності та

покращення якості одержаної від них свинини [57]. Використання хелатних сполук заліза у годівлі свиней сприяє підвищенню органолептичних показників свинини [52]. Встановлено покращення мінерального складу печінки порівняно з контролем у всіх дослідних групах, причому засвоєння мікроелементів відбувається краще при застосуванні хелатних сполук заліза. Доброякісність та екологічна чистота печінки підтверджена фізико-хімічними аналізами її складу і вмістом у ній важких металів [51, 84].

До якісних мінеральних речовин відносять сполуки металів з біологічно активними речовинами, або так звані хелатні сполуки [18, 54, 57]. Лігандами в цих сполуках для металів найчастіше можуть бути амінокислоти, їх похідні, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, вуглеводи та карбонові кислоти [16].

У результаті засвоєння таких елементів досягається найкращий виробничий ефект, зокрема, вищі прирости, поліпшується метаболізм і стан здоров'я тварин та зменшуються витрати на виробництво продукції. Хелатні сполуки металів здійснюють вплив практично на всі види обміну речовин [16, 24, 25, 64].

Метою досліджень було вивчити вплив згодовування препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів на продуктивність росту, витрати кормів, забійні показники та морфологічні й біохімічні показники крові свиней.

Науково-господарський дослід проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняку свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 діб і складався з двох періодів: зрівняльного (15 діб) і основного (90 діб) (табл. 1.1).

Поросяткам згодовували сухий комбікорм. Препарат «Кроноцид-Л» випоювали поросяткам разом з водою з вільним доступом до неї.

Таблиця 1.1

Схема досліду

Група	Тривалість періоду, діб		Кількість тварин у групі, гол	Умови годівлі	
	зрівняльний період, діб	основний			
		комбікорм «Гроуер»			комбікорм «Фінішер»
1- контрольна	15	35	55	12	ОР*
2- дослідна	15	35	55	12	ОР*+препарат Кроноцид-Л у дозі 1 л/1т води

Примітка: *Основний раціон (повнораціонний комбікорм «Гроуер» та «Фінішер» відповідно періоду відгодівлі).

Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували препарат «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів із розрахунку 1 л на 1 тону води.

Препарат Кроноцид-Л – це прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (Феруму, Цинку, Магнію та Купруму), мурашину, оцтову, ортофосфорну, молочну, лимонну, бурштинову та бензойну кислоти в кількості 19% за масою. Fe, Zn, Mg, Mn, Cu, B

Складу комбікорму «Гроуер», яким годували піддослідний молодняк свиней: кукурудза – 25%, пшениця – 25%, ячмінь – 23%, соняшниковий шрот – 12%, пшеничні висівки – 7%, макуха соєва – 3%, БМВД – 5%. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2173 Ккал, перетравним протеїном – 157 г. До складу комбікорму «Фінішер» входили: ячмінь – 38 %, пшеницю – 24%, пшеничні висівки – 12%, кукурудза – 9%, соняшниковий шрот – 9%, БМВД – 4%. Поживність раціону становила за обмінною енергією 2051 Ккал, перетравним протеїном – на 148 г.

Облік живої маси, абсолютних та середньодобових приростів визначали шляхом зважування тварин до годівлі індивідуально в кінці кожного місяця. Під час досліджень проводили облік з'їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини.

Контрольний забій є завершальним етапом науково-господарського досліді. Після закінчення облікового періоду в науково-господарському досліді на відгодівельних свинях провели контрольний забій кабанців по 4 голови з кожної групи. Площу «м'язового вічка» вимірювали на поперековому розрізі найдовшого м'яза спини, між останнім грудним і першим поперековим хребцями, методом копіювання «малюнка зрізу» на кальку та вимірювання його за допомогою планіметра.

Для загального аналізу крові та біохімічних досліджень використовували венозну кров з яремної вени, яку одержували уранці до годівлі. Показники крові (морфологічні та біохімічні) визначали за загально прийнятими методиками. Визначали вміст еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів, базофілів, еозинофілів, нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів, тромбоцитів, загального білка, альбумінів, кальцію фосфору та кольоровий показник [29].

Динаміка живої маси свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1 л/1т води представлена у таблиці 1.2.

Аналіз динаміки живої маси свиней на відгодівлі протягом всього періоду досліджень свідчить про те, що найбільша інтенсивність росту спостерігалась у тварин другої дослідної групи, які отримували препарат «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів. Так, якщо піддослідні тварини на початку першого етапу основного періоду досліджень (75 діб) мали майже однакову живу масу, то в кінці основного періоду (165 діб) за цим показником вони помітно різнилися. Зокрема, у 110-добовому віці піддослідні свині другої дослідної групи переважали своїх аналогів контрольної групи на 4,3 кг або на 5,9 %.

Аналогічна картина зміни динаміки живої маси свиней характерна для

відгодівельного молодняку й при знятті з відгодівлі у 165-добовому віці. Зокрема, піддослідні тварини другої групи за живою масою переважали контрольних аналогів на 8,3 кг або на 7,4%.

Таблиця 1.2

Динаміка живої маси піддослідних свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату «Кроноцид-Л», ($M \pm m$, $n = 12$)

Показник	Група	
	1- контрольна	2-дослідна
Жива маса свиней на початок періоду згодовування комбікорму гроуера (75 діб), кг	32,5 ± 0,9	33,2 ± 0,9
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму гроуера (110 діб), кг	62,6 ± 2,2	66,3 ± 1,7
Абсолютний приріст, кг	30,1 ± 1,1	33,1 ± 0,91*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму гроуера, г	860 ± 24	945 ± 27*
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму гроуера, %	63,3 ± 1,2	66,6 ± 1,1
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму фінішера (165 діб), кг	112,5 ± 8,4	120,8 ± 8,2
Абсолютний приріст, кг	49,9 ± 1,0	54,5 ± 1,3*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму фінішера, г	908 ± 17	991 ± 20**
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму фінішера, %	57,0 ± 2,1	58,3 ± 1,6
Середньодобовий приріст живої маси за досліджуваний період відгодівлі	888 ± 19	973 ± 23*

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено також, що абсолютний приріст живої маси свиней на відгодівлі 2-ої дослідної групи був вищим порівняно з тваринами контрольної протягом першого етапу основного періоду (75-110 діб) досліджень на 2,8 кг (3,57%; $P < 0,01$) і становив 81,2 кг; протягом другого етапу основного періоду

(111-165 діб) досліджень – на 2,8 кг (3,57%; $P < 0,01$) і становив 81,2 кг.

Вірогідна різниця спостерігається за показниками середньодобових приростів піддослідних свиней протягом усього періоду досліджень. Так, середньодобовий приріст був значно вищим у групі тварин, які додатково отримували препарат «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів, і за весь період відгодівлі був на рівні 973 ± 23 , що на 85 г або на 9,5% ($P < 0,05$) вище порівняно з показниками контрольної групи тварин (888 ± 19). У ході досліджень розраховано відносний приріст піддослідних тварин по періодах вирощування. За період відгодівлі спостерігалась тенденція до збільшення даного показника на 2,3 п.п. у тварин, які отримували препарат «Кроноцид-Л», хоча вірогідної різниці між показниками не виявлено.

Отже, застосування препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів за вирощування свиней сприяє інтенсивнішому росту та підвищенню їх відгодівельних якостей.

Під час проведення експерименту були встановлені витрати кормів піддослідними свиньми на відгодівлі за згодовування препарату «Кроноцид-Л» (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

**Витрати кормів піддослідними свиньями на відгодівлі за згодовування
«Кроноцид-Л»**

Група	Витрати кормів, кг				на 1 кг приросту		Оплата корму приростом	
	за період досліду		на одну голову					
	всього	± до контролю	всього	± до контролю	всього	± до контролю	всього	± до контролю
1-контрольна	3072	-	-256,0	-	3,2	-	0,31	-
2-дослідна	3153	+81	262,7	+6,7	3,0	-0,2	0,33	+0,02

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено, що використання вищезгаданого препарату дозволяє знизити витрати кормів на 6,2% і становить 3,0 кг на 1 кг приросту.

У результаті проведених досліджень встановлено, що свині, які споживали препарат «Кроноцид-Л», відрізнялися кращими забійними показниками (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

**Забійні показники свиней за введення до раціону препарату
«Кроноцид-Л», ($M \pm n$, $n = 4$)**

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Передзабійна маса, кг	111,2 ± 3,8	119,6 ± 3,4
Забійна маса, кг	81,3 ± 2,4	94,1 ± 2,9*
Забійний вихід, %	73,1 ± 1,2	78,7 ± 1,3*
Товщина шпику над 6-7 грудним хребцем, мм	32,1 ± 0,9	28,9 ± 0,7*
Внутрішній жир, кг	1,74 ± 0,06	1,61 ± 0,04
Площа «м'язового вічка», см ²	44,3 ± 0,8	47,1 ± 0,7**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Забійна маса та забійний вихід певно збільшилися у тварин другої дослідної групи у порівнянні із контролем відповідно на 12,8 кг або на 15% ($P < 0,05$) та 5,6 % ($P < 0,05$).

Аналіз результатів одержаних при вимірюванні товщини шпику показав вірогідне зменшення даного показника у свиней другої дослідної групи на 3,2 мм або на 10% ($P < 0,05$), що свідчить про більший вихід м'ясної свинини, яка найбільше відповідає вимогам м'ясопереробної промисловості та споживача. У тварин дослідної групи також спостерігається тенденція до зменшення вмісту внутрішнього жиру.

За результатами досліджень було встановлено збільшення площі «м'язового вічка» у свиней другої дослідної групи, які споживали препарат «Кроноцид-Л», на 2,8 см² або 6% ($P < 0,01$).

Отже, уведення препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1 л/1 т води помісним свиням протягом першого етапу основного періоду (75-110 діб) та другого етапу основного періоду (111-165 діб) на відгодівлі підвищує живу масу тварин відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовий приріст за весь період відгодівлі – на 9,5% ($P < 0,05$). Застосування при вирощуванні свиней препарату «Кроноцид-Л» сприяє підвищенню передзабійної живої маси на 8,4 кг або на 7,5 %, забійної маси та забійного виходу – відповідно на 12,8 кг або на 15% ($P < 0,05$) та 5,6 % ($P < 0,05$). Водночас під впливом кормової добавки знизилась товщина шпику над 6-7 грудним хребцем на 3,2 мм або на 10% ($P < 0,05$) та збільшилась площа «м'язового вічка» на 2,8 см² або 6% ($P < 0,01$).

Дослідженнями з вивчення окремих показників крові у поросят встановлено позитивний вплив хелатних сполук заліза на процеси еритропоезу, які супроводжуються підвищенням рівня гемоглобіну та кількості еритроцитів крові. Встановлено також, що залізо в хелатизованій формі бере участь в окисно-відновних процесах та підвищує активність каталази й пероксидази в крові, запобігає розвиткові залізодефіцитної анемії, а також підвищує ефективність використання поживних речовин раціону [27]. Компенсація дефіциту цинку шляхом згодовування його хелатів сприяє зниженню кількості слабких поросят та їх збереженості до відлучення. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом [41, 49].

Введення до складу мінерально-вітамінних преміксів металохелату цинку в менших дозах в порівнянні з сольовою формою, має позитивну дію на фізіологічний стан, стимулює охоту, забезпечує нормальний перебіг процесів запліднення і розвитку плоду. Додавання до раціону свиноматок хелатної добавки міді сприяє збільшенню багатоплідності та великоплідності свиноматок, підвищенню збереженості поросят і підвищенню забійних показників [4, 14].

Результати дослідження морфологічних показників крові піддослідних свиней наведено у таблиці 1.5.

Аналізуючи морфологічні показники, варто зазначити, що всі вони відповідають фізіологічним нормам. Встановлено, що додавання до основного раціону препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів сприяє підвищенню у крові піддослідних свиней 2-ої групи еритроцитів ($6,79 \pm 0,08^{**}$) на 6,6%, еозинофілів ($1,88 \pm 0,06^*$) на 12,7%, нейтрофілів паличкоядерних ($5,07 \pm 0,04^{**}$) і сегментоядерних ($38,42 \pm 0,63^*$) відповідно на 5,7% і 8,09% порівняно з контрольною групою.

Таблиця 1. 5

Морфологічні показники крові піддослідних свиней за введення до раціону Кроноциду-Л

Показник	Норма	1-контрольна	2-дослідна
Еритроцити, Т/л	6-7,5	$6,34 \pm 0,05$	$6,79 \pm 0,08^{**}$
Гемоглобін, г/л	99-119	$121,5 \pm 7,35$	$131,4 \pm 4,89$
Лейкоцити, Г/л	8-16	$13,15 \pm 0,08$	$13,28 \pm 0,06$
Базофіли, %	0-1	$0,58 \pm 0,07$	$0,74 \pm 0,05$
Еозинофіли, %	1-4	$1,64 \pm 0,06$	$1,88 \pm 0,06^*$
Нейтрофіли, %:			
паличкоядерні	3-6	$4,78 \pm 0,03$	$5,07 \pm 0,04^{**}$
сегментоядерні	25-35	$35,31 \pm 0,48$	$38,42 \pm 0,63^*$
Лімфоцити, %	40-50	$42,66 \pm 0,42$	$44,05 \pm 0,31$
Моноцити, %	2-5	$3,57 \pm 0,05$	$4,03 \pm 0,08^{**}$
Тромбоцити, %	210	$41,32 \pm 0,38$	$42,85 \pm 0,42$
Кольоровий показник		$0,82 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,03$
ШОЕ, мм/год	3-4	$3,12 \pm 0,08$	$3,17 \pm 0,08$

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Під впливом досліджуваної добавки у крові тварин другої групи спостерігається збільшення кількості моноцитів ($4,03 \pm 0,08^{**}$) на 11,4% порівняно з аналогами контрольної групи.

Біохімічні показники крові піддослідних свиней наведені у таблиці 1.6.

За додавання до основного раціону препарату «Кроноцид-Л» у сироватці

крові тварин другої групи встановлено тенденцію до збільшення загального вмісту білка.

У свиней другої дослідної групи ($59,22 \pm 1,03^{**}$) спостерігається вірогідне збільшення альбумінів на 14,1%. Аналізуючи складові фракції глобулінів, варто зазначити тенденцію до їх підвищення порівняно з контрольними аналогами. За іншими показниками суттєвих відмінностей не спостерігалось, вони знаходилися в межах фізіологічних норм.

Таблиця 1.6

Біохімічні показники крові свиней за введення до раціону Кронациду-Л

Показник	1-контрольна	2-дослідна
Загальний білок, г/л	$75,26 \pm 1,12$	$79,18 \pm 1,14$
Альбуміни, %	$50,86 \pm 1,05$	$59,22 \pm 1,03^{**}$
α -глобуліни, %	$13,4 \pm 0,47$	$14,8 \pm 0,19$
γ -глобулін, %	$28,46 \pm 0,65$	$29,17 \pm 0,57$
β -глобуліни, %	$14,51 \pm 0,13$	$14,97 \pm 0,14$
Кальцій, мг/100 мл	$2,78 \pm 0,05$	$2,93 \pm 0,07$
Фосфор мг/100 мл	$3,04 \pm 0,07$	$3,12 \pm 0,08$
Залізо, мк моль/л	$24,23 \pm 0,43$	$26,13 \pm 0,36^*$
Лужний резерв, об % CO ₂	$43,40 \pm 1,23$	$45,22 \pm 1,41$

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

В цілому слід зазначити, що за додавання до основного раціону препарату «Кронацид-Л» у піддослідних тварин підвищується інтенсивність перебігу процесів обміну речовин, про що свідчать інтенсивність росту тварин, морфологічні та біохімічні показники крові.

1.3. Формування м'ясної продуктивності свиней, перетравність, показники забою та якості свинини за додаткового введення до раціону хелатного комплексу міді

Для досягнення повного генетичного потенціалу свиней м'ясних порід необхідно забезпечити належну годівлю молодняка, забезпечивши

надходження йому всіх необхідних поживних речовин. Цю проблему можна вирішити шляхом використання кормових добавок різного походження й тому раціони тварин визначаються залежно від їх фізіологічного стану та рівня продуктивності. Проведені дослідження українськими та закордонними науковцями [11] показують, що використання кормів з достатньою кількістю всіх необхідних поживних речовин сприяє досягненню високих показників у відтворенні, росту, розвитку та відгодівлі свиней. Для поліпшення споживання корму та збільшення ефективності його використання, для досягнення максимальної продуктивності, а також для отримання продукції кращої якості використовуються різноманітні кормові добавки. Серед кормових добавок часто використовуються ферментні препарати, протеїнові, амінокислотні, мінеральні та вітамінні добавки, пробіотики, пребіотики та підкислювачі. Кормові добавки з антибактеріальними та імуностимулювальними властивостями, а це підкислювачі, мідь та цинк, додають до раціонів свиней для підтримки збалансованої мікробіоти у шлунково-кишковому тракті та з метою проведення контролю патогенів. Сприятливо впливають на енергетичний та ліпідний обмін в організмі свиней бетаїн та мікроелементний хром, що описано в роботі [79]. Для покращення засвоюваності поживних речовин і позитивного впливу на стан шлунково-кишкового тракту тваринам згодують добавки, до складу яких входять ферменти. Проте, отримані дані щодо використання цих добавок та їх вплив на продуктивність росту свиней за даними різних науковців різняться. Такі розбіжності в отриманих результатах вони пояснюють фізіологічним станом розвитку тварин, періодом їх вирощування та відгодівлі.

Yaremchuk O.S. et al. [124] зазначали, що важливість добавок мікроелементів до раціону тварин полягає в тому, що вони беруть участь у формуванні клітин, тканин, органів, фізіологічних, каталітичних і регуляторних функціях у тварин, і відповідно їх включення до раціону тварин є необхідним. Мінеральні добавки додають до раціону свиней для покращення здоров'я, травлення у поросят та підвищення продуктивності [92, 53]. Залежно від фази виробництва свинини потрібна різна кількість кожного мінерального елемента

у раціоні тварин. Результати досліджень [10, 81, 120] підтверджують позитивний вплив мінеральних добавок з метою підвищення мінерального статусу поросят на дорощуванні [10, 81, 120]. Також ними виявлено, що в разі надмірного накопичення цих елементів у тканинах, то вони виводяться з організму. Ведення 50% від потреби міді, заліза, марганцю та цинку у раціоні на основі кукурудзяно-соевого шроту є виправданим. Зменшення вмісту деяких мікроелементів (цинку, міді, марганцю і заліза) у раціонах свиней немає негативного впливу на продуктивність тварин, проте спричинює значне зменшення виділення цих мінералів з калом. Основним фактором, що впливає на виведення мінеральних елементів, є їх концентрація в кормах і вона не залежить від джерела походження. Fassin J.E.G. et al. [73] було підтверджено зростання використання альтернативних джерел хелатних мінералів, таких як мідь, марганець, селен і цинк. Згодовування раціонів з включеними органічними мікроелементами призводять до покращення показників якості м'яса. Delles R.M. et al. [67] пояснюють це більшою активністю ферментів та біосинтезом білка. За таких умов свинина стійкіша до окислення білка, свиняча грудка має більшу вологоутримувальну здатність. Концентрація комплексних мінералів (кальцію, цинку, міді, магнію, марганцю, заліза) у раціоні свиней покращує ефективність використання корму та якість м'яса, не впливаючи при цьому на відсоток нежирного м'яса [62].

Мідь є компонентом металоферментних систем, вона може активувати ферменти для кращої роботи різних біохімічних процесів. Espinosa C.D. та Stein H.H. [71] стверджують, що ростостимулювальний ефект міді відбувається у різновікових свиней завдяки зменшенню частоти діареї та підвищення ефективності використання організмом корму. І таке покращення вони пов'язують з впливом міді на ферменти, які беруть участь у травленні та метаболізмі ліпідів. За теплового стресу у відлучених свиней покращується характеристика крові, а також зменшується захворюваність на діарею під дією гідроксихлориду міді [70]. Раціони з добавкою монтморилоніту (Cu/Zn-Mt), насиченого міддю/цинком Cu/Zn-Mt, позитивно впливає на кишкову мікробіоту

відлучених свиней, знижуючи ризики виникнення діареї, і цим самим покращити продуктивність росту тварин [90]. Годівля раціонами з надлишковими рівнями міді призводить до розпаду еритроцитів та пошкодження органів у свиней [71]. Ряд авторів стверджують [89], що на якість м'яса не впливають дози введення міді до раціону тварин.

Наведені дані досліджень узгоджуються з іншими науковцями про те, що хелатні форми мікроелементів є ефективними у годівлі тварин. За результатами досліджень виявлено, що хелатний комплекс міді з гліцином впливає на інтенсивність росту свиней, показники забою та якість свинини. На показники інтенсивності росту тварин впливають ряд чинників, серед яких вагому роль мають порода та фактор годівлі [9]. Міжпородне схрещування значно підвищує середньодобові прирости живої маси свиней [20].

Мідь використовується у годівлі свиней як добавка для стимуляції продуктивності тварин. Різні джерела міді можуть змінювати склад кишкової мікробіоти і покращувати здоров'я кишківника. Застосування нетрадиційних природних мінеральних добавок у раціонах для відгодівлі молодняку свиней призвело до ефективнішого використання мінеральних речовин у раціонах, що сприяло більш інтенсивному росту тварин та зменшенню кормових витрат на одиницю виробленої продукції [6, 3]. Враховуючи обмежену кількість добавок міді в раціонах свиней, використання хелатованої міді може бути альтернативою для підтримки ефекту стимуляції росту та зменшення виведення у навколишнє середовище. Мінеральна добавка на основі хелатних мікроелементів (міді, цинку, заліза, марганцю), що досліджувалася на молодняку свиней, дала змогу отримати вищі середньодобові прирости з нижчими витратами корму, що сприяло додатковому прибутку. Використання у годівлі комплексів біомікроелементів підсилює процеси метаболізму та стимулює інтенсивність росту молодняку свиней. Комплекси з вмістом міді та кобальту у поєднанні з триптофаном стимулюють на клініко-фізіологічний стан тварин. Використання у годівлі свиней органічної міді та цинку не має стійкого впливу на продуктивність росту. Ці мікроелементи можуть зберігати

свої концентрації в сироватці крові та суттєво зменшувати фекальні виділення цих елементів. Широкий спектр дії хелатних сполук мікроелементів викликає підвищення багатоплідності, вага гнізда, покращення життєздатності поросят, зростання маса свиней, покращення забійного виходу та покращення фізико-хімічних властивостей м'яса [115]. Дослідження Чорного М.В. та ін. [53] вказують на те, що додаткові рівні мікромініралів (міді, заліза та марганцю) не впливають на активність ферментів печінки, проте тривала інтоксикація сполуками міді та цинку призводить до порушення обміну речовин і до незворотних патологічних процесів у печінці. Використання хелатної форми міді з гліцином у проведених нами дослідженнях підтверджують інші дані науковців про стимулювальний вплив мікромінеральної добавки на інтенсивність росту свиней на відгодівлі. Zhao J. et al. [127] досліджували доцільність заміни CuSO_4 на хелатну мідь як стимулятор росту у свиней. Ними встановлено, що свині, яким згодовували хелатну мідь, були у кінці досліду були важчими на 6,0%, вони ефективніше використовували корми та від них отримані важчі туші.

Використання мінеральних добавок, які містять різні форми мікроелементів, підвищує ріст і розвиток молодняка, що надалі підвищує рентабельність виробництва свинини [22]. При цьому ведення вуглекислих та хелатних форм солей до раціону свиней має значно кращі показники. Уведення міді навіть у низьких дозах до раціону свиней сприяє здоровим змінам складу кишкових бактерій та підвищення продуктивності росту [89]. Збагачення раціонів свиней мінеральними добавками природнього походження сприяє кращому збереженню погोलів'я, підвищує мінеральний вміст у продуктах забою, забезпечуючи отримання свинини високої якості. Використання у годівлі мінеральних добавок покращує якість і біологічну цінність м'яса [100, 75, 46]. За введення білково-вітамінно-мінеральної добавки «Мінактивіт» збільшився забійний вихід свиней, і при цьому покращилися фізико-хімічні показники м'язової тканини (водоутримувальна здатність, вміст протеїну), зменшився вихід жиру в туші [45]. Подібні результати отримано за

згодовування добавок LG-MAX і Сел-Плекс у годівлі свиней у період дорощування та відгодівлі, але у даному дослідженні збільшувався вміст жиру у свинині [46].

Метою дослідження було дослідити вплив хелату міді на інтенсивність росту свиней, показники забою та якість свинини. Науково-господарський дослід проведено в умовах фермерського господарства «Плебанівський сад» Вінницької області (2022-2023 рр.) на гібридному молодняку свиней F1 (велика біла × ландрас). Для цього було відібрано 24 голови поросят із середньою початковою живою масою не менше 32 кг, які були розподілені на різні раціони годівлі та вирощувалися до кінцевої живої маси приблизно 110-120 кг. Відібрані гібридні поросята були розділені на 2 групи, по 12 голів. Групи дослідних тварин формувалися методом груп-аналогів, враховуючи при цьому такі фактори, як походження, вік, стать, жива маса. Поросята, що задіяні у дослідженнях, були отримані від свиноматок породи велика біла × ландрас. Під час досліджень, що стосувалися годівлі свиней на відгодівлі, використовувався повнораціонний комбікорм, який відповідав харчовим вимогам для свиней і забезпечував їх усіма поживними речовинами.

При постановці на дослід відбирали поросята у віці 75 діб. На початку досліду свиням давали комбікорм «Гроуер», у другий період відгодівлі – комбікорм «Фінішер». Період згодовування комбікормом «Гроуер» тривав 35 діб, Фінішер – 55 діб. У перший період відгодівлі поросята годували комбікормом ««Гроуер»» до досягнення ними живої маси від 65 кг. До складу комбікорму «Гроуер» входили: кукурудза – 25%, пшениця – 25%, ячмінь – 23%, соняшниковий шрот – 12%, пшеничні висівки – 7%, макуха соєва – 3%, БМВД – 5%. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2173 Ккал, перетравним протеїном – 157 г. У другий період відгодівлі свиней годували комбікормом «Фінішер» до досягнення ними живої ваги 110 кг. До складу даного комбікорму входили: ячмінь – 38 %, пшеницю – 24%, пшеничні висівки – 12%, кукурудза – 9%, соняшниковий шрот – 9%, БМВД – 4%. За поживністю комбікорм забезпечував організм свиней в обмінній енергії на 2051 Ккал,

перетравному протеїні – на 148 г.

Свиням контрольної та дослідної групи згодовували основний раціон. Додатково дослідним свиням другої групи до раціону додавали мінеральну добавку хелатного комплексу міді, який містить 5% міді, 20% гліцину. Досліджувану добавку впоювали свиням разом з водою, із розрахунку 0,3 кг/тонну води. Протягом усього періоду відгодівлі свині мали довільний доступ до корму та води.

Контроль за ростом свиней здійснювали шляхом індивідуального зважування на початку і кінці кожного відгодівельного періоду. За результатами зважування визначали живу масу тварин, середньодобові, абсолютні та відносні прирости живої маси протягом досліду. У дослідах проводився облік спожитих кормів та обрахунок витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини. Ефективність росту оцінювали за показниками середньодобового та відносного приростів живої маси.

З метою оцінювання впливу хелатного комплексу міді на показники забою та якості свинини наприкінці досліду (110-й день) відібрали 4 гол. свиней з кожної групи, яких не годували протягом 12 годин, а потім забили шляхом оглушення електричним струмом (250 В, 0,5 А, протягом 5-6 с.). Довгий м'яз спини та внутрішні органи (печінка, селезінка, нирки, серце) видалляли та зважували на електричних вагах. У м'язовій тканині свиней визначали фізико-хімічні показники найдовшого м'яза спини: рівень початкової вологи – методом висушування проб за температури 60-65 °С; гігроскопічну вологу – шляхом висушування наважки у сушильній шафі за температури 103±2 °С; вміст білка – методом К'ельдаля; вологоутримувальну здатність та ніжність – методом пресування; показники калорійності – математичним розрахунковим методом за даними хімічного складу; кислотність (рН) – потенціометричним методом за допомогою рН-метра; інтенсивність забарвлення – за допомогою фотоелектроколориметра. Якісні показники свинини за мінеральним вмістом визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії на ПРК-1М.

При проведенні досліджень на свинях дотримувалися національних та

міжнародних біотичних положень щодо експериментів на тваринах: Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447-IV від 21.06.2006 р. зі змінами від 04.08.2017 р.; Європейська конвенція про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (ETS № 123, Страсбург, 1986).

Проведені дослідження за додаткового введення хелатного комплексу міді показують позитивний вплив на динаміку росту свиней, показники забою та якість отриманої свинини (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Інтенсивність росту свиней на відгодівлі та оплата кормом приросту за введення до раціону хелатного комплексу міді, $M \pm m$, $n=12$

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Жива маса свиней на початок періоду згодовування комбікорму «Гроуер» (75 діб), кг	32,5 ± 0,9	32,6 ± 0,7
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму «Гроуер» (110 діб), кг	62,6 ± 2,2	66,1 ± 1,5
Абсолютний приріст, кг	30,1 ± 1,1	33,5 ± 0,96*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму «Гроуер», г	860 ± 24	957 ± 22**
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму «Гроуер», %	63,3 ± 1,2	67,9 ± 1,3*
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму фінішера (165 діб), кг	112,5 ± 8,4	119,8 ± 7,9
Абсолютний приріст, кг	49,9 ± 1,0	53,7 ± 1,1*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму фінішера, г	908 ± 17	976 ± 23
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму фінішера, %	57,0 ± 2,1	57,8 ± 1,9*
Середньодобовий приріст живої маси за досліджуваний період відгодівлі	888 ± 19	969 ± 25**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Використання у раціоні свиней на відгодівлі хелатного комплексу міді (друга група) збільшувало їх живу масу на 5,6 % ($p < 0,05$) у 110 діб та на 6,5 % ($p < 0,05$) у 165 діб порівняно з показниками тварин контрольної групи.

Додаткове згодовування хелатного комплексу міді з комбікормом «Гроуер» підвищувало середньодобові прирости у свиней на 11,3% ($p < 0,01$), а в період згодовування комбікорму фінішер – на 7,5% ($p < 0,05$). За весь досліджуваний період відгодівлі тварин середньодобові прирости живої маси були вищими у другій групі на 9,1 % ($p < 0,01$). Це відповідно позитивно вплинуло на показнику відносного приросту живої маси свиней. Додавка сприяла підвищенню даного показника за відгодівельний період на 4,5 п.п.

Фізіологічний стан та рівень продуктивності тварин значною мірою залежить від функціонування травного тракту, ефективного засвоєння корму організмом та перетравності поживних і біологічно активних речовин. Серед факторів, що впливають на перетравність корму, виділяють вид тварин, їх вік, склад кормового раціону, внесення кормової добавки. Використання біологічно активних речовин є важливим для поліпшення перетравності поживних речовин у раціонах та нормалізації мікрофлори шлунково-кишкового тракту. Мідь може впливати на активність травних ферментів у відлучених свиней і зі збільшенням її у раціоні відповідно підвищується вміст у фекаліях.

Кормові добавки можуть впливати на функцію травлення та реакцію слизової у свиней на різних етапах життя [7]. Мідь у раціоні свиней необхідна для росту та оптимального здоров'я відгодівельних свиней. Декілька досліджень показали вплив міді на продуктивність росту, морфологію кишківника та характеристики крові свиней [5, 8, 9]. Додавання до раціону міді покращує продуктивність росту відлучених свиней і свиней на відгодівлі [9]. Однак ці результати відрізняються залежно від джерела міді (органічного чи неорганічного), що використовується в раціоні [8]. Органічні джерела міді мають відносно вищу біодоступність, ніж неорганічні джерела. Мамченко В.Ю. [2] встановив, що додавання до раціону свиноматок 10–15 мл/гол./день металохелатів сприяє кращій перетравності органічної речовини, протеїну та

клітковини. З точки зору охорони навколишнього середовища, забруднення води та ґрунту через надмірне виділення міді у свинарстві викликає занепокоєння у всьому світі [4]. Безперервне застосування свинячого гною з високим вмістом міді, як кормової добавки, може спричинити накопичення у верхній частині ґрунту високої концентрації даного елемента, що призводить до забруднення ґрунту та, як наслідок, флори [6].

Мінеральна добавка міді у свинарстві, зазвичай, використовується як стимулятор росту. Метою наступних досліджень було оцінити продуктивну дію хелатного комплексу міді та його вплив на перетравність поживних та обмін мінеральних речовин у молодняку свиней на відгодівлі.

За результатами балансових досліджень визначали перетравність поживних речовин за даними поживності комбікорму, хімічного аналізу калових мас та сечі. Визначення перетравності поживних речовин кормів, а також обміну речовин у гібридному молодняку свиней було проведено у 6-місячному віці. Фізіологічний досвід був організований на трьох головах із кожної групи тварин за загальноприйнятою зоотехнічною методикою. Під час балансових дослідів кожну тварину утримували в спеціальних індивідуальних станках, обладнаних для збирання переїдів, калу та сечі. Тривалість підготовчого періоду – 4 доби, облікового – 8 діб. У ході фізіологічних дослідів годівлю тварин, облік спожитих кормів, води, відбір калу та сечі проводили від кожної тварини індивідуально. Для проведення лабораторних аналізів, з кожної годівлі відбиралися середні зразки, які зберігалися у скляних банках з притертими кришками. Залишки кормів, що залишалися в кінці дня, зважувалися, відбиралися середні проби, які консервувалися, складалися у банки та закривалися. Зразки калу консервувалися за допомогою толуолу, сечі – тимолу, а переїдів — формаліну. Усі середні проби зберігалися у холодильнику при температурі +4°C до кінця облікового періоду, після чого піддавалися лабораторним дослідженням. Рівень перетравних поживних речовин, баланс азоту та ретенцію мінеральних елементів визначалися шляхом порівняння різниці між надходженням з кормом та виділенням їх з калом та сечею за

загальноприйнятими методиками.

У проведеному дослідженні включення хелатного комплексу міді в раціон молодняка свиней призвело до позитивного впливу на продуктивність росту. Додаткове згодовування досліджуваного препарату сприяло збільшенню живої маси у 165 діб на 6,5 % ($p < 0,05$). За досліджуваний період тварини дослідної групи інтенсивніше росли й мали вищі середньодобові прирости живої маси на 9,1 % ($p < 0,01$).

Аналізуючи отримані дані про перетравність поживних речовин, встановлено, що молодняк свиней дослідної групи за коефіцієнтами перетравності перевищував контрольну групу тварин. Перетравність сухої речовини у тварин контрольної групи становила 76,1%, а у дослідній — перевага була на 3,7 п.п. ($p < 0,05$). Перетравного протеїну у раціоні свиней контрольної групи було 79,5%, у дослідній – на 2,7 п.п. ($p < 0,05$) більше. У контрольній групі перетравність жиру становила 42,7%, клітковини – 32,9% і БЕР – 83,9%, у дослідних свиней дані показники були вищими відповідно на 9,5 п.п. ($p < 0,001$), 5,5 п.п. ($p < 0,01$) і 4,9 п.п. ($p < 0,05$). Таке підвищення перетравності поживних речовин раціону насамперед пов'язано з кращим процесом перетравлення травної системи тварин шляхом впливу хелатного комплексу міді, що забезпечує більш високе засвоєння поживних у кишківнику та їхнє відкладення в організмі тварин.

У метаболізмі тварин велике значення має обмін білків. Біохімічні процеси обміну речовин відбуваються у живих клітинах з участю білків як каталізаторів. Білки містять у середньому 16% азоту, тому азотний баланс може служити показником обміну білків в організмі тварин. Деяка частина азотистих речовин, що поступають разом з кормом, разом з азотовмісними речовинами травних соків та епітелію кишківника, виділяється з калом. Інші азотисті речовини корму проходять різні перетворення або окислення та виділяються з сечею або зберігаються в організмі. Азот, що залишається в організмі, використовується для відновлення втрачених азотистих речовин у травних соках та епітелію кишківника, а також може відкладатися у формі м'яса або іншої форми. Рівень

азоту, що залишається в організмі, та азоту, що виділяється, завжди відповідає вмісту азоту в кормі. Фактичне відкладання Нітрогену в організмі свиней дослідної групи становило 11,9 г, що більше на 7,2%, ніж у контролі. Це свідчить про те, що білковий обмін активується в організмі дослідних тварин. Відповідно засвоєння Нітрогену в дослідних свиней перевищувало контроль на 8,2 п.п. ($p < 0,001$).

Метаболізм мінеральних речовин є необхідним для всіх функцій клітинної активності у живих організмах. Мінеральні речовини виконують важливу роль у всіх фізіологічних процесах організму. Кальцій і фосфор становлять понад 70% загальної кількості мінеральних речовин в організмі тварини, а їх засвоєння залежить від взаємозв'язку між ними. З цією метою вивчався баланс кальцію, фосфору і магнію у досліджуваних тварин. За використання у годівлі свиней хелатного комплексу міді виявлено збільшення відкладання Кальцію і Фосфору в організмі молодняку свиней дослідної групи за однакового надходження цих макроелементів з кормом. В організмі тварин дослідної групи відклалося 11,9 г Кальцію і 8,8 г Фосфору, контрольної групи – відповідно 11,1 г і 7,6 г. Кращий обмін зазначених мікроелементів виявлено у дослідних свиней, яким до раціону додатково вводили хелатний комплекс міді. Так, ретенція Фосфору у дослідній групі становив 40,8%, Кальцію – 43,6%, що вище показників у контролі на 13,9 % ($p < 0,001$) і 8,2% ($p < 0,001$) відповідно. Хелатний комплекс міді сприяв вищому рівню засвоєння свиньми дослідної групи Купруму – 33,6% проти 28,7% у контролі, шляхом біодоступності міді з досліджуваної мінеральної добавки.

Отже, результати проведених досліджень дозволили зробити висновок, що хелатний комплекс міді сприяв кращій біоконверсії макро- та мікроелементів, підвищенню перетравності поживних речовин корму.

Показники забою у свиней обох груп різнилися між собою залежно від раціону годівлі. Використання хелатного комплексу міді у годівлі свиней на відгодівлі збільшувало забійний вихід на 4,5 п.п. ($p < 0,05$) порівняно з тваринами контрольної групи. Свині дослідної групи мали меншу товщину шпиків над 6-7

грудним хребцем на 10,6 % ($p < 0,001$) (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Показники забою свиней за додаткового введення до їх раціону хелатного комплексу міді, $M \pm m$, $n=4$

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Передзабійна маса, кг	111,2 ± 3,8	115,6 ± 3,2
Забійна маса, кг	81,3 ± 2,4	88,4 ± 2,9
Забійний вихід, %	73,1 ± 1,2	76,4 ± 1,1*
Товщина шпику над 6-7 грудним хребцем, мм	32,1 ± 0,9	28,7 ± 0,8***
Внутрішній жир, кг	1,74 ± 0,06	1,61 ± 0,04*
Площа «м'язового вічка», см ²	44,3 ± 0,8	47,1 ± 0,9*
Маса голови, кг	4,2 ± 0,07	4,7 ± 0,03
Маса ніг, г:		
передні	763 ± 24	795 ± 28
задні	804 ± 23	803,5 ± 1,97

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

За показником площі «м'язового вічка» кращі результати отримано у свиней за згодовування хелатного комплексу міді, у яких перевага становила 6,3% ($p < 0,05$). Під впливом мінеральної добавки у другій групі знизилася маса внутрішнього жиру на 7,5% ($p < 0,05$), підвищилася вага передніх ніг на 4,2%/

За проведення досліджень показників забою свиней визначали вплив мінеральної добавки на масу внутрішніх органів. Під впливом досліджуваного препарату збільшуються маса печінки на 12,7% ($p < 0,001$), серця – на 10,0% ($p < 0,01$), легень – на 10,0% ($p < 0,001$). Також прослідковується незначне збільшення маси нирок на 4,4% та зменшення маси селезінки на 4,3% відносно даних у контролі (табл. 1.9).

У загальному від свиней дослідної групи отримано на 9,7 % ($p < 0,01$) більше внутрішніх органів. Згодовування свиням у раціоні хелатного комплексу міді збільшує не тільки загальний забійний вихід, але й також

забійний вихід внутрішніх органів.

Таблиця 1.9

Маса (г) та забійний вихід (%) внутрішніх органів свиней за додаткового введення до їх раціону хелатного комплексу міді, г, $M \pm m$, n=4

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Печінка, г	1832 ± 46	2064 ± 48***
%	1,65 ± 0,08	1,78 ± 0,05
Серце, г	378 ± 17	416 ± 19**
%	0,34 ± 0,02	0,36 ± 0,03
Легені	485 ± 12	542 ± 18***
%	0,44 ± 0,07	0,47 ± 0,06
Нирки	339 ± 37	354 ± 23
%	0,30 ± 0,02	0,31 ± 0,03
Селезінка	188 ± 34	161 ± 27
%	0,17 ± 0,01	0,14 ± 0,02
Маса внутрішніх органів, г	3226 ± 47	3539 ± 93**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Корекція раціонів мікроелементом збільшує вихід печінки та серця на 7,8 п.п. та 5,9 п.п., легень – на 6,8 п.п. Прослідковується незначне підвищення виходу нирок на 3,3 п.п., а також зниження виходу селезінки на 17,6 п.п. порівняно з даними у контролі.

Важливими показниками при відгодівлі свиней є м'ясні якості, зокрема, хімічний склад, калорійність, мрамуровість та ніжність м'яса. Поживна цінність м'яса залежить від кількісного співвідношення вологи, білка, жиру, мінеральних елементів та показників свинини. Використання хелатного комплексу міді у годівлі свиней дещо підвищує рівень сухої речовини у м'ясі другої групи. У зразках м'яса даної групи збільшується вміст білка та зольний залишок відповідно на 3,9 п.п. та 12,1 п.п. ($p < 0,001$). В той самий час, помічається зниження вмісту жиру у м'ясі свиней, яких годували досліджуваним мінеральним препаратом, на 10,0 п.п. ($p < 0,01$) (табл. 1.10).

Таблиця 1.10

**Хімічний склад м'яса свиней за додаткового введення до їх раціону
хелатного комплексу міді, % (M± m, n=4)**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Суша речовина	91,6 ± 2,4	92,3 ± 2,7
Білок	64,8 ± 2,6	67,3 ± 2,4
Жир	22,8 ± 0,7	20,5 ± 0,9
Зола	3,3 ± 0,1	3,7 ± 0,1***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Вологоутримувальні властивості м'яса впливають на його технологічні характеристики, а саме, на соковитість, ніжність. При зберіганні свинини зазначені показники змінюються залежно від терміну зберігання та фактору годівлі свиней. Вологомісткість є значущою характеристикою м'яса і визначається кількістю зв'язаної води в ньому. Чим більше зв'язаної води міститься в м'ясі, тим вищі будуть його технологічні властивості. Дія хелатного комплексу міді призводить до збільшення зв'язаної води в м'язах свиней, що свідчить про підвищення соковитості м'язових волокон. При застосуванні хелатного комплексу міді не виявлено змін у показниках кислотності, інтенсивності забарвлення та ніжності м'яса свиней порівняно з контрольним зразком. Мармуровість вказує на співвідношення м'язової та жирової тканини і є важливим показником, який впливає на смак та рівень внутрішньом'язового жиру у свинині. Встановлено, що згодовування мінеральної добавки хелатного комплексу міді призвело до незначного збільшення вмісту загальної та зв'язаної води у м'ясі свиней після добової витримки. Досліджувана мінеральна добавка не мала впливу на величину активної кислотності рН м'яса (табл. 1.11).

Наявність жирової тканини надає свинині ніжність і підвищення калорійності. Однак, велика кількість жиру в м'ясі призводить до зниження рівня білка, що своєю чергою зменшує його харчову цінність.

Таблиця 1.11

Показники якості свинини після витримки за додаткового введення до їх раціону хелатного комплексу міді, $M \pm m$, $n=4$

Показник	Добова витримка		30-добова витримка	
	Група			
	контрольна (MD)	дослідна (CC)	контрольна (MD)	дослідна (CC)
Загальна волога, %	74,8 ± 2,1	75,1 ± 2,4	74,3 ± 1,8	74,9 ± 1,7
в т.ч. зв'язана, %	42,5 ± 0,9	43,4 ± 0,9	42,1 ± 0,8	43,3 ± 0,6
pH	5,6 ± 0,2	5,6 ± 0,2	5,4 ± 0,2	5,4 ± 0,2
Інтенсивність забарвлення, E ⁻¹⁰⁰	14,6 ± 0,18	15,1 ± 0,13	11,7 ± 0,4	11,3 ± 0,5
Ніжність, см ² /г	287 ± 12	328 ± 13*	238 ± 14	282 ± 11*
Мармуровість	11,8 ± 0,2	10,1 ± 0,4***	9,6 ± 0,2	8,2 ± 0,3***
Калорійність, кДж	4818 ± 43	4727 ± 39*	4442 ± 32	4193 ± 64***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

За дії хелатного комплексу міді відзначається підвищення ніжності м'яса на 14,3% ($p < 0,05$) та зниження рівня мармуровості – на 14,4% ($p < 0,001$) порівняно з відповідними показниками у контролі. За результатами обрахунку виявлено, що зниження вмісту жиру у м'ясі свиней дослідної групи вплинуло на зменшення його калорійності на 1,9%.

Тривале зберігання свинини у замороженому стані протягом 30 діб внесло деякі зміни у показниках його якості. У ньому зменшився рівень загальної та зв'язаної вологи. Також за 30-добової витримки замороженої свинини відбулося зниження у ній показника інтенсивності забарвлення у контрольній групі на 19,8%, дослідній – на 25,1%, мармуровості – на 18,6% та 18,8% відповідно. Також тривале зберігання свинини внесло зміни й у калорійності м'яса, зменшився даний показник у контролі на 7,8%, дослідній групі – на 11,3%. Дещо кращі показники отримано у дослідній групі, де свиням до раціону вводили хелатний комплекс міді. За інтенсивністю забарвлення у

зразках даної групи порівняно зі свининою тварин, яких годували основним раціоном, зниження було на 21,2 п.п., мрамуровістю – майже на одному рівні. Хелатний комплекс міді вніс зміни також у калорійності свинини. Калорійнішу свинину отримано у контрольній групі тварин.

Аналізуючи хімічний склад свинини, виявлено зміни у відібраних зразках залежно від раціону годівлі свиней (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Мікроелементний склад м'язів свиней за додаткового введення до раціону тварин хелатного комплексу міді (M± m, n=4)

Показник	Група	
	контрольна (MD)	дослідна (CC)
Цинк, мг/кг	138,7 ± 2,3	149,4 ± 2,6***
Марганець, мг/кг	0,83 ± 0,01	0,94 ± 0,02***
Мідь, мг/кг	7,78 ± 0,11	9,23 ± 0,12***
Кобальт, мг/кг	2,02 ± 0,11	2,48 ± 0,14**
Залізо, мг/кг	72,5 ± 1,4	78,6 ± 1,5**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Додаткове введення до раціону тварин хелатного комплексу міді призвело до збільшення вмісту у м'язах свиней цинку на 7,7% (p<0,001), марганцю – на 13,2% (p<0,001), міді – на 18,6% (p<0,001), кобальту – на 22,8% (p<0,01) і заліза – на 8,4% (p<0,001)/

Таким чином, якіснішу свинину за вмістом мікроелементів (цинку, міді, марганцю та кобальту) виявлено у групі свиней, яким додатково до раціону вводили хелатний комплекс міді.

1.4. Зміна динаміки росту та розвитку свиней, відгодівельні показники за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан

Максимальну м'ясну продуктивність має лише молодняк високого генетичного потенціалу, який реалізується лише в умовах високоповноцінної

годівлі й належного утримання. Для м'ясної відгодівлі найбільш придатні свині м'ясних і універсальних порід вітчизняної й закордонної селекції (велика, біла, полтавська м'ясна, естонська беконна, ландрас). Відгодівля помісних свиней, одержаних внаслідок схрещування тварин двох заводських порід, при умові їх повноцінної годівлі дає ще кращі результати, ніж відгодівля чистопородних вигідних порід [32]. Живої маси у 100 кг помісні свині досягають на 10-15 днів раніше і на 1 кг приросту витрачають на 0,4-0,6 корм. од. менше, ніж чистопорідні тварини вихідних порід. Ще більший ефект гетерозису дає міжлінійна гібридизація – схрещування тварин добре відселекційованих ліній [37, 39].

Організація інтенсивної відгодівлі базується на вмілому використанні вікової біологічної закономірності росту молодняку свиней. Суть її полягає в нерівномірному росту і розвитку м'язової й жирової тканини.

Мета роботи полягає у вивченні впливу білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан на ріст, розвиток свиней та показники забою.

Для проведення досліджень відгодівельних якостей молодняку свиней були сформовані дві групи тварин. У кожену групу методом груп-аналогів відібрали по 10 голів свиней. Перша контрольна група споживала основний раціон, збалансований за усіма поживними речовинами, друга дослідна – до складу раціону додатково вводили білково-вітамінно-мінеральний премікс Біотан, із розрахунку 15 г на голову на добу. Дослідний період тривав з 60 по 160 день.

Концентрат містить макро- та мікроелементи, вітаміни, ендо- та екзогенні амінокислоти, необхідні для нормального функціонування організму. Склад білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан: кислота аспарагінова – 4,38 г, кальцій – 238,00 г, кислота глютамінова – 6,74 г, фосфор – 85,00 г, треонін – 2,12 мг, магній – 17,33 г, серин – 2,05 мг, залізо – 0,80 г, пролін – 0,93 мг, мідь – 0,20 г, гліцин – 2,09 мг, кобальт – 0,05 г, аланін – 2,94 мг, цинк – 2,40 г, цистин – 0,34 мг, марганець – 0,95 г, триптофан – 0,45 мг, вітамін А – 0,04 мг, валін – 2,48 мг, вітамін Е – 0,63 мг, ізолейцин — 2,302,30 мг, вітамін В₁ – 0,70 мг,

лейцин – 3,35 мг, вітамін В₂ – 3,48 мг, тирозин – 1,44 мг, вітамін В₆ – 1,40 мг, фенілаланін – 1,8 мг, вітамін В₁₂ – 0,004 мг, гістидин – 1,20 мг, вітамін РР – 47,16 мг, аргінін – 2,68 мг, лізин – 3,74 мг, метіонін – 0,90 мг.

Динаміку живої маси свиней різних генеалогічних поєднань розраховували через абсолютний, середньодобовий і відносний прирости за формулами:

абсолютного приросту: $AP = W1 - W0$,

де W1 – маса тварини на кінець періоду; W0 – маса тварини на початок періоду;

середньодобового приросту: $W1 - W0 / t$,

де W1 – маса тварини на кінець періоду; W0 – маса тварини на початок періоду; t – тривалість періоду, днів;

відносного приросту: $BP = 100 \times (W_k - W_p) / W_p$,

W_к – початкова жива маса, кг; W_п – кінцева жива маса, %

Для вивчення особливостей тілобудови тварин були взяті такі проміри: довжина тулуба, обхват грудей за лопатками, обхват п'ястка, висота в холці, глибина грудей, ширина грудей за лопатками, з точністю до 1 см.

У молодняку свиней були визначені показники відгодівельних якостей:

- витрати корму на 1 кг приросту живої маси, кг — шляхом обліку видачі й споживання корму тваринами;

- скороспілість (вік досягнення живої маси 100 кг), днів.

На підставі взятих промірів розраховували індекси будови тіла:

– індекс розтягнутості = (довжина тулуба / висота в холці)*100;

– індекс компактності = (обхват грудей за лопатками / довжина тулуба)*100;

– індекс масивності = (обхват грудей за лопатками / висота в холці)*100;

– індекс широкогрудості = (ширина грудей за лопатками / глибина грудей)*100;

– індекс костистості = (обхват п'ястка / висота в холці)*100.

В кінці періоду вирощування був проведений контрольний забій молодняку свиней з наступним визначенням забійних, м'ясних якостей.

Забійні якості свиней вивчені за наступними показниками:

- передзабійна жива маса, кг – визначали зважуванням тварин після голодної витримки протягом 12 годин;

- забійна маса туші, кг – маса туші зі шкірою, без голови, ніг, відділених по зап'ястному і скакальних суглобах і внутрішніх органів;

- забійний вихід, % – відношення забійної маси до передзабійної, виражене у відсотках.

Найвагомішим показником росту тварин є їхня жива маса в різні періоди онтогенезу. Рівень живої маси певною мірою характеризує відгодівельні показники свиней. У цьому аспекті велике значення має порівняння динаміки живої маси піддослідних тварин.

У проведених досліджень використовували трипорідний гібридний молодняк свиней (велика біла х ландрас х п'єтрен).

Динаміка живої маси піддослідних свиней у різні вікові періоди представлена у таблиці 1.13.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що протягом усього періоду відгодівлі найбільшою швидкістю росту характеризувався молодняк дослідної групи, який отримував білково-вітамінно-мінеральний премікс Біотан. На початку дослідного періоду у 60 днів жива маса поросят була майже на одному рівні 23,5-23,6 кг.

Таблиця 13

Динаміка зміни живої маси свиней за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, кг ($M \pm m$, $n=10$)

Віковий період, днів	Група	
	контрольна	дослідна
60	23,5±0,1	23,6±0,1
90	42,2±0,3	44,9±0,2
120	67,9±0,4	74,8±0,5
160	102,3±0,6	114,8±0,7

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У 90-денному віці жива маса у дослідній групі вища на 6,3%, 120-

денному – на 10,2% порівняно з контрольною групою. До кінця дослідного періоду різниця між масою тварин контрольної та дослідної груп склала 12,5 кг, або 12,2%.

Проведеними дослідженнями встановлено зміни абсолютних величин маси піддослідного молодняку свиней. Тварини порівнюваних груп характеризувались гарною енергією росту (табл. 1.14).

Таблиця 1.14

Показники абсолютного приросту живої маси свиней, кг ($M \pm m$, $n=10$)

Віковий період, днів	Група	
	контрольна	дослідна
61-90	18,7±0,2	21,3±0,1
91-120	25,7±0,2	29,9±0,3
121-160	34,4±0,3	40,0±0,3
61-160	78,8±0,4	91,2±0,5

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Абсолютний приріст живої маси тварин дослідної групи виявився вищим, ніж у контрольній на 2,6 кг (13,9%) за віковий період 61-90 діб, з 91 по 120 добу – на 4,2 кг (16,3%) і зі 121 по 160 добу – на 5,6 кг (16,2%). За дослідний період абсолютний приріст живої маси склав у дослідній групі 91,2 кг, що більше за аналогічний показник контрольної групи на 12,4 кг (на 15,7%).

Встановлена закономірність підтвердилася і за результатами оцінки інтенсивності росту за показниками середньодобових приростів молодняку свиней (табл. 1.15).

Молодняк свиней дослідної групи з 61 по 90 добу інтенсивніше набирали живу вагу на 9,6%, 91-120 добу – на 13,0%, 121-160 добу – на 16,0%. Середньодобовий приріст був вищим у молодняку свиней дослідної групи протягом дослідного періоду і склав до кінця відгодівлі 912,0 г, що на 124,0 г (на 15,7%) вище за дані контрольної групи.

Таблиця 1.15

Зміна середньодобових приростів живої маси свиней за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, г (M± m, n=10)

Віковий період, днів	Група	
	контрольна	Дослідна
61-90	626,7±4,79	687,1±5,07
91-120	853,3±6,03	964,5±6,23
121-160	860,6±5,17	998,0±7,1
61-160	788,0±5,19	912,0±7,64

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У процесі досліджень ми розрахували відносну швидкість росту піддослідних тварин (табл. 1.16).

Таблиця 1.16

Відносна швидкість росту свиней за згодовування білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, % (M± m, n=10)

Віковий період, днів	Група	
	контрольна	дослідна
61-90	79,6±3,6	84,2±6,8
91-120	60,9±4,2	58,0±3,3
121-160	45,9±3,8	53,5±4,1
61-160	77,0±5,7	79,4±4,9

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Було встановлено, що показники коефіцієнта росту протягом досліду були більшими у молодняку свиней дослідної групи щодо контролю. Так, у віковий період з 61 по 90 добу інтенсивність росту була вища у свиней дослідної групи на 5,8 п.п., з 91 доби по 120 добу – знизилася на 4,7 п.п., а в наступний період відгодівлі знову підвищилася на 3,1 п.п. За період відгодівлі відносна швидкість росту тварин дослідної групи перевищувала контроль на 3,1 п.п.

Таким чином, використання в раціонах молодняку свиней на відгодівлі

білково-вітамінно-мінеральної преміксу Біотан позитивно впливало на інтенсивність росту тварин.

Визначення лінійних промірів є важливим елементом оцінки екстер'єру тварин, зокрема свиней. Цей метод дозволяє отримати числові значення, які відображають різні аспекти тілобудови тварини. Це може бути корисно для визначення стандартів породи, визначення якостей тварин або для вибору тварин для подальшого розведення. Основні лінійні проміри, які можуть використовуватися для оцінки свиней, включають:

- довжина тіла – дозволяє оцінити загальну довжину тіла тварини.
- довжина тулуба – дає інформацію про довжину тулуба.
- глибина тіла – дає уявлення про об'єм тіла тварини.
- висота в холці – важливий параметр для визначення розмірів тіла.
- обхват грудей – може вказувати на м'язистість і об'єм тіла.

Використання лінійних промірів допомагає зробити об'єктивні порівняння між тваринами та допомагає в роботі з відбором та поліпшенням породи. У комбінації з іншими параметрами, такими як жива маса, раціон годівлі та загальний стан здоров'я, ці лінійні проміри допомагають визначити ефективність росту та розвитку тварини.

Провівши аналіз таблиці 1.17 можна зробити висновок, що свині дослідної групи, що піддавалися біологічному впливу кормової добавки «Біотан» в період дорощування, відрізнялися більшою довжиною тулуба на 4,4%, обхватом грудей – на 5,6%, висотою в холці – на 18,2%, глибиною грудей – на 4,1%.

Отже, підсвинки, яких годували на раціонах з білково-вітамінно-мінеральним преміксом Біотан, за більшістю промірів переважали свої аналоги контрольної групи, за винятком ширини грудей та глибина окорока, які були менші на 4,3 % та 2,2%.

Спостереження щодо вивчення індексів тілобудови молодняка свиней при використанні у годівлі різних кормових добавок важливе для розвитку свинарства.

Таблиця 1.17

Проміри тулуба молодняку свиней віком 6 місяців за згодовування білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, см ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Довжина тулуба	109,0±2,18	113,8±3,27
Обхват грудей	98,3±3,07	103,8±3,19
Обхват п'ястка	14,8±0,13	15,1±0,28
Висота в холці	51,5±2,27	60,9±2,44
Глибина грудей	27,0±0,78	28,1±0,86
Ширина грудей	35,0±0,41	33,5±0,29
Ширина окорока	31,5±1,06	30,8±0,41
Глибина окорока	38,0±1,32	38,3±0,36

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Аналіз і порівняння таких параметрів може виявити певні відмінності в тілобудові тварин за впливу кормового фактора, що впливає на їхню продуктивність. Додатково до лінійних промірів, індекси тілобудови можуть надати більш повне уявлення про гармонійність будови організму тварин. Підсвинки, яких годували раціонами з вмістом білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, мають відмінності від аналогів тварин контрольної групи. Це важливо при виборі тварин для подальшого розведення, оскільки певні риси тілобудови можуть впливати на продуктивність, якість м'яса та інші аспекти. Зокрема, тенденція до вищої розтягнутості може вказувати на певні характеристики м'язів, які можуть бути важливими для певних цільових властивостей. Масивність та компактність також можуть відігравати роль у продуктивності та адаптації до конкретних умов утримання. Загальне використання індексів тілобудови може полегшити вибір тварин для подальшого розведення і сприяти досягненню високих продуктивних результатів.

У результаті вивчення індексів тілобудови молодняку свиней при

використанні білково-вітамінно-мінерального премікса Біотан встановлено, що підсвинки дослідної групи мають деякі відмінності особливостей тілобудови порівняно з аналогами контрольної групи (табл. 1.18).

Таблиця 1.18

Індекси тілобудови молодняку свиней у віці 6 місяців, % ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Довгоногості	47,5±2,42	53,3±6,46
Розтягнутості	211,7±1,30	189,9±22,15
Компактності	90,1±3,05	91,3±3,22
Розвитку грудей	130,0±3,86	119,1±1,72*
Масивності	190,0±6,51	172,2±9,17
Костистості	28,6±0,36	25,3±1,72
Широкогрудості	78,1±2,13	75,5±0,94
Розвитку окорока	120,6±0,26	126,2±2,21

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Свині другої дослідної групи виявилися більш довгоногими, з кращим розвитком грудей, з перевагою над аналогами контролю на 14,5% та 3,4% відповідно, що також вказує на гарний розвиток тулуба. Свині дослідної групи у віці шести місяців були більш збитими на 1,3%, менш костистими на 11,5%, з кращим розвитком окорока на 5,6% на відміну від аналогів контролю, що є позитивним фактором, оскільки це свідчить про високий вихід цінних м'ясних частин з туш.

Таким чином, згодовування білково-вітамінно-мінеральної добавки позитивно вплинуло на розвиток тулуба свиней дослідної групи у порівнянні з тваринами контролю.

До числа ознак, які значною мірою визначають рентабельність свинарства, відносяться витрати корму на одиницю продукції, відгодівельні та м'ясні якості свиней. За результатами отриманих даних встановлено, що підсвинки, які вирощувалися на раціонах з білково-вітамінно-мінеральним

преміксом, мали дещо вищі відгодівельні показники, зокрема, середньодобові прирости більші на 25 г, а витрати корму на одиницю приросту нижчі на 0,03 корм. од. (табл. 1.19).

Таблиця 1.19

Відгодівельні якості молодняку свиней ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Вік досягнення живої маси 100 кг, днів	158	150
Середньодобовий приріст, г	700	725
Витрати корму на 1 кг приросту, корм. од.	2,73	2,70

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Практика свинарства підтверджує, що значний вплив на якість туш надає порода тварин. Свині, що належать до різних порід, істотно різняться між собою за вмістом в тушах м'яса і сала та виходу найбільш цінних у товарному відношенні частин туш.

Остаточну оцінку м'ясної продуктивності встановлюють після забою тварини на підставі обліку кількісних і якісних показників туші, які поділені на забійні і м'ясні якості. Продуктивність свиней визначають кількістю одержуваної від них продукції. Вивчення м'ясної продуктивності тварин, що відгодовуються при використанні в їх раціонах кормових добавок представляє науковий і практичний інтерес.

Після закінчення досліду проведено контрольний забій свиней з кожної групи по 3 голови. Отримані дані контрольного забою представлені таблиці 1.20.

Результати досліджень показали, що забійна маса свиней дослідної групи була вищою, ніж контрольної – на 6,2%, маса парної туші – на 6,1%. Вищий забійний вихід виявився у тварин дослідної групи, який склав 68,9%, що на 6,2 п.п. вище контролю, а вихід парної туші – на 3,6%.

Таблиця 1.20

Результати контрольного забою піддослідних свиней ($M \pm m$, $n=4$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Передзабійна маса, кг	101,8 \pm 6,8	104,3 \pm 0,9
Забійна маса, кг	67,6 \pm 3,7	71,8 \pm 2,5
Маса туші, кг	66,4 \pm 3,7	68,9 \pm 0,4
Маса внутрішнього жиру, кг	1,6 \pm 0,07	1,4 \pm 0,01
Забійний вихід, %	64,9 \pm 0,32	68,9 \pm 1,3
Вихід туші, %	63,8 \pm 1,0	66,1 \pm 0,9
Товщина шпику на рівні 6-7 грудних хребців, мм	25,5 \pm 0,4	24,1 \pm 0,3
Площа «м'язового вічка», см ²	29,2 \pm 0,02	31,1 \pm 0,04

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Товщина шпику завдяки простоті вимірювання широко використовується у свинарстві для оцінки м'ясності туш. У проведеному досліді різниця по товщині шпику у тварин порівнюваних груп склала 1,4 мм, що менше у дослідній групі на 5,5%.

Хоча площа «м'язового вічка» менше, ніж товщина шпику, відображає зміну складу туші, все ж таки цей показник поряд з товщиною шпику служить найважливішим показником при визначенні м'ясності туш. Площа «м'язового вічка» у дослідній групі виявилася більшою, ніж у контролі на 6,5% і склала 31,1 см².

Контрольний забій тварин дозволяє встановити особливості розвитку основних тканин організму. На співвідношення тканин у м'ясі впливають вид, порода, вік, вгодованість, характер відгодівлі тощо. За результатами обвалки туш свиней піддослідних груп встановлено абсолютну та відносну кількість основних тканин їх організму (табл. 1.21).

За результатами досліджень встановлено, що молодняк свиней дослідної групи, що отримував у складі раціону білково-вітамінно-мінеральний премікс,

перевершував аналоги з контрольної групи за масою охолодженої туші на 6,1%, масою м'яса – на 9,5%.

Таблиця 1.21

Морфологічний склад туш свиней за згодовування раціонів з білково-вітамінно-мінеральним преміксом Біотан ($M \pm m$, $n=4$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Маса охолодженої туші, кг	63,6±0,37	67,5±0,33
Маса м'яса, кг	35,8±0,19	39,2±0,25
Вихід м'яса, %	56,3±0,17	58,1±0,18
Маса сала, кг	20,0±0,08	20,5±0,04
Вихід сала, %	31,5±0,11	30,3±0,09
Маса кісток, кг	7,3±0,05	7,7±0,07
Вихід кісток, %	11,5±0,14	10,9±0,31
Індекс м'ясності	4,92	5,11

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Вихід м'яса у дослідній групі склав 58,1%, що вище контролю на 3,2 п.п. Вихід сала у дослідній групі менший на 3,8 п.п. Також менше отримано кісток відносно маси тушки у дослідній групі на 5,2 п.п. Тушки молодняка свиней, яким згодовували Біотан, мали вищий індекс м'ясності на 3,9%.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що біологічно активні речовини, що входять до складу білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан у раціонах молодняка свиней на відгодівлі активізували обмінні процеси в організмі, що дозволило підвищити приріст їхньої живої маси, покращити морфологічний склад туш та м'ясні якості.

РОЗДІЛ 2

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ ПТИЦІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

2.1. Роль мінерального живлення птиці

Птахівництво в Україні – одна з ключових галузей тваринництва, яка забезпечує людство дієтичними та висококалорійними харчовими продуктами, зокрема м'ясом та яйцями. Виробництво максимальної кількості конкурентоспроможної продукції високої якості можливе лише за умов, які враховують біологічні особливості птиці, її фізіологічний стан, напрям продуктивності та вплив на неї зовнішніх чинників. Водночас птиця нових високопродуктивних кросів та ліній, яка сьогодні використовується у промисловому птахівництві, відрізняється потребою в поживних та біологічно активних речовинах, інтенсивністю обмінних процесів, швидкістю росту та статевого дозрівання. Ефективність підвищення продуктивності сільськогосподарської птиці залежить, від того наскільки технології виробництва дають змогу реалізувати її генетичний потенціал. Головним фактором реалізації генетичного потенціалу птиці є згодовування повноцінних комбікормів та білково-вітамінних добавок. Серед біологічно активних речовин перевага повинна віддаватися добавкам природного походження, в тому числі мінеральним [40, 55, 56, 109]. Така птиця є особливо чутливою до негативного впливу технологічних та стресових чинників, що призводять до певних відхилень обміну речовин і фізіологічних функцій і, як наслідок – зниження її продуктивності та якості продукції.

Повноцінна годівля птиці як основа її високої продуктивності здійснюється шляхом раціонального підбору окремих кормів, кормових добавок і біологічно активних речовин, а також балансування раціонів відповідно до потреб птиці різного напрямку продуктивності.

У постембріональний період у молодняку збільшується відсотковий уміст більшості мінеральних елементів у тілі, підвищується мінералізація

кісток кістяка за одночасного уповільнення інтенсивності метаболічних процесів у кістковій тканині. Водночас упродовж росту й розвитку птиці зростає споживання макро- і мікроелементів на одиницю приросту за зниження рівня відкладення їх в організмі – стабілізуються показники мінерального складу крові. Перелічені параметри обміну піддаються особливо різким змінам у перший місяць життя й стабілізуються приблизно до 3–4-місячного віку, тоді в основному закінчуються ріст і мінералізація кістяка й настає статеве дозрівання.

Більшість поживних речовин (мінерали, амінокислоти, вітаміни, мікроелементи) є «незамінними», тобто такими, що мають бути в раціоні птиці обов'язково. Щодо органічних речовин, то вони належать до «напівнезамінних», оскільки багато вітамінів й амінокислот можуть бути синтезовані мікроорганізмами, що живуть у шлунково-кишковому тракті. Щодо мінералів і мікроелементів, то ці елементи не утворюються в організмі, у зв'язку із цим птиця повинна отримувати їх із кормами й частково з водою та повітрям [21, 30].

Враховуючи високу інтенсивність росту птиці м'ясного напрямку продуктивності, поряд із забезпеченням повноцінного протеїнового живлення слід особливу увагу приділяти мінеральному.

Макро- та мікроелементи, поряд із білками, жирами та вуглеводами відіграють важливу роль у метаболічних процесах, які здійснюються в організмі тварин на клітинному рівні. Вони підтримують гомеостаз міжклітинної рідини та фізико-хімічний стан білків. Забезпечують необхідну кислотно-лужну рівновагу та підтримують осмотичний тиск між кров'ю і позаклітинною рідиною. Відсутність або дефіцит окремих біоелементів, порушення їх фізіологічно обґрунтованого співвідношення в кормах призводить до порушень метаболічних процесів, зниження продуктивності, зростання захворюваності та є причиною передчасного вибракування птиці. Оптимальний перебіг біохімічних процесів в організмі обумовлюється кількісним рівнем та якісним співвідношенням макро- та мікроелементів.

Низький або високий рівень будь-якого хімічного елемента в організмі впливає на метаболізм інших мінеральних речовин. Порушення обміну одного мікроелемента викликає розлади метаболізму інших мінеральних речовин [35].

Кальцій бере участь у процесах утворення кістяка, шкаралупи яєць, згортання крові, активації ферментів, передачі збудження нервової системи та стабілізації проникності клітинних мембран. Засвоюється кальцій несучками в середньому на 50–55%, молодняком птиці на 25–30%. При високій інтенсивності несучості засвоювання кальцію підвищується до 70–75%. З другої половини продуктивного періоду його засвоєння знижується до 35%. З кожним яйцем з організму курки виділяється приблизно 2,1–2,2 г кальцію. Кальцій функціонально пов'язаний з вітаміном D і симптоми нестачі або надлишку їх в організмі птиці надто схожі, що треба враховувати при диференційній діагностиці.

Нестача кальцію негативно впливає на ріст молодняку та продуктивність несучок, при цьому потоншується шкаралупа яєць, можливе виникнення остеопорозу, погіршується заплідненість яєць та виведення молодняку. Характерними ознаками дефіциту кальцію у молодняку птиці є слабкість кінцівок, розм'якшування дзьоба, збільшення суглобів гомілки, кульгавість. Спостерігається вищипування та поїдання пір'я, а також канібалізм і роздзьобування яєць. За надлишку кальцію суттєво зменшується поїдання корму, знижується перетравність жиру, доступність марганцю, цинку, магнію, порушується обмін фосфору. Для профілактики нестачі або надлишку кальцію в годівлі птиці необхідно, перш за все, забезпечувати необхідний вміст кальцію, згідно з нормами для різних видів і вікових груп птиці [17, 21].

Для поповнення вмісту кальцію в комбікормах для птиці використовуються крейда, черепашки, вапняки тощо.

Фосфор займає центральне місце в обміні речовин і енергії в організмі птиці.

Нестача фосфору може викликати зниження апетиту, що негативно впливає на продуктивність птиці. У цьому разі у несучок порушується обмін

кальцію з характерними ознаками: потоншення шкаралупи, остеомалія, остеопороз. Але нестача фосфору в годівлі птиці у виробничих умовах маловірогідна, оскільки він міститься в основних кормах (зернові, шроти, висівки, корми тваринного походження, мінеральні корми). Надлишок фосфору знижує засвоєння кальцію та зумовлює надмірне відкладання його в нирках, гальмує ріст молодняку, погіршує якість шкаралупи яєць.

Фосфор із мінеральних добавок і кормів тваринного походження засвоюється на 60–80%. З рослинних кормів, де фосфор знаходиться у складі фітату він засвоюється дорослою птицею на 50%, а молодняком – на 30%. Основними джерелами доступного для птиці фосфору є корми тваринного походження (кісткове, м'ясо-кісткове борошно) та знефторені фосфати (монокальційфосфат, дикальційфосфат, трикальційфосфат), в яких містяться як фосфор, так і кальцій [21, 38].

Натрій є складовою частиною буферних систем, що підтримують кислотно-лужну рівновагу в організмі, регулює обмін води, оптимізує середовище для дії ферментів. Натрій – антагоніст кальцію, він збільшує проникність клітинних мембран. Дефіцит натрію спостерігається, як правило, у комбікормах (раціонах) з низьким вмістом кормів тваринного походження. При цьому погіршується апетит, знижується перетравність поживних речовин, порушується обмін кальцію, фосфору. У результаті чого знижується ріст молодняку і продуктивність дорослої птиці, збільшуються витрати кормів на одиницю продукції. Нестача натрію сприяє виникненню у птиці канібалізму. Птиця дуже чутлива до підвищеного вмісту натрію в раціоні. Надлишок його не тільки знижує продуктивність, а може стати й причиною тяжкого отруєння, а то й загибелі птиці, особливо молодняку. Для поповнення натрію в комбікорми (раціони) вводять кухонну сіль.

Мікроелементи – Купрум, Ферум, Кобальт, Йод, Селен і Манган знаходяться в організмі в невеликих кількостях, проте відіграють надзвичайно важливу роль. Основна функція мікроелементів полягає в підтриманні активності ензимів та в забезпеченні дії вітамінів і гормонів. Вони підтримують

необхідний гомеостаз міжклітинної рідини та фізико-хімічний стан білків, забезпечують кислотно-лужну рівновагу та осмотичний тиск.

Мікроелементи відіграють важливу роль в забезпеченні необхідної активності гормонів. Цинк необхідний для прояву активності інсуліну, а Йод є складовою частиною тироксину. Існує тісний взаємозв'язок мікроелементів з вітамінами. Біологічна активність вітаміну B_{12} проявляється внаслідок кобаламіну – кобальтовмісної частини вітаміну. За наявності Мангану синтезується вітамін С, а біологічну дію вітаміну Е забезпечує Селен. Мікроелементи забезпечують також обмін нуклеїнових кислот. Катіони Феруму, Купруму, Цинку та Кобальту беруть участь в синтез нуклеопротейдів та нуклеотидів. Входячи до складу поліпептидного ланцюга, вони забезпечують необхідну просторову конфігурацію біополімерів, підтримують вторинні та третинні структури молекули пептидів. Без Феруму неможливе перетворення фенілаланіну в тирозин, а без Магнію не відбувається синтез серину з гліцину. Кожен мікроелемент бере участь у відповідних біохімічних реакціях, а в багатьох з них – кілька елементів одночасно. Синтез гемоглобіну відбувається за участі Купруму та Кобальту. У метаболічних процесах мікроелементи можуть знаходитись у синергійних співвідношеннях (Ферум та Купрум, Кобальт та Цинк) або в антагоністичних (Купрум та Цинк, Кобальт та Йод). За високого рівня Купруму в тканинах організму знижуються запаси Цинку в печінці, а інтенсивність утилізації Феруму в процесах кровотворення залежить від рівня Купруму в крові. Якщо в кормах раціону та в питній воді багато Кальцію, послаблюється всмоктування Купруму в кишківнику [21, 35].

Наявність синергізму та антагонізму між окремими макро- та мікроелементами необхідно враховувати при застосуванні комплексних препаратів з метою лікування тварин за патологічних станів організму. Ферум є носієм Оксигену, входячи до складу ензимів каталази та пероксидази. Він є головним «організатором» транспорту Оксигену до всіх тканин організму. У крові та інших системних рідинах Ферум транспортується білками трансферинами та відіграє істотну роль в утворенні та важливих функціях

залізо сіркових ензимів, які беруть участь у дихальному циклі скелетних м'язових клітин (міоглобін).

За дефіциту Цинку характерними є розвиток шкірних захворювань, дерматити, екземи. Клінічно даний гіпоелементоз проявляється пригніченням центральної нервової системи, відсутністю апетиту, проносами, затримкою росту, погіршенням зору, дефектами кінцівок. Цей процес супроводжується пригніченням утворення антитіл, зниженням числа лімфоцитів, які циркулюють в крові. Цинк бере участь у вуглеводному, білковому і ліпідному обміні, відповідає за повноцінний синтез нуклеїнових кислот. Його нестача в організмі призводить до уповільнення росту і загального розвитку, пізнього статевого дозрівання. За браку Цинку порушується нормальний процес регенерації [35].

Купруму належить важлива біологічна роль у гемоцитопоезі. Забезпечуючи перехід Феруму з мінеральної в органічну форму, Купрум прискорює всмоктування його в тонкому відділі кишківника і забезпечує надходження в кістковий мозок, де відбувається синтез гемоглобіну. Він бере безпосередню участь в окисно-відновних процесах. Входячи до складу цитохромоксидази, транспортує електрони в реакціях окиснення. Забезпечуючи газоенергетичний обмін, Купрум позитивно впливає на тканинне дихання за аноксичних станів. Прискорює окиснення глюкози й стримує розклад глікогену, регулює обмін вуглеводів і підвищує дезінтоксикаційну функцію печінки. Активуючи синтез йодовмісних сполук щитоподібної залози, Купрум стимулює активність статевих гормонів і забезпечує функцію репродуктивного апарату самців та самок. Купруму відводиться роль в активації ензимів, які каталізують перетворення тирозину в меланін (пігмент волосся) і прокератину в кератин. Завдяки такій дії забезпечується пігментація волоссяного покриву і кератинізація шкіри, що посилює захисні функції покривного епітелію.

Важлива функція належить Кобальту в метаболізмі білків – в ролі кофактора ензимних процесів він підвищує активність металозалежних ензимів – каталази, гліцерофосфатази та аденозинтрифосфатази, які каталізують обмінні процеси. Іони Кобальту прискорюють метаболізм нітрогенвмісних

сполук і забезпечують синтез нуклеїнових кислот, які використовуються в процесах синтезу тканинних білків.

Додавання до кормів раціону мікродобавок солей Кобальту підвищує настриг вовни в овець, несучість курей та жирність молока у корів. Беручи участь в процесах гліколізу, іони Кобальту посилюють антитоксичну функцію печінки, послаблюють побічну дію високих доз Селену і прискорюють виведення його з організму. Кобальт активує захисну функцію епітеліальних тканин шкіри, кишківника та бронхів проти бактерій та їх токсинів.

Селен є важливим для тваринного організму ультрамікроелементом. Його біологічна дія полягає в тому, що з органічними речовинами він утворює комплексну сполуку «фактор-3», яка проявляє таку ж фармакологічну дію як і вітамін Е. Це кофактор глутатіонпероксидази, яка бере участь в окиснювально-відновних реакціях та в метаболізмі ліпідів, регулює функціональний стан клітинних мембран та забезпечує тонус скелетних м'язів. У формі коферменту Селен входить до структури цитохрому С, який забезпечує тканинне дихання. Будучи сильним антиоксидантом, він затримує окиснення жирних кислот та накопичення токсичних перекисів в печінці, запобігає розвитку в ній жирової інфільтрації й підвищує дезінтоксикаційну функцію [21, 65].

Селен – кофактор глутатіонпероксидази, яка відіграє важливу роль в захисті тканин від пошкодження пероксидами; вітамін Е діє як антиоксидант на клітинні мембрани; вітамін В₁₂ стимулює обмін у клітинах та необхідний для синтезу нуклеїнових кислот і білків; аденозин-5'-монофосфорна кислота (АМФ) – аденілова похідна, незамінна в синтезі нуклеїнових кислот та АТФ. Аденозин-5'-монофосфорна кислота бере участь в регуляції процесу фосфорилування вуглеводів та забезпечує енергією скелетні м'язи й міокард. У тканинах вона швидко використовується для синтезу нуклеїнових кислот та АТФ. Отже, не викликає сумніву необхідність забезпечення потреби птиці в мінеральному живленні. При цьому, для збагачення комбикормів бройлерів мікроелементами, як правило, використовують неорганічні солі [35].

Застосування таких сполук упродовж багатьох років дозволяло

підтримувати баланс цих елементів у організмі. Однак, підвищення продуктивності птиці зробило її вимогливішою до співвідношення біологічно активних речовин у кормах. Та рівновага, яку можна було забезпечити за допомогою неорганічних солей мінеральних елементів, вже не задовольняє потреби птиці сучасних кросів і порід. Основною причиною цього є встановлена закономірність щодо різної доступності окремо взятих біоелементів та кормових добавок. Тому, органічні мікроелементи – природне розв'язання цієї проблеми.

На користь використання органічних форм мінеральних сполук у годівлі птиці свідчать дані про те, що з метою зменшення забруднення ґрунтів через внесення з послідом додаткових мікроелементів, необхідно обмежити кількість їх уведення в корм. У країнах ЄС у 2003 році були прийняті законодавчі акти щодо максимально допустимих концентрацій Купруму, Феруму, Цинку, Кобальту і Мангану в посліді.

Найінтенсивніше Цинк та Купрум засвоюється із лізинатів та гліцинатів. Встановлено, що заміна в комбікормах для курчат-бройлерів неорганічних сполук Цинку на його метіонат, гліцинат чи лізинат забезпечує оптимальні показники метаболічного статусу організму, гематологічні показники та ферментативну активність плазми крові. За використання різних доз і джерел надходження Селену в комбікормі встановлено, що введення органічного Селену у формі селеніту натрію або селплексу на рівні 0,2–0,3 мг/кг корму, сприяє підвищенню приростів молодняку та його життєдіяльності.

Застосування мікроелементів у наноформі сприяє наявності позитивного впливу на гемопоетичні і метаболічні процеси у значно менших кількостях ніж їх використання у формі неорганічних солей, що може розцінюватись як переведення металів із розряду звичайних мікроелементів до розряду ультрамікроелементів, не змінюючи їх біологічних властивостей. У перебігу фізико-хімічних реакцій наноаквахелати, будучи сильним донором, виступають стимуляторами прояву фізичних і хімічних явищ [35].

Включення до раціонів птиці біоактивних наноаквахелатів Купруму,

Цинку, Магнію і Кобальту забезпечує дію біметалів, як мікроелементів, так і як специфічних активних наноматеріалів. При цьому відзначається, що досліджувані речовини у формі наноаквахелатів збільшують у бройлерів середньодобові прирости маси тіла та зменшують загибель курчат.

Застосування наномікроелементів за умов оптимізованої годівлі бройлерів позитивно впливає на метаболічні процеси в їх організмі, забезпечуючи зростання показників продуктивності, середньодобових приростів. При цьому кращим є рівень оплати корму без суттєвого впливу на коефіцієнт його конверсії.

Довготривале (5–42 доби) додавання до основного раціону курчат-бройлерів Германію і Феруму в нанокарбоксилатній формі призводило до вірогідного зростання в сироватці крові концентрації загального протеїну і альбумінів та зниження активності АсАТ, при відсутності змін у гематологічних показниках.

Залізо необхідне для утворення гемоглобіну, за участю якого здійснюється транспорт і резервування кисню. Залізо міститься в цитохромах, каталазі, ферофлавинових ферментах, що каталізують тканинне дихання та окислювальні процеси. Вміст заліза в компонентах комбікорму перевищує потребу птиці у 5–8 разів, але його засвоювання в організмі птиці становить 10–25%. Дефіцит заліза може виникнути при погіршенні його засвоювання внаслідок інвазій або кишкових захворювань у птиці. При зниженні вмісту заліза в раціонах до 15 мкг/г у птиці виникає анемія [21, 30].

Мідь стимулює синтез гемоглобіну крові, бере участь в окисно-відновних процесах та газообміні. При нестачі міді виникає анемія, яка супроводжується зниженням гемоглобіну в крові, погіршується формування кістяка та пігментація оперення. Надлишок міді в раціоні знижує поїдання корму і пригнічує ріст молодняку.

Йод входить до складу гормонів щитоподібної залози, які регулюють основні процеси обміну речовин і енергії. Нестача йоду викликає гіпофункцію щитоподібної залози та зниження синтезу тироксину, що негативно впливає на

несучість і відтворювальні якості птиці. Зменшується концентрація його в яйцях, що негативно впливає на виводимість яєць, розвиток ембріонів у кінці інкубації та якість виведеного молодняку. Характерна ознака йодної нестачі у несучок – поява жовткових перитонітів, збільшення в ембріонів і молодняку щитоподібної залози. Більша чутливість до нестачі його проявляється в індичок.

Варто зазначити, що мінеральні елементи виводяться з організму із сечею та калом і тому потрібно забезпечити постійне їх надходження. Отже, логічно, що вміст незамінних мінералів і мікроелементів у раціоні птиці має підлягати контролю й нормуванню. Особливо це стосується таких важливих мінеральних елементів, як калій і магній. Уважається, що ці елементи містяться в кормах у достатній кількості. Проте відомо, що потреба птиці в калії та магнії може змінюватися залежно від багатьох чинників [21, 30].

Калій є основним позаклітинним катіоном. Йому належить третє місце за вмістом в організмі тварин серед мінеральних елементів (поступається лише кальцію та фосфору). Калій бере участь у фізіологічних процесах, необхідних для підтримання клітинного гомеостазу: кислотно-лужної рівноваги, регуляції осмотичного тиску, утворення трансмембранного потенціалу клітин (передача нервового імпульсу, м'язове скорочення, функціонування серцевого м'яза), активація різних позаклітинних ферментів, усмоктування та транспорт глюкози й амінокислот. Усі зазначені вище функції калій може виконувати тільки спільно з іншими іонами, у зв'язку з чим правильний баланс калію, натрію та хлору є надважливим для максимально повного засвоєння амінокислот, нормального розвитку кісток, формування шкаралупи й досягнення високих показників продуктивності птиці.

Доповнення раціону калієм може впливати на збільшення приростів птиці різними шляхами, одним із яких є зниження антагонізму між деякими амінокислотами. Було доведено, що в раціони з високим вмістом лізину гідрохлориду й аргініну гідрохлориду треба вводити ацетат або карбонат калію для зниження антагонізму між цими амінокислотами й негативного впливу на

обмін речовин. Також встановлено, що солі калію впливають на катаболізм лізину: він знижується завдяки зниженню співвідношення лізин/аргінін. Процес синтезу білка й приріст живої маси вимагають витрат лізину, що призводить до зниження його концентрації в тканинах. Можливо, це відбувається внаслідок зниження аргіназної активності в нирках й уреатної активності (мікробіологічного походження) у кишківнику. Катаболізм аргініну знижується, і ця амінокислота стає доступнішою для синтезу білка [21, 38].

В умовах промислового вирощування птиці питання регулювання температури їх утримання вирішується за допомогою систем клімат-контролю. Проте найдієвішим методом запобігання тепловому стресу є нормалізація водно-електролітного балансу. У результаті дослідження важливості катіонно-аніонного балансу для курчат отримано висновок про те, що електролітну рівновагу загалом можна описати за допомогою формули, що містить лише основні електроліти — калій, натрій і хлор. Так, у спрощеному вигляді формула описує електролітний баланс, який є результатом різниці суми позитивних іонів (Na^+ і K^+) і суми негативних іонів (Cl^-): $[\text{Na}] + [\text{K}] - [\text{Cl}]$. У складі комерційних раціонів для максимальної продуктивності птиці рекомендований ЕБ у межах від 150 до 350 мекв/кг (міліеквівалент на кілограм). За точнішими оцінками значення ЕБ за нормального розвитку птиці має бути рівним 250 мекв/кг.

Магнію належить четверте місце серед металів за вмістом в організмі загалом, друге – в м'яких тканинах (після калію) та в кістковій тканині (після кальцію). До 70% магній перебуває у зв'язаному стані у складі кісток. Магній є макроелементом, важливим внутрішньоклітинним катіоном. Бере участь у реакціях за участю понад 300 ферментів, у регуляції клітинної проникності й нервово-м'язової передачі. Магній потрібен для забезпечення багатьох енергетичних процесів, бере участь в обміні білків, жирів, вуглеводів і нуклеїнових кислот, є природним фізіологічним антагоністом кальцію. Магній нормалізує вуглеводний обмін і бере участь у формуванні кістяка, в метаболізмі амінокислот, ліпідів і цукрів. Регулює мінералізацію кісток, обмін кальцію, фосфору й вітаміну D. Поширеною є думка, що в кормах зазвичай міститься

необхідна для птиці кількість магнію. Однак низка досліджень показали, що додаткове внесення магнію в раціон у багатьох випадках і на різних стадіях розвитку стимулює зростання птиці й покращує якість м'яса.

Потреба в магнії залежить від співвідношення кальцію та фосфору в організмі птиці – чим воно вище, тим більшою є потреба в магнії. Наприклад: за результатами досліджень на вміст макроелементів у печінці птиці було встановлено, що концентрація магнію в печінці 82-добової птиці була дещо нижчою, ніж в інших вікових групах: $0,34 \pm 0,05$ г/кг. Для порівняння: у 82-добової птиці – 0,34 г/кг, у 156-добової — 0,41 г/кг, у 254-добової – 0,39 г/кг, у 312-добової – 0,35 г/кг. Річ у тому, що у цьому віці спостерігається інтенсивніший ріст, тому організм потребує більшої кількості цього елемента для формування й укріплення кістяка. В інших групах концентрація магнію в печінці була дещо вищою.

Дефіцит магнію призводить до серйозних біохімічних порушень в організмі птиці з характерними симптомами: уповільнюється зростання птиці, погіршується стан оперення, спостерігається зниження м'язового тону, присідання на задні кінцівки, тремор, судомні напади, кома й загибель. У несучок також спостерігається зниження несучості й погіршення поїдання корму. Надмірна кількість цукрів (глюкози) збільшує виведення магнію із сечею, а знижена концентрація магнію спричиняє гірше всмоктування калію. За наявності в раціоні магнію понад 7% у курчат розвивається пероз (викривлення суглобів і кісток), рахіт, у курей відзначається підвищена збудливість, діарея, зниження несучості, поява яєць із тоненькою шкаралупою. Додаткове збагачення магнієм раціонів надає очищувальний і послаблювальний ефект у кишківнику птиці, що загалом погіршує абсорбцію поживних речовин у шлунково-кишковому тракті. Тобто перевищення в раціоні вмісту магнію призводить до дефіциту кальцію в організмі птиці [21, 30].

2.2. Формування м'ясної продуктивності курчат-бройлерів за комплексного використання у годівлі мінеральних добавок різного походження

Дослідження проводили згідно з методикою досліджень за методом груп-аналогів на курчатах-бройлерах. Дослідження тривало 42 доби, у тому числі 5 дів – зрівняльний період (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема науково-господарського досліду

Група	Тривалість періоду, дів		Кількість курчат, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	основного		
1-контрольна	5	37	20	ОР (основний раціон повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	5	37	20	ОР + 0,2 кг/т комбікорму хелатного комплексу Марганцю

Для цього було відібрано 2 групи аналогів птиці по 20 голів у кожній. Перша група була контрольною і споживала основний раціон – повноцінний комбікорм торгової марки «Мультигейн», який забезпечував їх потребу згідно з деталізованими нормами.. Друга група була дослідною та додатково до комбікорму використовували комплексну мінеральну кормову добавку. До складу комбікорму «Мультигейн» входили наступні інгредієнти: кукурудза, пшениця, ячмінь, макуха соєва, шрот соняшниковий, рибне борошно, дріжджі кормові, олія соєва, молоко сухе, ензим, вапняк, сіль кухонна, вітамінно-мінеральна суміш, антиоксидант, інгібітор цвілі, антиоксидант, коксидіостатик. Комбікорм не містить гормонів та штучних стимуляторів. Курчата-бройлери утримувалися у групових клітках.

Марганець, який безпосередньо бере участь у всмоктуванні заліза та у синтезі гемоглобіну, є важливим складовим ферментних систем, які беруть участь в основних окисно-відновних процесах в організмі тварин і птиці.

Входить в групу антиоксидантів. Марганець має значну роль у діяльності ферментів у процесі репродукції, росту і жирового обміну, для побудови сполучної тканини, для вироблення енергії, для синтезу ДНК і обміну холестерину. Марганець необхідний для росту та регуляції відтворних функцій тварин та птиці. Призначений для підвищення продуктивності свиней, бройлерів, підвищення несучості у курок-несучок.

Препарат «Селен Іст» – це кормова добавка для балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці за вмістом селену. За зовнішнім виглядом препарат «Селен Іст» – це мікрокапсульований порошок від світло-жовтого до світло-коричневого кольору з вмістом селену – 2000 мг/кг.

Схема виробництва препарату «Селен Іст» ґрунтується на тому, що неорганічний селен, доданий у поживне середовище, перетворюється на клітинний органічний селен дріжджів, під час їх ферментації.

Понад 99% селену у препараті міститься в органічній формі, селенометіоніну (атом сірки в метіонії заміщений селеном) і селеноцистину, які є біологічно активними формами цього мікроелементу. Селен бере участь в обміні білків, жирів та вуглеводів, у регуляції ферментативних та окисно-відновних реакцій. Введення селену в раціони тварин сприяє нормалізації обміну речовин, запобігає накопиченню токсичних продуктів окиснення та пошкодженню мембрани клітин.

«ALKOSEL» – кормова добавка для збагачення та збалансування раціонів селеном. До складу якої входять селеноамінокислоти і білки висушеного ферментативного екстракту культури *Saccharomyces cerevisiae* зі штаму NCYC R397, які містять селен, а також інактивованій наповнювач, який не містить селен, дріжджі культури *Saccharomyces cerevisiae*.

До складу кормової добавки «Кроноцид-Д» входить залізо, цинк, марганець, мідь, органічні кислоти, діюча речовина олія материнки, природній алюмосилікат.

При проведенні дослідів враховували наступні показники: збереженість поголів'я – щоденно; динаміку живої маси – шляхом індивідуального

зважування всього поголів'я один раз на тиждень о 08:00 ранку до годівлі; приріст живої маси – розрахунковим шляхом за результатами кожного зважування; середньодобовий приріст – за результатами зважування; споживання корму – щоденно шляхом зважування всього корму, заданого в годівниці, та його залишків на наступний ранок; витрати корму на 1 кг приросту живої маси – розрахунковим шляхом за обліковий період (діленням спожитого корму на приріст) [2, 5, 17].

Забійні якості курчат-бройлерів оцінювали за такими показниками [7]:

- передзабійна жива маса – жива маса курчат після 12-ти годинної голодної витримки;
- маса непатраної тушки – маса тушки без крові і пір'я;
- маса напівпатраної тушки – маса тушки без крові, пір'я та кишківника;
- маса патраної тушки – маса тушки без крові, пір'я, голови, ніг, крил по ліктювий суглоб, кишківника.

Для вивчення хімічного складу і фізичних властивостей м'язової тканини відбирали зразки зі стегнової і грудної частин тушки. Перед дослідженням м'ясо ретельно препарували і відділяли жирову і сполучну тканину, а потім пропускали через м'ясорубку. У м'язовій тканині визначали вологу, жир, загальний азот, золу, ніжність м'яса – методом пресування, активну кислотність (рН) – потенціометричним методом, калорійність – розрахунково на основі даних хімічного складу [7, 17].

Гематологічні дослідження проводили за такими методиками [28]: загальний білок – рефрактометрично, використовуючи прилад РЛУ – 1; білкові фракції – експрес-методом Олла і Маккорда в модифікації С.А. Карп'юка; глюкоза – за кольоровою реакцією з ортотолуїдином; кальцій – трилонометричним методом; неорганічний фосфор – за методом Іванівського; лейкоцити – шляхом підрахунку в камері Горєва; еритроцити за допомогою ФЕК; гемоглобін – колориметричним методом.

За результатами проведених досліджень встановлено, що використання хелатного комплексу марганцю, позитивно впливає на ріст бройлерів (табл.

2.2). Починаючи з 22 доби вирощування, жива маса вірогідно збільшувалась. І на 42 добу, перевага курчат дослідної групи була на 7,9 % ($p < 0,001$).

Таблиця 2.2

Жива маса тіла курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г

Вік курчат, діб	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
1	42,4 ± 0,56	42,5 ± 0,32
8	171,2 ± 2,48	174,8 ± 2,41
15	418,6 ± 5,64	425,6 ± 7,45
22	824,2 ± 8,55	858,2 ± 10,12*
29	1262,4 ± 12,24	1320,2 ± 14,76**
36	1856,8 ± 22,32	1965,4 ± 18,11***
42	2452 ± 32,41	2648 ± 17,86***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Середньодобові прирости у курчат другої групи протягом дослідження переважали своїх аналогів: на 6,7 % ($p < 0,001$) на 22 добу вирощування, на 6,0% ($p < 0,01$) – на 29 добу, на 8,5 % ($p < 0,001$) – на 36 добу та на 14,7 % ($p < 0,001$) – на завершення періоду вирощування (42 добу) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Середньодобовий приріст живої маси курчат за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г

Вік курчат, діб	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
8	18,4 ± 0,12	18,9 ± 0,33
15	35,3 ± 0,61	35,8 ± 0,45
22	57,9 ± 0,45	61,8 ± 0,78***
29	62,6 ± 0,74	66,4 ± 0,92**
36	84,9 ± 1,02	92,2 ± 0,64***
42	85,0 ± 1,44	97,5 ± 2,21***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Слід відзначити, що абсолютний приріст, за дії хелату марганцю, був вищий на 8,1%, порівняно з контрольною групою (рис. 2.1).

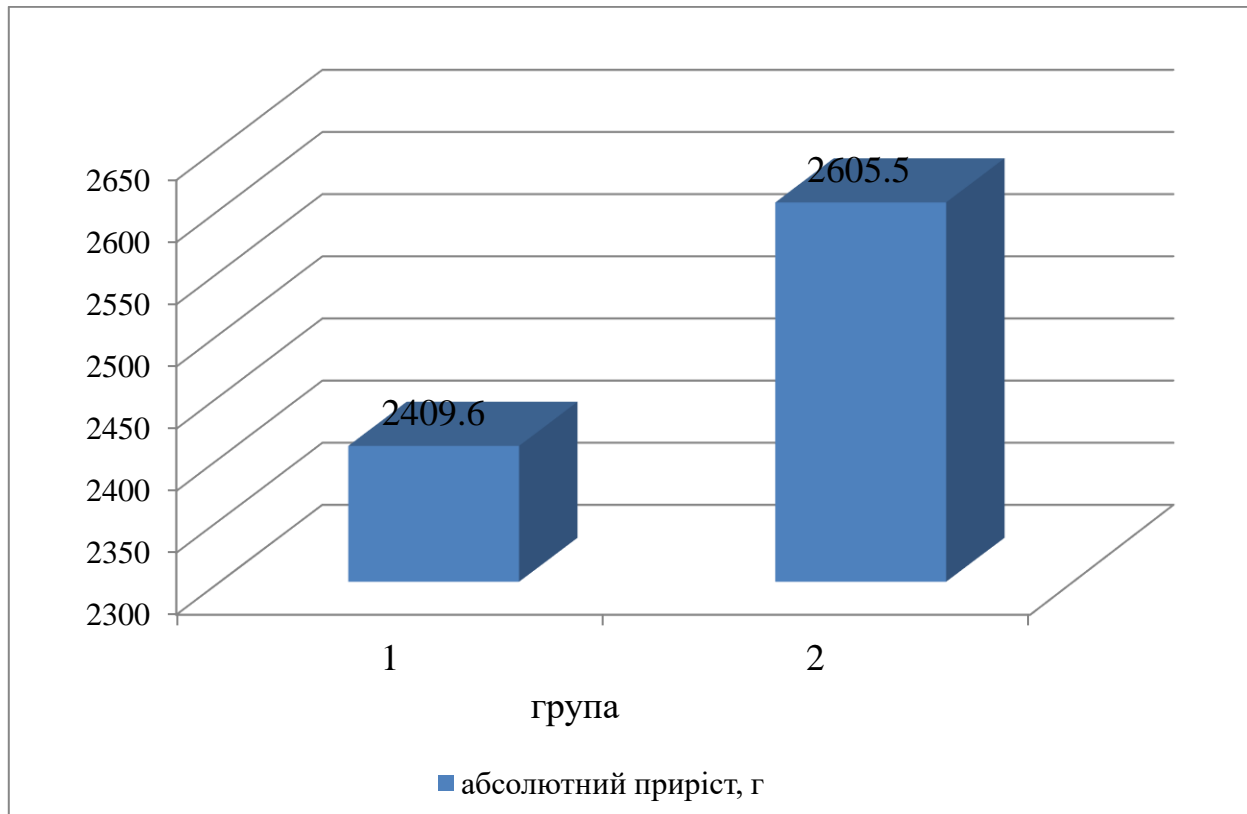


Рис. 2.1. Абсолютний приріст живої маси курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г

Встановлено, що за період досліду курчата дослідної групи споживали на 3 кг комбікорму більше, проте на витрати 1 кг приросту були меншими на 0,08 кг або на 4,39% (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Показники витрат корму піддослідною птицею за введення до раціону хелатного комплексу марганцю

Показник	Група		
	Одиниці виміру	1-контрольна	2-дослідна
Витрати кормів:			
- за період досліду по групі	кг	88	91
- на одну голову	кг	4,4	4,55
- на 1 кг приросту	кг	1,82	1,74

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Згодовування хелатного комплексу марганцю бройлерам другої групи сприяє підвищенню передзабійної живої маси на 8,2 % ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Забійні показники курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Передзабійна жива маса	2452 ± 67,42	2655 ± 46,54*
Маса непатраної тушки	2316,5 ± 41,32	2492,8 ± 32,25*
Маса напівпатраної тушки	2184,1 ± 30,17	2236,7 ± 22,72
Маса патраної тушки	1895,6 ± 35,32	1967,8 ± 26,14

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено, що за дії досліджуваного чинника збільшується маса непатраної тушки на 7,6% ($p < 0,05$), напівпатраної – на 2,4% та патраної – на 3,8%, порівняно з аналогами контрольної групи.

У ході досліджень визначали масу внутрішніх органів бройлерів за використання у їх раціоні хелатного комплексу марганцю (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Маса внутрішніх органів піддослідної птиці за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Печінка	48,4 ± 4,82	50,5 ± 2,31
Підшлункова залоза	5,6 ± 2,41	5,8 ± 1,62
Селезінка	2,5 ± 0,12	2,8 ± 0,24
Нирки	12,8 ± 1,29	13,4 ± 1,34
Серце	15,6 ± 1,19	15,8 ± 1,23
Легені	15,4 ± 1,28	16,4 ± 1,18

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Відзначається, що згодовування досліджуваної мінеральної добавки у другій групі курчат-бройлерів спостерігається тенденція до підвищення маси печінки на 4,3 %, підшлункової залози – на 3,5 %, нирок – на 4,6 %, селезінки – на 1,2% та легень – на 6,4 %, відносно контрольного показника.

Крім того, що під впливом хелатного комплексу марганцю у курчат-бройлерів відзначається збільшення маси органів травлення, хоча вірогідної різниці з контролем не виявлено (табл. 2.7).

Використання у годівлі бройлерів другої групи спостерігається збільшення маси залозистого та м'язового шлунку відповідно на 3,9 та 4,7% відносно контролю, проте перевірених змін не встановлено.

Таблиця 2.7

Маса органів травлення курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, г ($M \pm m$, $n = 4$)

Орган травлення		Група	
		1–контрольна	2– дослідна
Стравохід		8,2 ± 0,62	8,4 ± 0,81
Залозистий шлунок		7,6 ± 0,55	7,9 ± 0,48
М'язовий шлунок		29,2 ± 1,14	30,6 ± 0,24
Тонкий кишечник:	дванадцятипала кишка	11,6 ± 1,06	12,5 ± 2,32
	порожня кишка	31,2 ± 2,14	32,4 ± 4,39
	клубова кишка	28,4 ± 3,65	30,2 ± 2,26
Товстий кишечник:	права сліпа кишка	9,8 ± 1,49	10,4 ± 2,64
	ліва сліпа кишка	7,4 ± 1,16	8,2 ± 0,85
	пряма кишка	2,1 ± 0,42	2,3 ± 0,26

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Водночас за дії хелатного комплексу марганцю спостерігається тенденція до збільшення кишок тонкого та товстого кишківника.

У ході забою вивчали лінійні проміри курчат-бройлерів за згодовування хелатного комплексу марганцю (табл. 2.8).

Застосування досліджуваного кормового чинника у бройлерів другої групи сприяє тенденції до підвищення довжини стравоходу на 8,5%, довжини залозистого шлунку – на 10,8% та м'язового шлунку – на 3,5%, порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 2.8

Лінійні проміри органів травлення бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, см ($M \pm m, n = 4$)

Орган травлення		Група	
		1–контрольна	2–дослідна
Довжина стравоходу		15,2± 0,98	16,5 ± 0,88
Проміри залозистого шлунку	довжина	4,6 ± 0,85	5,1 ± 0,92
	ширина	2,3 ± 0,12	2,4 ± 0,14
	третій промір	1,0 ± 0,14	1,1 ± 0,18
Проміри м'язового шлунку	довжина	5,6 ± 0,32	5,8 ± 0,24
	ширина	4,4 ± 0,42	4,8 ± 0,35
	третій промір	2,1 ± 0,21	2,2 ± 0,27
Тонкий кишківник	дванадцятипала кишка	28,4 ± 2,45	29,2 ± 2,86
	порожня кишка	65,4 ± 12,18	72,1 ± 8,25
	клубова кишка	78,6 ± 6,55	80,2 ± 4,76
Товстий кишківник	права сліпа кишка	18,7 ± 0,76	20,1 ± 0,64
	ліва сліпа кишка	17,2 ± 0,84	18,4 ± 1,46
	пряма кишка	6,9 ± 0,62	7,3 ± 0,75

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Варто зазначити, що довжина дванадцятипалої кишки більша на 2,8%, порожньої – на 10,2%, клубової – на 2,0%, проте вірогідних змін з контролем не зафіксовано.

У бройлерів другої групи довжина правих та лівих сліпих кишок більша на 7,4 та 6,9 % відповідно, порівняно з контрольним показником. Проте, вірогідної різниці між показниками не встановлено.

Таким чином, використання хелатного комплексу марганцю у годівлі курчат-бройлерів позитивно впливає на їх забійні якості.

Використання у годівлі курчат-бройлерів досліджуваної мінеральної кормової добавки сприяє поліпшенню хімічного складу м'яса курчат-бройлерів та позитивно впливає на його якісні показники (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Хімічний склад м'яса курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю, % ($M \pm m$, n = 4)

(у повітряно-сухій речовині)

Показник	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
Біле м'ясо		
Суха речовина	92,2 ± 0,03	92,6 ± 0,02**
Протеїн	73,2 ± 0,86	73,3 ± 0,10
Жир	5,5 ± 0,02	5,6 ± 0,03
Зола	4,12±0,031	4,22±0,081
Червоне м'ясо		
Суха речовина	92,4 ± 0,01	92,5 ± 0,02**
Протеїн	60,5 ± 0,32	65,4±0,19***
Жир	22,4 ± 0,04	23,0±0,05***
Зола	3,8 ± 0,01	4,1 ± 0,04***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено, що у білому м'ясі курчат-бройлерів вміст сухої речовини збільшується у другій групі на 0,4% ($p < 0,01$), порівняно з контрольним показником. Застосування марганцю у раціоні бройлерів сприяє підвищенню у червоному м'ясі курчат сухої речовини на 0,1% ($p < 0,01$), протеїну – на 4,9% ($p < 0,001$), жиру – на 0,6 % ($p < 0,001$) та золи – на 0,3% ($p < 0,001$).

У ході досліджень вивчали фізико-хімічні показники м'яса курчат-бройлерів за дії хелатного комплексу марганцю (табл. 2.10).

Таблиця 2.10

Показники якості свіжого білого м'яса курчат-бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Загальна волога, %	76,08 ± 0,14	76,10 ± 0,23
- в т.ч. вільна волога, %	50,46 ± 0,44	48,46 ± 1,21
- зв'язана волога, %	25,62 ± 0,68	27,64 ± 0,72
Інтенсивність забарвлення, E ¹⁰⁰	0,58 ± 0,09	0,73 ± 0,08
Площа відпресованого м'яса, см ²	5,64 ± 0,06	5,87 ± 0,04*
Азот, %	3,52 ± 0,14	3,39 ± 0,04
Жир, %	2,12 ± 0,04	2,24 ± 0,03
Ніжність м'яса, см ² /г	98,2 ± 20,24	104,1 ± 21,13
Калорійність, кДж	518,2 ± 3,98	526,4 ± 4,56

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Застосування у годівлі курчат-бройлерів досліджуваного кормового чинника прослідковується тенденція до підвищення вмісту загальної вологи м'яса бройлерів другої групи на 0,02% та зв'язаної вологи – на 2,02%, порівняно з контрольним показником. Водночас, вміст вільної вологи у дослідній групі знижується на 2,0%, відносно контрольного зразка.

Виявлено, що у білому м'ясі другої дослідної групи збільшується площа відпресованого м'яса на 4,0%, порівняно з контролем. Це, в свою чергу, сприяє до підвищення ніжності грудних м'язів у бройлерів дослідної групи. Водночас, у птиці другої групи калорійність білого м'яса вища на 1,5%, порівняно з контрольним зразком. Проте вірогідної різниці між показниками не виявлено.

Слід відзначити, що згодовування хелатного комплексу марганцю позитивно впливає на якість червоного м'яса птиці (табл. 2.11).

Так, за дії досліджуваної добавки у стегнових м'язах курчат-бройлерів другої групи спостерігається тенденція до підвищення зв'язаної вологи на 1,18%, інтенсивність забарвлення – на 10,3%, ніжність – на 1,6%, азоту – на

10,7%, відносно контрольного зразка. Використання у годівлі бройлерів мікроелемента марганцю у вигляді хелатного комплексу сприяє підвищенню вмісту жиру на 9,3% та калорійності – на 6,3%, порівняно з контрольним показником.

Таблиця 2.11

Показники якості свіжого червоного м'яса птиці за введення до раціону хелатного комплексу марганцю

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Загальна волога, %	72,76 ± 0,64	72,45 ± 40,62
- в т.ч. вільна волога, %	45,42 ± 0,82	43,93 ± 3,18
- зв'язана волога, %	27,34 ± 0,44	28,52 ± 0,64
Інтенсивність забарвлення, E ¹⁰⁰	0,58 ± 0,06	0,64 ± 0,12
Площа відпресованого м'яса, см ²	5,72 ± 0,04	5,75 ± 0,08
Ніжність м'яса, см ² /г	155,8 ± 20,21	158,4 ± 21,74
Азот, %	2,8 ± 0,06	3,1 ± 0,34
Жир, %	8,6 ± 0,25	9,4 ± 1,22
Калорійність, кДж	678,4 ± 25,85	721,5 ± 35,65

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Таким чином, застосування хелатного комплексу марганцю у годівлі курчат-бройлерів позитивно впливає на фізико-хімічні показники м'яса курчат-бройлерів.

Аналіз основних гематологічних показників свідчить про посилення еритропоезу за рахунок збільшення вмісту еритроцитів на 3,0 % та гемоглобіну – на 4,9% у крові курчат, які до основного раціону одержували хелатний комплекс марганцю (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Морфологічні показники крові бройлерів за введення до раціону хелатного комплексу марганцю ($M \pm m$, $n = 4$)

Група	Гемоглобін (г/л)	Еритроцити (Т/л)	Лейкоцити (Г/л)	ШОЕ (мм/год)
1 – контрольна	116,2 ± 4,28	3,2 ± 0,16	18,6 ± 0,86	1,7 ± 0,45
2 – дослідна	122,0 ± 4,87	3,3 ± 0,18	20,4 ± 0,94	1,6 ± 0,36

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Результати біохімічних показників крові свідчать про відсутність суттєвого впливу досліджуваного годівельного фактору за рахунок введення до раціону комплексного хелатного комплексу марганцю на біохімічні показники крові (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Біохімічні показники крові бройлерів ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Загальний білок, г/л	32,2 ± 2,25	32,4 ± 2,27
Альбуміни, г/л	14,6 ± 2,45	15,1 ± 1,35
Глобуліни, г/л	17,6 ± 2,24	17,7 ± 2,82
АлАТ, од./л	4,1 ± 1,14	4,2 ± 1,54
АсАТ, од./л	195,2 ± 23,16	196,4 ± 22,45
Білірубін, мкмоль/л	4,6 ± 0,22	4,5 ± 0,41
Лужна фосфатаза, од./л	1487,5 ± 83,45	1586,4 ± 95,22
Холестерол, ммоль/л	2,5 ± 0,21	2,5 ± 0,24
Тригліцериди, ммоль/л	0,87 ± 0,25	0,84 ± 0,26
Глюкоза, ммоль/л	7,5 ± 0,84	8,4 ± 1,42
Креатинін, мкмоль/л	12,2 ± 1,56	12,4 ± 2,56
Сечовина, ммоль/л	1,2 ± 0,26	1,2 ± 0,24
Кальцій, ммоль/л	2,7 ± 0,22	2,8 ± 0,28
Фосфор, ммоль/л	2,2 ± 0,14	2,3 ± 0,26

За використання у годівлі курчат-бройлерів мінеральної добавки спостерігається тенденція до підвищення у крові птиці вмісту альбумінів на 3,4%, лужної фосфатази – на 6,6% та глюкози – на 12,0%, відносно контролю, однак достовірної різниці з контролем не виявлено.

2.3. Вплив добавок з хелатними формами мікромінералів на продуктивність росту курчат-бройлерів, перетравність поживних речовин корму та характеристики туші

У птахівництві мікроелементами доповнюють склад кормів, що дозволяє птиці досягти генетичного потенціалу росту та запобігає виникненню різного роду хвороб. Мікроелементи відіграють важливу роль у підтримці здоров'я, формуванні кісткової тканини, мінералізації кісток і покращенні розміру кісток. Вони беруть участь у біохімічних та фізіологічних процесах організму тварин [97, 112, 89], а їх дефіцит викликає зменшення споживання корму та уповільнення росту [83]. Деякі мікроелементи, такі як мідь, цинк, марганець і селен, відіграють важливу роль в антиоксидантній системі та перекисному окисленні ліпідів [80]. Додаткове згодовування неорганічних мікроелементів забезпечують раціони птиці достатньою кількістю кожного мінералу для підтримки нормального росту, здоров'я та відтворення [128, 121]. Однак, у птахівництві постійно змінюється генетична база бройлерів, й тому птахівники працюють над розробками нових раціонів для забезпечення мікроелементами птицю, яка інтенсивно росте і високопродуктивна для отримання м'яса [58]. Основні мікроелементи, які, найчастіше включають до кормів для бройлерів – це мідь, залізо, марганець, йод, селен, цинк та кобальт. Рівні вмісту мікроелементів у кормах для птиці базуються переважно на рекомендаціях NRC.

У тваринництві мікроелементні добавки використовуються у різних формах. Найчастіше мікроелементи до раціонів птиці додають у формі неорганічних солей, які мають низьку доступність. Не дотримання умов утримання птиці в поєднанні з високими рівнями введення мінеральних

добавок та низьку біодоступність неорганічних мікроелементів призводить до надлишку їх у пташиному посліді, і в кінцевому результаті вони накопичуються у ґрунті, тобто, це призводить до забруднення навколишнього середовища [128, 88]. Тому для зменшення виділення мікроелементів з послідом потрібно, перш за все, зробити їх доступнішими для організму птиці [118]. Кращої доступності мікроелементів можна досягти завдяки згодовування птиці та тваринам мінералів у хелатній формі, щоб потім можна було вводити їх в корм меншими дозами [80]. Краща доступність мікроелементів позитивно впливатиме на продуктивність тварин і птиці [93]. Значно знижується інтенсивність росту птиці через кокцидіоз, а додавання хелатних мікроелементів може подолати дану проблему [63].

Мікроелементи на основі органічних кислот мають більшу біодоступність, що підтверджено у дослідженнях з використанням мікроелементів (марганцю, цинку, селену, заліза і міді). Zhu et al. [128] повідомляють, що заміна неорганічних мікроелементів у меншій кількості (30 і 50% від рекомендованої дози) хелатними мікроелементами не впливає на швидкість росту курчат-бройлерів. Дослідження De Marco et al. [66] також підтверджують доцільність зменшення додавання міді, заліза, цинку та марганцю у формі гідрату хелату металу гліцину або амінокислоти, що не має негативного впливу на ріст птиці. На ефективність використання мінеральних добавок впливають джерела та дози згодовування добавки, порода та вік бройлерів. Бройлерів, яких годували мікромінеральними добавками, мали вищий середньодобовий приріст живої маси, середньодобове споживання корму і нижчий коефіцієнт конверсії корму [126, 60]. Мінеральна хелатна добавка на основі органічної кислоти покращує не тільки продуктивність бройлерів, але й структуру кісток та показники крові. Заміна неорганічних низькими дозами пептидних хелатованих мінералів не мала негативного впливу на ріст і показники забою, а також на антиоксидантний статус курчат-бройлерів. Крім того, така заміна може сприяти накопиченню мінералів у великогомілковій кістці та знижувати їх вміст у посліді, а також покращилася активність деяких біохімічних показників

сироватки крові та антиоксидантних показників печінки [86]. Хелатні мінерали використовують у покращенні плодючості, виводимості та зниженні падежу потомства. Хелати міді, заліза, цинку, марганцю та селену не впливають на біохімічні показники крові, але знижують рівень холестерину і тригліцеридів, а також підвищують імунну систему птиці і покращують якість яєць у племінних курей-бройлерів [74].

Залізо є мінералом, що впливає на окисно-відновний баланс в організмі [88]. Завдяки антиоксидантній дії міді, заліза, цинку та згодовуванню зазначених мікроелементів у хелатній легко засвоюваній формі, змінюється антиоксидантний статус стегнового м'яса бройлерів. Тому для підвищення антиоксидантної стійкості м'яса курчата повинні отримувати хелатну мідь гліцину в кількості 25% від потреби в даному елементі [122]. Органічні мінерали містять різні сполуки у формі хелатів амінокислот, протеїнатів і хелатів органічних кислот [106]. Щоб покращити продуктивність бройлерів і зменшити втрати і викиди невикористаного мінерала у навколишнє середовище проводяться багато досліджень щодо їх використання у формі хелатів з амінокислотами. Додавання бройлерам хелатів метіоніну, дріжджових протеїнатних форм заліза, міді, марганцю та цинку підвищує ріст птиці, конверсію корму і зменшує виділення мікроелементів у навколишнє середовище. Залізо досить часто використовується в поєднанні з амінокислотами, зокрема, гліцину. Гліцин в якості хелатного компоненту найкраще засвоюється і цим самим значно покращує цінність мінеральної добавки [114, 69, 110]. Мідь широко використовується у птахівництві, як стимулятор росту та протимікробний препарат. Загальна кількість та концентрації заліза у кормах відрізняються не тільки в різних країнах, але й також у різних господарствах. Його вводять до раціону птиці у таких концентраціях, щоб забезпечувати їх потреби. Мідь допомагає у підтриманні та покращенні структурної цілісності сполучної тканини, зокрема, шкіри, скелетних м'язів, кишківника та сухожилля [103]. Добре зарекомендувало використання на птахофабриках добавок міді у боротьбі та профілактиці проти

кокцидіозу. Даний засіб покращував кишкову мікрофлору та морфометрію кишечника у бройлерів, які підлягали вакцинації проти кокцидіозу або зараженні кокцидіями. Мідь має антимікробну дію в кишечнику, що підтверджується також у дослідженнях Chen et al. [63]. Вони рекомендують використовувати низькі дози хелатної міді для покращення здоров'я кишечника тварин. Джерела міді з високою біодоступністю додаються до раціонів птиці у невеликій кількості для забезпечення росту. Рівень включення даного мінерала у повноцінний корм з вологістю 12% схвалено в Європейському Союзі постановою ЄС у кількості не більше 25 мг/кг корму (плани ЄС щодо скорочення вмісту міді офіційно затверджені, 2018) [72]. Мідь необхідна для розвитку та підтримки імунної системи. За додавання оксиду та сульфату міді до раціону відбуваються зміни в мікробіоті кишечника шляхом регулювання популяції бактерій у клубовій кишці, що позитивно вплинуло на швидкість росту бройлерів [77]. Мідь відіграє важливу роль в антиоксидантній системі та перекисному окисленні ліпідів [80]. Вищу засвоюваність мінералів, позитивний вплив на швидкість росту, мінералізацію кісток, показники забою, і органолептичні властивості м'яса отримано у дослідженнях за використання у годівлі птиці хелатних форм мікроелементів [80, 87].

Сучасне ведення галузей тваринництва, зокрема птахівництва, передбачає підвищення господарсько-корисних ознак за рахунок введення до раціону кормових добавок. Значна увага приділяється препаратам, що необхідні для нормального росту тварин і птиці та отримання якісної м'ясної продукції. Серед препаратів, які знижують витрати кормів на виробництво продукції, покращують конверсію корму, підвищуючи живу масу, є мінеральні добавки. Останнім часом у тваринництві частіше стали використовувати хелатні мікроелементні добавки в якості стимуляторів росту, які покращують загальний стан тварин та птиці, підвищують продуктивність, що, у свою чергу, допомагає тваринництву, у тому числі, птахівництву економічно розвиватися [61, 102]. Мінеральна добавка міді може бути ефективною для інтенсивнішого росту, якщо годувати птицю понад мінімальні вимоги. У дослідженнях [59]

додавання до раціону бройлерів міді з CuSO_4 або триосновного хлориду міді [119] покращувало їх ріст. Samanta et al. [104] у дослідженнях отримали покращення росту бройлерів на 8,9%, коли їх годували сульфатом міді протягом 42 днів. Гідроксихлорид цинку і міді ефективні у підвищенні продуктивності росту курчат-бройлерів та виходу м'яса [96]. Hamdi et al. [82] та M'Sadeq et al. [91] підтвердили збільшення живої маси птиці за введення до раціону добавок хелатної міді. Наші висновки збігалися з попередніми результатами науковців. Ефект від введення до раціону птиці хелатних мікроелементних добавок з вільним доступом до корму позначився на показниках живої маси, абсолютних та середньодобових приростах. Наше дослідження виявило відмінності у рості курчат-бройлерів, які отримували добавки з вмістом хелатних мікроелементів. Раціон, що містить добавки з вмістом хелатних мікроелементів (хелатний комплекс міді та Кроноцид-Л), покращив живу масу та швидкість росту курчат порівняно з раціоном без добавок. Хелатні форми мікроелементів покращують загальний стан здоров'я бройлерів, що в подальшому позитивно впливає на збереженість птиці [78].

Оцінку господарсько-корисних властивостей курчат-бройлерів за впливу добавок з хелатними мікроелементами (хелатний комплекс міді, Кроноцид-Л) у вільному доступі оцінювали за результатами контрольного забою, проведеного у віці 42 дні. Показники забою можуть відображати м'ясну продуктивність тварин та птиці, що є досить важливим показником, що впливає на економічні показники тваринництва. Коригування раціонів тварин мінеральними преміксами покращує не тільки забійний вихід, але й також збільшує вихід якісного м'яса [125, 76]. Введення до раціону гідроксихлориду мікроелементів бройлерів призвело до значно вищого виходу м'яса грудей, незалежно [117, 105].

Мета дослідження полягала в тому, щоб з'ясувати вплив введення добавок з хелатними мікроелементами на інтенсивність росту курчат-бройлерів, конверсію корму та м'ясну продуктивність птиці.

Під час проведення досліджень на птиці було дотримано вимог

національного та міжнародного законодавства щодо експериментів на тваринах, зокрема Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447-IV від 21.06.2006 року зі змінами від 04.08.2017 року та Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (ETS № 123, Страсбург, 1986).

Дослідження проводилося у віварію Вінницького національного аграрного університету (Україна) протягом 2023 року на курчатах-бройлерах кросу Кобб-500. У проведеному дослідженні використовували одноденних курчат, які були хорошої якості та рівномірно розподілені між групами. Для цього методом груп-аналогів сформували три групи птиці, по 25 голів у кожній. У дослідженнях дотримувалися вимог з догляду та утримання за птицею. Курчата-бройлери утримувалися у трьохярусних клітках. У кожній клітці були поїлка для води та підвісна годівниця. Вода подавалася до кожної клітки через систему ніпельної поїлки. Приміщення віварію, де утримувалася птиця, попередньо нагрівали до 27 °С за 2 дні до дослідження. Температура повітря у приміщенні на початку досліду становила 32 °С, і під час досліду її знижували щотижня на 2 °С. Температуру на 14 день знижували до 26°С, на 21 день – до 24°С і на 24 день – до 21°С, потім до кінця відгодівельного періоду підтримували на рівні 21°С. Протягом усього періоду досліджень слідкували також за дотриманням світлового режиму у віварію. За перший тиждень бройлерам забезпечували освітленість впродовж 23 годин. З 8 до 39 день світловий період поступово скорочували до 20 годин, з 40 дня і до кінця досліду знову збільшували до 23 годин на день.

Під час вирощування курчат-бройлерів використовували трьохфазну програму годівлі, залежно від віку птиці: початкова фаза тривала з 1 до 15 день, фаза росту починалася з 16 дня і тривала до 35 дня та завершальна фаза – з 36 до 42 день. Під час проведення науково-господарського та фізіологічних дослідів курчат-бройлерів годували досхочу сухими повнораціонними кормами, збалансованими за поживними речовинами. Комбікорми для годівлі птиці використовувалися з урахуванням віку курчат-бройлерів, тому для

кожної фази використовували відповідний комбікорм. На початку досліду до 15 діб згодовували стартовий комбікорм Стартер ПК5-1, з 16 доби і до 35 діб – ростовий комбікорм Гровер, з 36 по 42 добу – фінішний комбікорм Фінішер ТМ «Калинка» ТОВ Трау Нутришин Україна. Комбікорми відповідали поточним віковим потребам у поживних речовинах для вирощування бройлерів, а також вони були без антибіотиків і стимуляторів росту. Відповідно до поставленого завдання курчатам-бройлерам контрольної групи згодовували основний раціон без додавання мінеральних добавок, другій дослідній групі – до раціону вводили додатково добавку Кронацид-Л із розрахунку 2,5 мл на 10 л води, третій дослідній групі – хелатний комплекс міді з гліцином із розрахунку 3,0 мл на 10 л води. Хелатний комплекс міді містить 5 % міді та 20 % гліцину. Добавка Кронацид-Л містить хелати міді, заліза, цинку, марганцю та 19 % кислот. Досліджувані добавки вводили до раціону птиці шляхом випоювання з водою. Протягом усього періоду досліду курчата-бройлери мали довільний доступ до корму та води.

Для проведення аналізу впливу досліджуваних добавок на швидкість росту курчат-бройлерів птицю зважували через кожні 7 днів, з 3-денного віку і до закінчення дослідного періоду (42 день). Оплату приросту кормом бройлерами проводили за кількістю спожитого корму, який обліковували протягом періодів з 1 по 15, з 16 по 35, з 36 по 42 день, по періодам згодовування відповідного комбікорму. Добовий приріст живої маси і щоденне споживання корму на одну птицю розраховувалися за кожен тиждень, для періодів: 1-7 день, 8-14, 15-21, 22-28, 29-35, 36-42 день. Середньодобовий приріст, середньодобове споживання корму розраховувалися наприкінці кожної фази та щотижня. Також фіксували смертність курчат для визначення відсотку збереженості птиці. Падіж птиці перевіряли двічі на день, а вагу мертвих курчат використовували для коригування коефіцієнта конверсії корму. Кожну птицю зважували окремо на електронних вагах.

На 42 день з кожної групи відібрали по 5 голів птиці, близьких до середньої ваги по групі, для проведення забою, щоб відібрати зразки тканин і

вивчити вплив досліджуваних добавок на м'ясну продуктивність. Контрольний забій курчат-бройлерів проводили відповідно до ДСТУ 3136-95 «Птиця сільськогосподарська для забою». За результатами забою птиці визначали живу масу непатраної, патраної, напівпатраної, вагу грудних м'язів, стегон і гомілки, вагу внутрішніх органів, розраховувався відсоток виходу туші, відсоток м'язів грудей, гомілки та стегна. Після забою курчат виконали огляд органів і тканин та відбір зразків для подальших досліджень.

Для оцінки інтенсивності росту птиці, зазвичай, використовують параметри росту. Проведене дослідження виявило відмінності у рості курчат-бройлерів, які отримували мінеральні добавки (хелатний комплекс міді та Кронецид-Л). Вплив досліджуваних добавок на характеристики продуктивності (живу масу, абсолютний та відносний прирости, збереженість) курчат представлено у таблиці 2.14.

Жива маса курчат-бройлерів на 8 добу утримання у всіх трьох групах була майже на одному рівні 230,2-239,5 г. За наступний тиждень за введення до раціону досліджуваних добавок птиця почала інтенсивніше рости і у другій групі жива маса курчат була вищою (при $p < 0,001$) на 97%, третій групі – на 10,5%. Абсолютний приріст живої маси за період згодовування стартового комбікорму (3-15 доба) вищий у другій групі на 11,7% ($p < 0,01$), третій – на 12,7% ($p < 0,001$) порівняно з даними у контрольній групі. Відносний приріст живої маси, який характеризує швидкість росту, у даний період вирощування птиці за додаткового введення до раціону добавки Кронецид-Л вищий на 3,3 п.п. ($p < 0,001$), за впливу хелатного комплексу міді – на 3,7 п.п. ($p < 0,01$). У наступний період бройлери дослідних груп зберегли інтенсивність росту. На кінець третього тижня вирощування жива маса у курчат другої групи збільшилася 9,0% ($p < 0,01$), третьої групи – на 10,5% ($p < 0,01$). У наступний період (29-36 доба) обидві добавки показали кращий приріст живої маси тіла, ніж у групі без згодовування добавок. Різниця становила відповідно 9,9 і 13,7% ($p < 0,001$) порівняно з даними птиці контрольної групи. На 36 добу у бройлерів другої групи збереглася тенденція інтенсивнішого росту ($p < 0,01$) і вони

переважали аналогів контрольної групи на 4,9%, третьої групи – на 7,3%.

Таблиця 2.14

Інтенсивність росту курчат-бройлерів за введення до раціону добавок з хелатними мікроелементами, $M \pm m$, $n=25$

Вік птиці	Група		
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
Жива маса на початку досліду, 3 доба, г	72,0 ± 1,0	72,3 ± 1,1	71,7 ± 0,8
Жива маса на 8 добу, згодовування стартового комбікорму, г	230,2 ± 3,9	235,3 ± 4,3	239,5 ± 3,2
Жива маса на 15 добу, згодовування стартового комбікорму, г	508,2 ± 5,9	557,5 ± 6,3***	561,5 ± 7,9***
Абсолютний приріст живої маси за період згодовування стартового комбікорму (3-15 доба), г	434,2 ± 5,9	485,2 ± 15,1**	489,7 ± 7,8***
Відносний приріст живої маси за період згодовування стартового комбікорму (3-15 доба), %	149,1 ± 0,7	154,0 ± 0,8***	154,6 ± 0,6***
Жива маса на 22 добу, згодовування комбікорму Гровер, г	987,2 ± 26,6	1076,5 ± 25,5**	1091,1 ± 27,3**
Жива маса на 29 добу, згодовування комбікорму Гровер, г	1558,6 ± 30,2	1712,8 ± 18,9***	1772,3 ± 28,7***
Жива маса на 36 добу, згодовування комбікорму Гровер, г	2046,8 ± 29,0	2147,5 ± 22,2**	2195,2 ± 45,5**
Абсолютний приріст живої маси за період згодовування комбікорму Гровер (15-36 доба), г	1538 ± 30,5	1590 ± 22,3	1633 ± 46,9
Відносний приріст за період згодовування комбікорму Гровер (15-36 діб), %	120,3 ± 1,2	117,5 ± 0,9	118,2 ± 1,7
Жива маса на 42 добу, згодовування комбікорму Фінішер, г	2580,1 ± 51,9	2752,5 ± 25,2**	2937,5 ± 34,0***
Абсолютний приріст живої маси за період згодовування стартового комбікорму (36-42 доба), г	533,3 ± 33,7	605,0 ± 35,2*	742,3 ± 43,4***
Відносний приріст за період згодовування комбікорму Фінішер (36-42 доба), %	22,9 ± 2,6	24,7 ± 1,4	29,1 ± 1,8**
Абсолютний приріст живої маси за період згодовування стартового комбікорму (3-42 доба), г	2506,2 ± 51,4	2680,2 ± 25,3**	2865,8 ± 34,2***
Відносний приріст за період вирощування (3-42 доба), %	188,8 ± 0,2	189,7 ± 0,2**	190,4 ± 0,2***
Збереженість птиці, %	92	96	96

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

На кінець другого періоду вирощування за згодовування комбікорму Гровер і додаткового введення до раціону добавки Кронацид-Л абсолютний приріст живої маси вищий на 3,4%, хелатного комплексу міді – на 6,1 %. У заключний період вирощування курчат-бройлерів (36-42 дні), яким згодовували комбікорм Фінішер, продовжували інтенсивно рости. Проте, за останній фазовий період вирощування птиці за додаткового введення добавки Кронацид-Л жива маса курчат була вища на 6,9% ($p < 0,01$) і хелатного комплексу міді – на 13,8% ($p < 0,001$), відносний приріст – на 7,9 п.п. і 27,0 п.п. ($p < 0,001$) відповідно. Абсолютний приріст живої маси за весь період вирощування птиці у другій групі вищий на 6,9% ($p < 0,01$), а за введення до раціону хелатного комплексу міді з гліцином – на 14,3% ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою. Відносний приріст за даний період у бройлерів, яким додатково вводили до раціону мінеральні добавки був вищий відповідно на 4,5 п.п. ($p < 0,01$) і 8,5 п.п. ($p < 0,001$). Уведення до раціону птиці досліджуваних добавок позитивно впливало на здоров'я, що відповідно вплинуло на збереженість поголів'я. У дослідних групах даний показник однаковий і вищий на 4% порівняно з даними аналогів у контролі.

Середньодобовий приріст живої маси є основним показником інтенсивності росту птиці. Як видно з даних таблиці 2.15, середньодобовий приріст у різні вікові періоди у всіх групах курчат-бройлерів різнився.

Кращі прирости живої маси отримано у бройлерів за використання у раціоні мінеральних добавок, починаючи з 8 доби вирощування.

Перевага за середньодобовим приростом у птиці другої і третьої груп у період 8-15 день була однаковою і становила 14,4% ($p < 0,001$). У подальші періоди вирощування найбільша перевага з даним показником виявлена у курчат, яким додатково до раціону вводили хелатний комплекс міді. Підвищення середньодобового приросту живої маси були у період 15-22 доби – на 10,7%, 22-29 добу – на 19,2% ($p < 0,001$), 29-36 добу – на 7,5% ($p < 0,01$) і в заключний період вирощування – на 18,8% ($p < 0,001$). За введення до раціону добавку Кронацид-Л також отримано хоча й нижчі показники, ніж у третій

групі, але, все ж таки, вони вищі за дані першої контрольної групи. Перевага у зазначені періоди, починаючи з 15 доби вирощування, за два тижні становила 8,3% ($p < 0,01$) і 1,4%, За 29-36 добу курчата другої групи дещо відставали за добовим приростом живої маси (на 0,9 %).

Таблиця 2.15

Середньодобовий приріст живої ваги курчат-бройлерів у період згодовування добавок з хелатними мікроелементами, г

Період вирощування	Група		
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
3-8	25,5 ± 0,7	27,2 ± 0,8	28,0 ± 0,6
8-15	40,2 ± 1,1	46,0 ± 1,1***	46,0 ± 1,1***
15-22	68,4 ± 1,4	74,1 ± 1,6	75,7 ± 1,7
22-29	81,6 ± 1,5	90,9 ± 1,3***	97,3 ± 1,4***
29-36	62,7 ± 2,8	62,1 ± 2,3	67,4 ± 2,6
36-42	83,2 ± 2,1	86,4 ± 1,4	98,9 ± 2,2***
В середньому за період досліду	62,7 ± 1,3	67,0 ± 0,6**	71,6 ± 0,9***
Затрати корму на приріст, г	2197	2136	1983

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У наступний період (36-42 доба) бройлери зберегли перевагу у рості над контрольною птицею і різниця між групами становила 3,8% ($p < 0,01$). В середньому за весь період досліду найвищий середньодобовий приріст живої маси виявлено у третій групі курчат, яким до раціону вводили хелатний комплекс міді. Птиця даної групи переважали аналогів контрольної за зазначеним показником на 14,2% ($p < 0,001$). Також кращі показники середньодобового приросту живої маси були, порівняно з контрольною групою, у курчат-бройлерів другої групи, яким вводили до раціону добавку Кронацид-Л, з різницею 6,8% ($p < 0,01$). Проте, вони на 6,4 % поступалися птиці третьої групи.

У цьому дослідженні продемонстровано переваги мінеральних добавок у раціоні птиці на оплату приросту кормом у бройлерів. Менше витрачали корму у розрахунку на одиницю приросту живої маси курчат, яким до раціону

вводили хелатний комплекс міді. Птиця контрольної групи поступалася за цим показником на 9,7%, другої групи – на 7,2%. Проте, бройлери, яким у раціоні давали добавку Кроноцид-Л, порівняно з даними у контролі витрачали на 2,8% менше корму на одиницю приросту живої маси.

Витрати кормів – показник ефективності використання поживних речовин корму. Зниження витрат на можливий за рахунок стимуляції росту птиці за введення різних кормових добавок. Вирощування бройлерів на комбікормі з хелатними мікроелементами зменшує витрати корму на одиницю приросту [78]. Споживання корму птицею у трьох групах було майже однаковим, проте виявлена різниця у витратах корму на приріст живої маси. Витрати корму на одиницю приросту у бройлерів, що отримували до основного раціону хелатний комплекс міді та добавку Кроноцид-Л з хелатними мікроелементами з вільним доступом були значно нижчими. У тваринництві та птахівництві для визначення потенціалу засвоєння поживних речовин раціону використовується метод балансу поживних речовин. Включення до раціону курчат-бройлерів добавок з хелатними мікроелементами позитивно вплинуло на засвоєння поживних речовин корму. У наших дослідженнях раціони курчат були сформовані за трифазною годівлею і мали у своєму складі всі необхідні складові для успішного розвитку. При введенні до раціону курчат хелатного комплексу міді та добавки Кроноцид-Л засвоюваність поживних складових кормів збільшується. Коефіцієнти перетравності поживних речовин корму у цих групах птиці перевищували достовірно дані у контрольній групі. Наші результати узгоджуються з результатами, проведеними Tymoshenko et al. [113], які підтвердили, що хелатні форми мікроелементів мають більшу здатність до поглинання організмом, що сприяє збільшенню продуктивності птиці.

За результатами балансових досліджень виявлено покращення конверсії корму, тобто підвищенню перетравності поживних речовин раціону курчат-бройлерів (табл. 2.16). Додаткове введення до раціону бройлерів хелатного комплексу міді підвищувало перетравність сухої речовини на 20 п.п. ($p < 0,01$), органічної речовини – на 3,7 п.п. ($p < 0,001$), протеїну – на 4,1 п.п. ($p < 0,001$),

жиру – на 3,1 п.п. ($p < 0,001$), клітковини – на 11,7 п.п. ($p < 0,001$) і БЕР – на 2,3 п.п. ($p < 0,001$). У другій групі птиці прослідковується аналогічна тенденція щодо підвищення перетравності поживних складових корму.

Таблиця 2.16

Перетравність поживних речовин корму курчатами-бройлерами за введення до раціону добавок з хелатними мікроелементами, %

Показник	Група		
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
Суха речовина	80,5 ± 0,3	81,3 ± 0,2*	82,1 ± 0,2**
Органічна речовина	81,2 ± 0,3	83,7 ± 0,4***	84,2 ± 0,6***
Протеїн	83,1 ± 0,4	85,3 ± 0,3***	86,5 ± 0,7***
Жир	78,3 ± 0,3	79,4 ± 0,2**	80,7 ± 0,2***
Клітковина	12,8 ± 0,08	13,7 ± 0,11***	14,3 ± 0,09***
БЕР	82,7 ± 0,2	83,8 ± 0,3**	84,6 ± 0,3***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Так, виявлено збільшення конверсії сухої речовини на 1,0 п.п., органічної речовини – на 3,1 п.п. ($p < 0,001$), протеїну – на 2,7 п.п. ($p < 0,001$), жиру – на 1,4 п.п. ($p < 0,01$), клітковини – на 7,0 п.п. ($p < 0,01$) і БЕР – на 1,3 п.п. ($p < 0,01$).

Додаткове введення до раціону курчат-бройлерів мало також позитивний вплив на показники забою, вихід туші, м'яса та внутрішніх органів (табл. 2.17).

Забійний вихід туші бройлерів, яким згодовували хелатний комплекс міді та добавку Кроноцид-Л, вищий порівняно з аналогічними показниками контрольної групи. Якщо порівнювати вихід грудних м'язів у третій групі з даними контролю, то він вищий на 6,2 п.п. ($p < 0,01$). У другій групі курчат також отримано більше ($p < 0,05$) грудних м'язів (на 5,3 п.п.), ніж від курчат, яким до раціону не вводили мінеральні добавки. Птиця другої і третьої груп мала вищу м'ясистість стегон. У цих групах отримано дещо більшу кількість стегових м'язів, але менше м'язів гомілки (на 2,1 і 2,7 п.п. відповідно).

Відбулися зміни у масі внутрішніх органів за введення до раціону птиці мінеральних добавок. У другій групі курчат-бройлерів отримано на 19,4% і в третій – на 19,0 % більше за масою печінки ($p < 0,05$). У птиці другої групи

маса серця менша на 6,1% ($p < 0,01$). Не було виявлено суттєвого впливу досліджуваних мінеральних добавок на масу м'язового шлунку.

Таблиця 2.17

Показники забою курчат-бройлерів за впливу добавок з хелатними мікроелементами

Вік птиці	Група		
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
Передзабійна маса, г	2690,0 ± 37,8	2893 ± 18***	2911 ± 34***
Маса напівпатраної тушки, г	2193,0 ± 43,7	2390 ± 31***	2513 ± 39***
Маса патраної тушки, г	2009,7 ± 34,5	2146 ± 19***	2189 ± 28***
Забійний вихід, %	74,6 ± 0,2	75,0 ± 0,4	75,2 ± 0,2*
Маса грудних м'язів, г	610,3 ± 32,9	695,0 ± 19,1*	708,0 ± 20,0*
у % до патраної тушки	30,4 ± 0,4	32,0 ± 0,3*	32,3 ± 0,5**
Маса стегнових м'язів, г	237,7 ± 5,0	257,3 ± 4,9*	262,3 ± 4,9**
у % до патраної тушки	11,83 ± 0,07	11,87 ± 0,03	11,98 ± 0,09
Маса м'язів гомілки, г	192 ± 3,4	202,6 ± 4,4	203,3 ± 4,3*
у % до патраної тушки	9,55 ± 0,07	9,35 ± 0,2	9,29 ± 0,08
Маса, г: печінки	57,3 ± 3,3	68,4 ± 3,0*	68,2 ± 2,2*
серця	14,7 ± 0,1	13,8 ± 0,2**	14,2 ± 0,2
м'язового шлунка	18,6 ± 0,2	18,3 ± 0,2	17,8 ± 0,1**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Проведені дослідження підтвердили, що застосування кормових добавок з вмістом хелатних мікроелементів для курчат-бройлерів позитивно позначилося на господарсько-корисних ознаках, що сприяло підвищенню живої маси, забійного виходу, конверсії поживних речовин корму.

2.4. Продуктивність та забійні показники курчат-бройлерів за використання кормової добавки «ALKOSEL»

Продуктивність м'яса курчат-бройлерів можна збільшити за рахунок застосування кормових добавок природнього походження. Показники живої маси та приростів є основними ознаками продуктивності курчат-бройлерів.

У 14-добових курчат-бройлерів другої групи за впливу кормової мінеральної добавки «ALKOSEL» виявлено збільшення живої маси на 4,3% ($p < 0,05$) відносно контрольних аналогів (табл. 2.18).

Таблиця 2.18

Жива маса та збереженість курчат-бройлерів за використання кормової добавки «ALKOSEL», г ($M \pm m$, $n = 20$)

Вік, діб	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
1	47,8 ± 1,05	47,6 ± 1,14
7	125,0 ± 2,28	130,6 ± 2,32
14	388,5 ± 4,65	405,5 ± 5,84*
21	772,8 ± 11,24	822,5 ± 10,82**
28	1334,6 ± 13,48	1395,8 ± 14,08**
35	1832,7 ± 15,85	2042,6 ± 16,46***
42	2428,0 ± 16,64	2633,0 ± 17,32***
Збереженість, %	95,0	98,0

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У 21-добовому віці за згодовування кормової добавки курчата-бройлери другої групи мали більшу живу масу на 6,4% ($p < 0,01$), у 28 діб – на 4,5% ($p < 0,01$) та у 35 діб – на 11,4% ($p < 0,001$) проти контролю.

За використання мінеральної кормової добавки у годівлі курчат-бройлерів у віці 42 доби збільшення живої маси відбулося на 8,4% ($p < 0,001$), порівняно з контрольними аналогами. Крім того, у 29-35-добовому віці курчата другої групи мали більший середньодобовий приріст на 29,7% ($p < 0,001$) проти контрольної групи (табл. 2.19).

Таблиця 2.19

**Середньодобовий приріст курчат-бройлерів за використання
кормової добавки «ALKOSEL», г (M ± m, n = 20)**

Вік курчат, діб	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1 - 7	11,0 ± 0,48	11,9 ± 0,56
8 - 14	37,6 ± 1,25	39,3 ± 1,32
15 - 21	54,9 ± 1,74	59,6 ± 1,83
22 - 28	80 ± 2,12	81,9 ± 2,26
29 - 35	71,2 ± 2,34	92,4 ± 2,58***
36 - 42	85,0 ± 2,72	84,3 ± 2,93
У середньому весь період дослід	56,7 ± 2,64	61,6 ± 2,52

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У середньому за весь період дослід за додаткового згодовування мінеральної кормової добавки середньодобовий приріст у курчат-бройлерів другої групи перевищував контрольних аналогів на 8,6%.

Водночас, досліджували абсолютний приріст птиці за використання досліджуваної кормової добавки (табл. 2.20).

Таблиця 2.20

Абсолютний приріст птиці, г (M ± m, n =20)

Вік курчат, діб	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
1-7	77,2 ± 2,15	83,0 ± 2,23
8-14	264,0 ± 4,68	275,0 ± 5,74
15-21	384,0 ± 5,46	417,0 ± 6,27***
22-28	560,0 ± 6,84	573,0 ± 7,12
29-35	498,0 ± 7,26	647,0 ± 8,06***
36-42	595,0 ± 8,35	590,0 ± 8,47
За весь період дослід	2380 ± 12,84	2585 ± 14,38***

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Необхідно відмітити, що у віці 15-21 доба курчата-бройлери другої групи мали перевагу за абсолютним приростом на 8,5% ($p < 0,001$) та у 22-28 діб – на 29,9% ($p < 0,001$) проти контролю.

За весь період вирощування курчат-бройлерів за дії мінеральної добавки абсолютний приріст другої групи збільшився на 8,6% ($p < 0,001$) відносно контрольних аналогів.

Водночас, протягом досліду під впливом згодовування мінеральної добавки відзначається тенденція до збільшення відносного приросту живої маси курчат-бройлерів, проте вірогідної різниці не встановлено (табл. 2.21).

Таблиця 2.21

Відносний приріст бройлерів за дії мінеральної добавки, % ($M \pm m, n = 20$)

Вік курчат, діб	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
1 - 7	89,4 ± 2,84	93,2 ± 3,12
8 - 14	103 ± 3,06	103,1 ± 3,27
15 - 21	66,2 ± 2,54	67,9 ± 2,86
22 - 28	53,2 ± 2,23	51,7 ± 2,62
29 - 35	31,5 ± 1,93	37,6 ± 2,08
36 - 42	27,9 ± 1,63	25,3 ± 1,84

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Під час досліду проводили облік кормів. Виявлено, що додаткове згодовування мінеральної добавки знижує витрати корму на 1 кг приросту курчат-бройлерів (табл. 2.22).

Таблиця 2.22

Витрати корму курчатами-бройлерами, кг

Група	Витрати кормів, кг					
	за період досліду		на одну голову		на 1 кг приросту	
	всього	± до контролю	всього	± до контролю	всього	± до контролю
1– контрольна	89	-	4,3	-	1,80	-
2 – дослідна	91	+2	4,4	+ 0,2	1,70	- 0,1

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено, що у птиці другої групи за використання мінеральної добавки витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 5,5% проти даних з контрольної групи.

Одними із основних показників продуктивності курчат-бройлерів є показники забою, які були дещо кращими у курчат-бройлерів за згодовування досліджуваної мінеральної добавки «ALKOSEL» (табл. 2.23).

Таблиця 2.23

Забійні показники курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група	
	1–контрольна	2 – дослідна
Передзабійна жива маса	2420,0 ± 17,52	2625,0 ± 18,35****
Маса непатраної туші	2262,8 ± 18,64	2492,0 ± 19,83****
Маса напівпатраної тушки	2114,5 ± 21,47	2205,6 ± 22,62*
Маса патраної тушки	1685,0 ± 20,38	1820,0 ± 19,76**
Маса грудних м'язів	492,5 ± 10,37	560,2 ± 10,82**
Маса стегнових м'язів	405,6 ± 9,24	464,6 ± 8,45**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Слід відзначити, що курчата-бройлери, які додатково до раціону споживали мінеральну кормову добавку переважали за передзабійною живою масою на 8,4% ($p < 0,001$), масою непатраної тушки – на 10,1% ($p < 0,001$), напівпатраної – на 4,3% ($p < 0,05$) та патраної – на 8,0% ($p < 0,01$) відносно контрольного показника. Крім того, маса грудних м'язів у птиці другої групи збільшилася на 13,7% ($p < 0,01$) та стегнових – на 14,5% ($p < 0,01$) проти контролю.

Вихід продуктів забою курчат-бройлерів за згодовування досліджуваної добавки суттєво не відрізняються (табл. 2.24).

У дослідній групі встановлено незначне підвищення виходу грудних та стегнових м'язів на 2,0 та 3,6% відповідно. Що стосується маси внутрішніх органів, то встановлено тенденцію до збільшення м'язового шлунка (на 6,7%) і незначного збільшення маси печінки, серця та залозистого шлунка. Проте

вірогідних змін між групами не виявлено.

Таблиця 2.24

**Вихід продуктів забою курчат-бройлерів за згодовування добавки
«ALKOSEL», % (M ± m, n = 4)**

Показник	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
Непатрана тушка	93,5 ± 1,42	91,2 ± 1,65
Напівпатрана тушка	88,1 ± 1,65	84,6 ± 1,73
Патрана тушка	69,6 ± 2,15	68,6 ± 1,85
Грудні м'язи	20,3 ± 1,34	20,7 ± 1,41
Стегнові м'язи	16,7 ± 1,12	17,3 ± 1,08
Стравохід	8,4 ± 0,46	8,8 ± 0,51
Залозистий шлунок	7,8 ± 0,24	7,9 ± 0,38
М'язовий шлунок	31,4 ± 0,67	33,5 ± 0,75
Серце	14,5 ± 0,58	14,8 ± 0,62
Легені	12,1 ± 0,82	12,4 ± 0,73
Печінка	46,4 ± 0,55	46,9 ± 0,64
Жовчний міхур	2,5 ± 0,41	2,7 ± 0,56
Підшлункова залоза	4,3 ± 0,63	4,5 ± 0,84
Нирки	13,2 ± 0,94	13,4 ± 0,72
Селезінка	2,6 ± 0,38	2,8 ± 0,29

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Під час контрольного забою було відібрано зразки крові птиці для їх гематологічного аналізу (табл. 2.25).

Встановлено, що показники крові знаходяться в межах фізіологічних норм. Використання мінеральної кормової добавки у раціоні курчат-бройлерів другої групи сприяє збільшенню загального білка крові на 3,7% та еритроцитів крові – на 10,3 % проти контрольного значення.

Таблиця 2.25

Гематологічні та біохімічні показники курчат-бройлерів, (M±m, n-4)

Показник	Група	
	1– контрольна	2 – дослідна
Загальний білок, г/л	37,2 ±0,32	38,6 ±0,54
Альбумін, %	44,2±0,63	45,4 ±0,48
Глобулін, %	56,5 ±0,72	57,2 ±0,85
Кальцій, ммоль/л	3,81 ±0,06	4,02 ±0,10
Фосфор, ммоль/л	2,02 ±0,09	2,18±0,16
Еритроцити, Т/л	2,8 ± 0,19	3,2 ± 0,14
Гемоглобін, г/л	94,2 ±1,12	95,4 ± 0,85
Лейкоцити, Г/л	24,5 ± 0,26	25,1 ± 0,38

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

2.5. Вплив мінеральної добавки «Селен Іст» на продуктивність та забійні показники курчат-бройлерів

Додаткове згодовування мінеральної кормової добавки підвищує живу масу курчат-бройлерів другої групи (табл. 2.26).

Таблиця 2.26

Інтенсивність росту та збереженість бройлерів за впливу мінеральної добавки «Селен Іст», г (M ± m, n =20)

Вік, діб	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
1	42,2 ± 0,21	42,5 ± 0,32
7	174,5 ± 2,37	178,6 ± 2,44
14	419,6± 5,48	430,5 ± 6,26
21	830,8 ± 8,55	844,6 ± 9,12
28	1258,6 ± 12,37	1305,4 ±13,46*
35	1864,4 ± 20,58	1975,0±19,34***
42	2539,8 ± 22,43	2664,7 ± 24,52***
Збереженість, %	90	95

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

У віці 28 діб жива маса бройлерів другої групи збільшилась на 3,7% ($p < 0,05$), відносно контрольної групи. У 35-добовому віці курчата-бройлери другої групи були більші за вагою від контрольних аналогів на 5,9 % ($p < 0,001$). У кінці досліду, на 42 добу, у курчат-бройлерів другої групи, які споживали мінеральну кормову добавку жива маса переважала на 4,9% ($p < 0,001$) порівняно з контролем.

Водночас визначали середньодобові та абсолютні прирости птиці за дії досліджуваної кормової добавки (табл. 2.27).

Таблиця 2.27

Середньодобовий приріст живої маси птиці, г ($M \pm m$, $n = 20$)

Вік курчат, діб	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
7	18,9 ± 0,31	19,5 ± 0,26
14	35,0 ± 0,43	35,9 ± 0,51
21	58,7 ± 0,54	59,1 ± 0,67
28	61,1 ± 0,87	65,8 ± 0,98**
35	86,5 ± 1,05	95,7 ± 1,12***
42	96,5 ± 1,17	98,6 ± 1,23
У середньому за дослід	59,5 ± 0,78	62,4 ± 0,82**

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Так, у курчат-бройлерів другої групи за згодовування мінеральної добавки середньодобовий приріст у 28 діб підвищився на 7,6% ($p < 0,01$) та у 35 діб – на 10,6% ($p < 0,001$), проти з контрольними аналогами. У середньому за період досліду середньодобовий приріст у другій групі курчат був більший на 4,8% ($p < 0,01$) відносно контрольних аналогів.

Слід відзначити, що за дії мінеральної добавки у бройлерів другої групи вірогідно збільшувався абсолютний приріст (рис. 2.1).

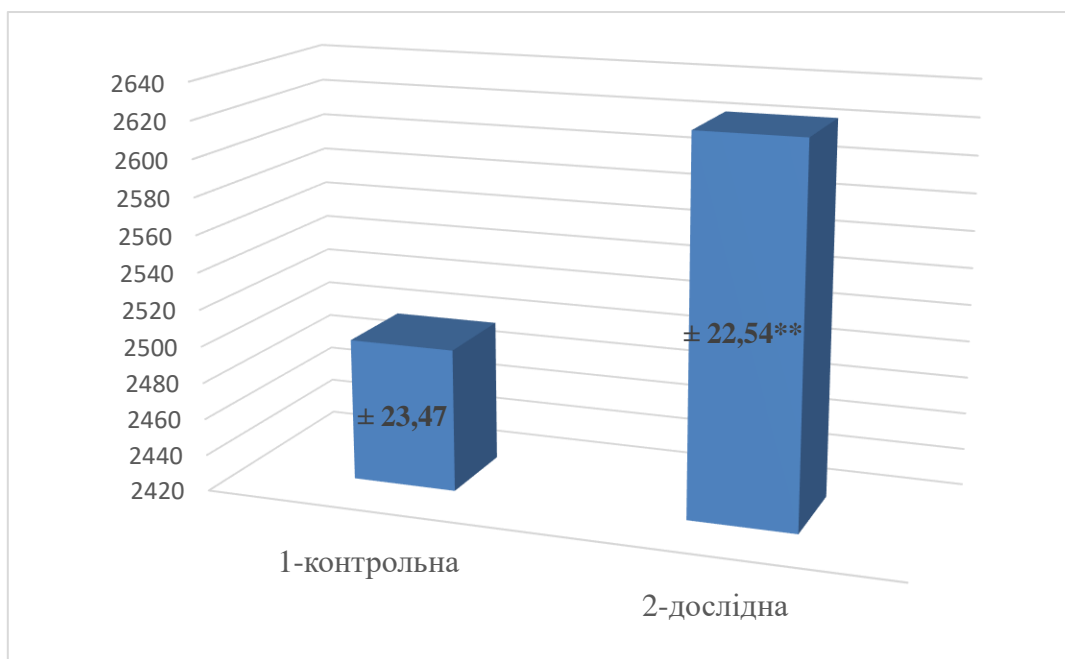


Рис. 2.1. Абсолютний приріст курчат-бройлерів за період досліду, г

Встановлено, що за весь період досліду абсолютний приріст був більший на 5,0% ($p < 0,01$) проти контрольної групи.

Необхідно зауважити, що витрати корму на одиницю приросту знижувалися порівняно з контрольною групою на 9,0% (табл. 2.28).

Таблиця 2.28

Витрати корму птицею, кг

Витрати кормів	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
За період досліду по групі	84,6	85,5
На одну голову (з урахуванням збереженості)	4,7	4,5
На 1 кг приросту	1,88	1,71

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Витрати корму на голову з урахуванням відсотка збереженості птиці у дослідній групі менші на 4,3%.

За результатами контрольного забою птиці було встановлено, що за додаткового згодовування мінеральної добавки у курчат-бройлерів другої

групи збільшується передзабійна жива маса на 5,0 % ($p < 0,01$), маса непатраної тушки на 5,6% ($p < 0,01$), напівпатраної на 5,5 % ($p < 0,01$) та патраної на 6,2 % ($p < 0,01$), проти контрольного значення (табл. 2.29).

Таблиця 2.29

Забійні показники курчат-бройлерів, г ($M \pm m, n = 4$)

Показник	Група	
	1-контрольна	2-дослідна
Передзабійна жива маса	2532,0 \pm 36,23	2660,0 \pm 32,45**
Маса непатраної тушки	2412,5 \pm 33,74	2548,2 \pm 30,25**
Маса напівпатраної тушки	2175,0 \pm 28,12	2296,4 \pm 26,33**
Маса патраної тушки	1868,2 \pm 26,48	1985,6 \pm 24,52**
Маса грудних м'язів	484,6 \pm 12,26	562,4 \pm 10,83*
Маса стегнових м'язів	345,8 \pm 9,14	470,5 \pm 8,25***
Вихід патраної тушки	73,7 \pm 1,43	74,6 \pm 1,57
Вихід грудних м'язів	19,1 \pm 1,15	21,1 \pm 1,22
Вихід стегнових м'язів	13,6 \pm 1,08	17,6 \pm 1,14*
Стравохід	8,1 \pm 0,65	8,2 \pm 0,81
Залозистий шлунок	7,2 \pm 0,34	7,4 \pm 0,46
М'язовий шлунок	29,1 \pm 0,69	30,8 \pm 0,53
Печінка	48,7 \pm 2,28	50,6 \pm 1,75
Підшлункова залоза	5,4 \pm 1,54	5,6 \pm 1,89
Селезінка	2,1 \pm 0,19	2,2 \pm 0,21
Нирки	12,5 \pm 1,16	13,1 \pm 1,34
Серце	14,5 \pm 1,24	14,9 \pm 1,53
Легені	15,0 \pm 1,12	15,2 \pm 1,18

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Крім того, за дії досліджуваної кормової добавки збільшується маса грудних м'язів у бройлерів другої групи на 16,0% ($p < 0,05$) та стегнових на 36,0% ($p < 0,001$) відносно контрольних показників.

У бройлерів другої групи більший вихід стегнових м'язів на 29,4% ($p < 0,05$) проти контрольної групи.

У другій групі виявлено тенденція до підвищення маси внутрішніх

органів, однак вірогідної різниці з контролем не встановлено.

Аналогічна тенденція спостерігається до збільшення маси тонкого і товстого кишечника у курчат-бройлерів (табл. 2.30).

Таблиця 2.30

Маса тонкого і товстого кишечника курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n = 4$)

Орган травлення		Група	
		1–контрольна	2– дослідна
Тонкий кишечник:	дванадцятипала кишка	12,3± 1,27	12,7 ± 1,35
	порожня кишка	30,8 ± 2,62	31,5 ± 2,49
	клубова кишка	28,9 ± 3,15	29,6 ± 2,56
Товстий кишечник:	права сліпа кишка	9,0 ± 2,39	9,2 ± 1,74
	ліва сліпа кишка	7,2 ± 1,08	7,5 ± 0,87
	пряма кишка	2,2 ± 0,74	2,3 ± 0,53

За дії мінеральної добавки відзначається підвищення маси дванадцятипалої, порожньої та клубової кишок у бройлерів другої групи, однак вірогідної різниці з контролем не виявлено.

Слід відзначити, що згодовування мінеральної добавки суттєво не впливає на лінійні проміри органів травлення курчат-бройлерів (табл. 2.31).

При вивченні ефективності використання різних кормових добавок у годівлі сільськогосподарської птиці важливого значення треба надавати дослідженням крові, оскільки вони достатньо об'єктивно характеризують те внутрішнє середовище, у якому відбуваються процеси життєдіяльності організму. Численні процеси синтезу та розпаду, що відбуваються в організмі високопродуктивної птиці, насамперед супроводжуються певними змінами картини крові. Завдяки своєрідній реакції на різні чинники зовнішнього середовища та чутливості, картина крові буває вагомим аргументом, а іноді вирішальною ланкою в оцінці фізіологічного стану птиці, обмінних процесів та рівня природної неспецифічної резистентності у її організмі.

Таблиця 2.31

Лінійні проміри органів травлення, см ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник		Група	
		1–контрольна	2–дослідна
Довжина стравоходу		12,8 ± 1,64	13,4 ± 2,08
Проміри залозистого шлунку	довжина	3,9 ± 0,45	4,1 ± 0,51
	ширина	1,8 ± 0,25	2,0 ± 0,37
	третій промір	0,9 ± 0,07	1,0 ± 0,11
Проміри м'язового шлунку	довжина	5,9 ± 0,19	6,2 ± 0,23
	ширина	4,5 ± 0,22	4,7 ± 0,31
	третій промір	2,0 ± 0,37	2,2 ± 0,14
Тонкий кишечник	дванадцятипала кишка	28,8 ± 0,74	31,3 ± 1,05
	порожня кишка	59,4 ± 1,68	61,7 ± 2,16
	клубова кишка	77,6 ± 2,45	79,8 ± 2,83
Товстий кишечник	права сліпа кишка	19,5 ± 1,62	20,9 ± 1,57
	ліва сліпа кишка	18,2 ± 1,02	19,4 ± 0,96
	пряма кишка	8,0 ± 1,14	8,2 ± 1,04

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Зміна біохімічних показників крові, свідчить про порушення обмінних процесів в організмі птиці, про дію хімічних, токсичних та інфекційних (бактерій, вірусів) агентів, а також дозволяє оцінити роботу внутрішніх органів. Клітини органів і тканин організму птахів містять специфічні ферменти, а при їх пошкодженні ці біологічно активні речовини вивільнюються в кров. Відхилення рівня ферментів, макро- і мікроелементів в крові свідчить про грубі порушення структури життєво важливих органів та тканин.

Використання мінеральної добавки у годівлі курчат-бройлерів сприяє поліпшенню показників крові курчат-бройлерів (табл. 2.32).

Встановлено, що за дії мінеральної добавки у курчат-бройлерів другої групи рівень гемоглобіну збільшилася на 5,3% ($p < 0,05$) відносно контрольного значення. За результатами біохімічних показників встановлено, що застосування мінеральної добавки сприяє тенденції до підвищення рівня загального білка на 4,5%, альбумінів на 4,9% та глобулінів на 4,2%, проте вірогідної різниці не виявлено.

Таблиця 2.32

Морфологічні та біохімічні показники крові бройлерів ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Гемоглобін (г/л)	120,4 ± 1,47	126,8 ± 1,54*
Еритроцити (Т/л)	3,4 ± 0,36	3,5 ± 0,28
Лейкоцити (Г/л)	19,5 ± 0,82	20,4 ± 0,74
ШОЕ (мм/год)	1,7 ± 0,45	1,5 ± 0,38
Загальний білок, г/л	30,8 ± 2,14	32,2 ± 2,24
Альбуміни, г/л	14,2 ± 1,62	14,9 ± 1,75
Глобуліни, г/л	16,6 ± 2,04	17,3 ± 2,35
АЛАТ, од./л	3,9 ± 1,46	4,0 ± 1,82
АсАТ, од./л	174,5 ± 19,53	182,6 ± 21,45
Білірубін, мкмоль/л	4,1 ± 0,61	4,2 ± 0,49
Лужна фосфатаза, од./л	1497,5 ± 78,52	1524,6 ± 81,34
Холестерол, ммоль/л	2,1 ± 0,36	2,2 ± 0,25
Глюкоза, ммоль/л	7,8 ± 0,62	8,1 ± 1,54
Сечовина, ммоль/л	1,1 ± 0,29	1,0 ± 0,38
Кальцій, ммоль/л	2,6 ± 0,32	2,8 ± 0,42
Фосфор, ммоль/л	2,0 ± 0,18	2,2 ± 0,26

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

2.6. Ріст і розвиток курчат-бройлерів за введення до раціону мінеральної добавки Біотан

До основних показників росту та розвитку птиці відносяться жива маса, абсолютний та середньодобовий її приріст, вгодованість та оплата корму продукцією. Жива маса характеризує накопичення тканин тіла у ростучого молодняка. Показники абсолютного та середньодобового приросту живої маси дають уявлення про інтенсивність та швидкість росту птиці за певний період часу. Одним з критеріїв відповідності годівлі птиці і факторів, що визначають її подальшу продуктивність і репродуктивні якості, є жива маса на усіх стадіях

продуктивного періоду.

Відомо, що продуктивність птиці залежить від організації повноцінної годівлі, складовою частиною якої є забезпеченість раціонів необхідними мінеральними речовинами. При дефіциті мінеральних речовин в раціоні спостерігається сповільнення росту птиці, зниження продуктивності, а також збільшення захворюваності, втрати птиці та погіршення якості виробленої продукції.

Дослідження проводилися на курчатах-бройлерах за схемою наведеної на рисунку 2.2. Для цього було відібрано 2 групи одноденних курчат-бройлерів Кобб-500 по 15 голів в кожній.

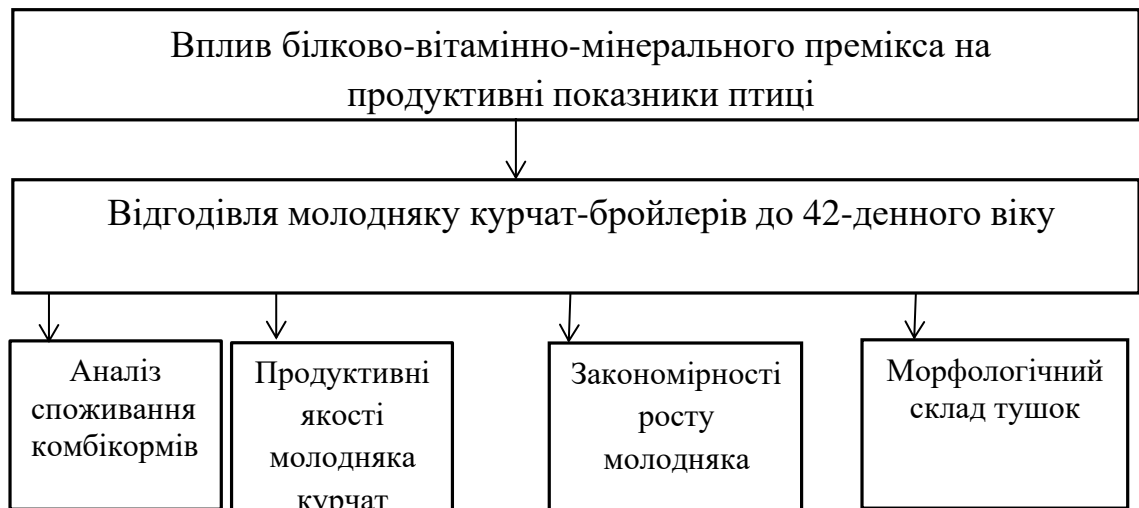


Рис. 2.2. Схема досліджень

Перша контрольна група споживала основний раціон, збалансований за усіма поживними речовинами, друга дослідна – до складу раціону вводили білково-вітамінно-мінеральний премікс Біотан, із розрахунку 0,5 г на голову на добу. Дослідний період тривав 42 дні. Концентрат преміксу містить макро- та мікроелементи, вітаміни, ендо- та екзогенні амінокислоти, необхідні для нормального функціонування організму. Склад білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан: кислота аспарагінова – 4,38 г, кальцій – 238,00 г, кислота глютамінова – 6,74 г, фосфор – 85,00 г, треонін – 2,12 мг, магній – 17,33 г,

серин – 2,05 мг, залізо – 0,80 г, пролін – 0,93 мг, мідь – 0,20 г, гліцин – 2,09 мг, кобальт – 0,05 г, аланін – 2,94 мг, цинк – 2,40 г, цистин – 0,34 мг, марганець – 0,95 г, триптофан – 0,45 мг, вітамін А – 0,04 мг, валін – 2,48 мг, вітамін Е – 0,63 мг, ізолейцин – 2,30 мг, вітамін В₁ – 0,70 мг, лейцин – 3,35 мг, вітамін В₂ – 3,48 мг, тирозин – 1,44 мг, вітамін В₆ – 1,40 мг, фенілаланін – 1,8 мг, вітамін В₁₂ – 0,004 мг, гістидин – 1,20 мг, вітамін РР – 47,16 мг, аргінін – 2,68 мг, лізин – 3,74 мг, метіонін – 0,90 мг.

Під час досліду для годівлі курчат-бройлерів використовувалася трьохфазна програма годівлі, орієнтована на вік птиці: початкова фаза тривала від 1 до 15 днів, фаза росту розпочиналася з 16-го дня і тривала до 35-го дня, завершальна фаза тривала від 36 до 42 днів. Під час проведення досліджень курчат-бройлерів годували повноцінними, збалансованими за поживними речовинами, сухими кормами. Комбікорми для годівлі птиці відповідали віку птиці, тому для кожної фази використовувався відповідний комбікорм. На початку експерименту протягом перших 15 днів використовувався стартовий комбікорм «Стартер ПК5-1», з 16-го дня до 35-го дня – ростовий комбікорм «Гровер», а з 36-го по 42-й день – фінішний комбікорм «Фінішер». Комбікорми відповідали поточним віковим потребам у поживних речовинах для вирощування бройлерів і були вільні від антибіотиків та стимуляторів росту. До складу комбікормів входили: кукурудза, пшениця, соєва макуха, білкова добавка, шрот соняшниковий, вітамінно-мінеральний премікс, ензими, амінокислоти, сіль, бікарбонат натрію, інгібітор плісняви, кокцидіостатик, мідь сірчаноокисла, бетаїн, вапнякове борошно, соєвий шрот.

У ході досліджень дотримувалися стандартів з утримання та догляду за курчатами-бройлерами. Температура повітря у приміщенні на початку експерименту становила 32 °С, і протягом досліду щотижня її зменшували на 2°С. На 14-й день знижували до 26 °С, на 21-й – до 24 °С, і на 24-й – до 21 °С, а далі до кінця періоду відгодівлі підтримували на рівні 21 °С. Протягом усього дослідного періоду також контролювали світловий режим у віварію. Протягом першого тижня бройлерам забезпечували тривалість світлового дня протягом

23 годин на добу. З 8-го до 39-го дня поступово скорочували світловий період до 20 годин, а з 40-го дня до кінця дослідження знову збільшували до 23 годин щодня.

Середньодобовий приріст живої маси тварин вираховували за формулою:

$$СП = (Ж_2 - Ж_1) / t,$$

де $СП$ – середньодобовий приріст, г; $Ж_1$ – жива маса на початку періоду, г; $Ж_2$ – жива маса в кінці періоду, г; t – тривалість періоду, діб.

Індекс м'ясних якостей розраховували за формулою:

$$ІМЯ = (МІ / МН) \times 100,$$

де, $ІМЯ$ – індекс м'ясних якостей; $МІ$ – маса їстівних частин тушки; $МН$ – маса неїстівних частин.

М'ясо-кістковий індекс розраховували за формулою:

$$МКІ = (ММ / МК) \times 100,$$

де, $МКІ$ – м'ясо-кістковий індекс; $ММ$ – маса м'язів; $МК$ – маса кісток.

Особливості ростових змін молодняку оцінювали, використовуючи індекси:

індекс інтенсивності формування живої маси (Δt):

$$\Delta t = (W_{28} - W_0) : 0,5 (W_{28} + W_0) - (W_{42} - W_3) : 0,5 (W_{42} + W_{28})$$

де: W_0 – жива маса на початок періоду, кг;

W_{28} – жива маса у віці 28 днів, кг;

W_{42} – жива маса у віці 42 дні, кг

індекс рівномірності росту (I_p):

$$I_p = 1 : (1 + \Delta t) \times СП$$

де $СП$ – середньодобовий приріст, г

індекс напруги росту (I_n):

$$I_n = \Delta t : ВП \times СП$$

де $ВП$ – відносний приріст за різні вікові періоди.

Проведені дослідження з використанням білково-вітамінно-мінерального комплексу Біотан у годівлі курчат-бройлерів показали позитивний вплив на їхню живу масу (табл. 2.33).

Таблиця 2.33

Динаміка живої маси курчат-бройлерів за введення до раціону білково-вітамінно-мінерального премікса Біотан, г

Вік птиці, днів	Група	
	контрольна	дослідна
1	40,2±0,3	40,1±0,2
7	159,3±2,1	169,9±2,7
14	473,6 ± 4,7	507,5 ± 5,9
21	725,5±4,5	767,8±3,2
28	1230,4±3,2	1364,2±3,1
35	1774,8±5,2	1921,5±4,6
42	2357,2±9,4	2554,6±8,3
Середньодобовий приріст, г	55,4±0,8	59,9±0,3
Конверсія корму на 1 кг приросту, кг	1,98	1,83

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

За даними результатів досліджень встановлено міжгрупові відмінності за показниками живої маси. Так, жива маса курчат-бройлерів за згодовування у складі раціону білково-вітамінно-мінеральної добавки Біотан переважала аналогів контрольної групи у всі вікові періоди. На 7 добу перевага у дослідній групі становила 6,6%, на 14 добу – 7,1%, на 21 добу – 5,8%, 28 добу – на 10,9%, 35 добу – на 8,3%. До кінця вирощування дослідні бройлери перевищували за живою масою контрольних аналогів на 8,4%.

Для повнішої характеристики росту піддослідних курчат-бройлерів вивчали динаміку абсолютного та середньодобового приросту живої маси (табл. 2.34).

Таблиця 2.34

Абсолютний приріст живої маси курчат-бройлерів, г

Віковий період, дні	Група	
	контрольна	дослідна
1-7	119,1±1,24	129,8±2,4
8-14	314,3±4,8	337,6±6,2
15-21	251,9±2,6	260,3±3,1
22-28	504,9±1,47	596,4±4,3
29-35	544,4±2,66	557,3±4,7
36-42	582,4±6,27	633,1±9,4
1-42	2317,0±14,6	2514,4±9,5

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлено, що інтенсивність росту курчат дослідної групи була вищою протягом усього періоду вирощування, про що свідчать і показники середньодобових приростів живої маси. При цьому було виявлено, що за показниками абсолютного приросту живої маси бройлери піддослідних груп відрізнялися вже з 8-денного віку. У період з 8 до 14-денного віку абсолютний приріст живої маси курчат, що отримували в складі раціону білково-вітамінно-мінеральну добавку Біотан, був вищий, ніж у аналогів з контролю на 7,4%, з 15-21 день – на 3,3%; з 22-28 день – на 18,1%, 29-35 день – на 2,4%, 36-42 день – на 8,7%. Найбільш істотна різниця за цим показником спостерігалася у віці 8-14, 22-28 та 36-42 днів. За весь період вирощування з добового до 42-денного віку абсолютний приріст живої маси курчат дослідної групи перевищував контроль на 8,5%.

У зв'язку з тим, що абсолютні значення живої маси та її приростів не повною мірою характеризують ріст курчат-бройлерів. У роботі досліджувалися відносні значення приросту живої маси курчат. Розрахунки показали, що відносний приріст живої маси був вищим у курчат дослідної групи протягом усього вирощування (табл. 2.35).

Таблиця 2.35

Відносний приріст живої маси курчат-бройлерів, %

Віковий період, дні	Група	
	контрольна	дослідна
1-7	119,4	123,6
8-14	79,6	96,6
15-21	42,0	43,8
22-28	25,8	52,9
29-35	36,2	36,9
36-42	28,2	28,2

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Найвищий відносний приріст живої маси у курчат у перший тиждень вирощування 119,4 у контролі та 123,6 – у дослідній групі. У подальші дні вирощування інтенсивність росту зменшувалася в обох групах. Проте, бройлери дослідної групи мали вищі показники за відносним приростом живої маси, за другий тиждень перевага становила 21,3 п.п., третій – 4,3 п.п., четвертий – майже у два рази вища і за 36-42 день – різниця була незначною.

Отже, використання у раціонах курчат-бройлерів білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан сприяло збільшенню в дослідній групі живої маси, середньодобових приростів.

Враховуючи особливості онтогенезу, а саме нерівномірність, періодичність та ритмічність росту тварин, визначали відносний приріст за суміжні періоди та індекси інтенсивності формування живої маси, напруги росту і рівномірності росту (табл. 2.36).

Про напруженість росту, тобто збільшення живої маси курчат-бройлерів у різні вікові періоди свідчать дані індексів інтенсивності формування живої маси (Δt), рівномірності росту (I_p) і напруги росту (I_n).

Таблиця 2.36

**Інтенсивність росту курчат-бройлерів за введення до раціону
білково-вітамінно-мінерального премікса Біотан**

Показник	Віковий період, міс.			
	0-14-28		14-28-42	
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
Відносний приріст	1,87	1,89	1,33	1,34
Індекс інтенсивності формування живої маси	0,79	0,80	0,26	0,30
Індекс рівномірності росту	23,7	26,3	53,4	56,2
Індекс напруги росту	17,9	20,0	13,1	16,4

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Встановлена подібна тенденція щодо поступового зниження інтенсивності формування живої маси у птиці піддослідних груп. Якщо в період 0-14-28 днів показник індексу інтенсивності формування живої маси (Δt) дорівнював 0,79 у контролі і 0,80 у дослідній групі, то в період 14-28-42 днів становив лише 0,26 і 0,30 відповідно.

Найвищі індекси рівномірності росту мали тварини дослідної групи: у віковий період 0-14-28 днів – 26,3, 14-28-42 днів – 56,2, у контролі дані показники були наступні 23,7 і 53,4 відповідно. Аналогічна тенденція встановлена і за індексом напруги росту. Вищі показники були у птиці дослідної групи: у віковий період 0-14-28 днів – 20,0, що більше на 11,7% за контроль, 14-28-42 дні – 16,4 проти 13,1 у контролі.

Кількісне та якісне визначення м'ясної продуктивності дає можливість судити про вплив біологічно активних речовин дослідної добавки на зазначені показники і про доцільність їх використання у раціонах птиці.

Якість м'яса більшою мірою залежить від співвідношення тканин, що входять до нього. У зв'язку з цим морфологічний склад м'яса є кількісним та якісним показником.

Для вивчення впливу добавки Біотан на м'ясну продуктивність курчат-

У тушках дослідних курчат отримано на 19,2% більше їстівних частин. Забійний вихід курчат-бройлерів дослідної групи більший на 2,3 п.п. Забійний вихід у дослідній групі вище за цей же показник у контрольній групі, що узгоджується з отриманими даними щодо кращої інтенсивності росту та конверсії кормів у курчат-бройлерів, які споживали додатково до повнораціонного комбікорму білково-вітамінно-мінеральну добавку Біотан.

Також тушки птиці цієї групи мав більший вихід їстівних частин на 2,9 п.п. порівняно з даними у контрольній групі. Від тушок бройлерів дослідної групи отримано більше шкіри на 16,1%, легень – на 15,8%, печінки – на 26,8% і серця, навпаки, менше на 4,3%. При цьому вихід цих внутрішніх органів відносно перед забійної маси у дослідних курчат більший: внутрішній жир – на 13,8 п.п., печінки – на 9,5 п.п. Вихід інших внутрішніх органів у контрольній групі вищий: серця – на 20 п.п., нирки – на 3,8 п.п. Вихід шкіри та легень був майже на одному рівні.

Вихід неїстівних частин відносно тушок курчат дослідної групи менший порівняно з контролем на 4,6%.

Морфологічна характеристика тушок курчат знаходилася у прямій залежності від енергії росту та забійних показників, зі збільшенням передзабійної маси та маси патраних тушок спостерігалось збільшення маси їстівних частин щодо маси неїстівних частин.

У тушок бройлерів дослідної групи отримано більшу на 22,6% масу м'язів, у тому числі грудних м'язів – на 26,1%. Вихід м'язів відносно тушок більший у дослідних курчат на 5,9 п.п., грудних м'язів – на 2,8 п.п.

Вихід кісток у бройлерів дослідної групи менший на 4,4% порівняно з контрольними аналогами (табл. 2.38).

Індекс м'ясних якостей курчат у дослідній групі становила 1,59 до 1,57 у контролі. Збільшення їстівних частин тушки відбулося переважно за рахунок м'язової тканини. М'ясо-кістковий індекс тушок бройлерів дослідної групи був вищим порівняно з контрольними аналогами на 10,0%.

Таблиця 2.38

**М'ясні показники курчат-бройлерів за впливу білково-вітамінно-
мінерального преміксу Біотан**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Маса м'язів, г	870,1±13,7	1066,7±21,4
%	40,5	42,9
у т.ч. грудні м'язи, г	276,7±9,3	348,8±8,6
%	31,8	32,7
Маса кісток г	290,0±3,2	320,7±2,8
%	13,5	12,9
М'ясо-кістковий індекс	3,0	3,3
Індекс м'ясних якостей	1,57	1,59

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень

Проведені дослідження підтвердили, що застосування кормових добавок з вмістом хелатних мікроелементів для курчат-бройлерів позитивно позначилося на господарсько-корисних ознаках, що сприяло підвищенню живої маси, забійного виходу, конверсії поживних речовин корму.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу літературних даних та проведених досліджень можна констатувати, що одним із основних напрямів інтенсифікації виробництва свинини та м'яса птиці є вдосконалення повноцінності годівлі тварин за рахунок підвищення поживності раціонів, збагачуючи їх різними мінеральними добавками та біологічно активними речовинами.

У роботі подано результати комплексних досліджень із наукового обґрунтування ефективності використання мінеральних добавок різного походження при вирощуванні свиней та курчат-бройлерів. Отримані матеріали можна узагальнити у таких висновках:

1.1. Мінеральна поживність кормів для свиней характеризується наявністю в ній макроелементів (кальцію, фосфору, магнію, калію, натрію, хлору та сірки) та мікроелементів (заліза, міді, кобальту, цинку, марганцю, йоду та ін.), а також співвідношенням окремих елементів у кормах. Найкраще засвоюються мінеральні речовини у формі органічно-мінеральних сполук, що містяться в кормах або утворюються під час травного процесу. Хелатні мінералів комплекси завдяки ідентичній природній структурі мають високу біодоступність.

1.2. Згодовування молодняку поросят препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів сприяло інтенсивнішому росту тварин на 9,5% та підвищенню їх відгодівельних якостей за нижчих на 6,2% витрат корму на одиницю продукції. У сироватці крові тварин дослідної групи встановлено тенденцію до збільшення загального вмісту білка, альбумінів.

1.3. Додаткове згодовування хелатного комплексу міді збільшувало живу масу свиней у 110 діб на 5,6%, 165 діб – на 6,5 % порівняно з контролем, підвищувало середньодобові прирости на 9,1%, відносний приріст живої маси – на 4,5 п.п., сприяло кращій біоконверсії макро- та мікроелементів, підвищенню перетравності поживних речовин корму. Корекція раціонів мікроелементом покращувало показники забою свиней за рахунок більшого забійного виходу на

4,5 п.п., отримано якіснішу свинину за вмістом мікроелементів (цинку, міді, марганцю та кобальту).

1.4. Згодовування у складі раціону білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан підвищувало живу масу свиней на кінець відгодівельного періоду на 12,2% при вищих на 15,7% середньодобових приростах. Дослідні свині кращий розвиток тулуба і були більш збитими, мали на 3,2 п.п. більший вихід м'яса, на 3,8 п.п. менше сала і вищий індекс м'ясності на 3,9%, товщина шпику менша на 5,5%, площа «м'язового вічка» – більша на 6,5%.

2.1. Макро- та мікроелементи відіграють важливу роль у метаболічних процесах, які здійснюються в організмі. Оптимальний перебіг біохімічних процесів в організмі обумовлюється кількісним рівнем та якісним співвідношенням макро- та мікроелементів.

2.2. Середньодобові прирости курчат-бройлерів за введення до раціону хелату марганцю, із розрахунку 0,2 кг/т комбікорму, підвищилися на 8,1% при менших на 4,39% витратах кормів. У дослідних зразках грудних та стегнових м'язів більший вміст протеїну, жиру та золи і відповідно вища калорійність.

2.3. Застосування кормових добавок з вмістом хелатних мікроелементів для курчат-бройлерів позитивно позначилося на господарсько-корисних ознаках, що сприяло підвищенню живої маси та середньодобового приросту за хелатного комплексу міді на 14,2%, Кроноцид-Л – на 6,8%, забійного виходу на 6,2 і 5,8 п.п. за рахунок кращої конверсії поживних речовин корму.

2.4. Використання кормової добавки «ALKOSEL» у раціоні курчат-бройлерів мало вплив на кращу інтенсивність росту на 8,6% при менших затратах кормів на 5,5%. При цьому отримано більші тушки на 8,0% та більшим вмістом грудних (на 13,7%) та стегнових м'язів – на 14,5%.

2.5. Мінеральна добавка «Селен Іст» сприяла кращій конверсії корму, що вплинуло на підвищення живої маси, більшому виходу туші, поліпшенню показників крові.

2.6. Біологічно активні складові білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан у раціонах курчат-бройлерів активізували обмінні процеси в організмі,

що дозволило підвищити приріст їхньої живої маси на 8,5%, отримати вищі індекси інтенсивності формування живої маси та рівномірності росту, покращити морфологічний склад туш, отримавши на 5,9 п.п. більше м'язів, та м'ясні якості.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення м'ясної продуктивності молодняку свиней та курчат-бройлерів, поліпшення якості м'яса доцільно у годівлі використовувати корми раціону, збагачені мінеральними добавками: хелатний комплекс міді з гліцином, добавку Кроноцид-Л з хелатами мікроелементів та білково-вітамінно-мінеральний премікс Біотан.

1.2. Згодовування у складі раціону свиней Кроноциду-Л, із розрахунку 1л/1т води, що дозволяє підвищити живу масу тварин, отримати важчу тушу та додатково більше м'яса.

1.3. Для отримання конкурентоспроможної продукції свинарства рекомендується використовувати в раціонах молодняку мінеральну добавку хелатного комплексу міді, який містить 5% міді, 20% гліцину, і випоювати разом з водою, із розрахунку 0,3 кг/тонну води. Це сприяє кращій біоконверсії макро- та мікроелементів, підвищенню перетравності поживних речовин корму, покращувало показники забою свиней за рахунок більшого забійного виходу на 4,5 п.п., отримати якіснішу свинину за вмістом мікроелементів (цинку, міді, марганцю та кобальту).

1.4. Доцільно молодняку свиней для корекції раціонів мікроелементного складу проводити введення білково-вітамінно-мінерального преміксу Біотан, у кількості 15 г на одну голову в день, що знижує витрати корму на 1 кг приросту та підвищує середньодобові прирости, забійний вихід та покращує м'ясні показники туші, й отримати якіснішу свинину.

2.2. Для підвищення росту та розвитку курчат-бройлерів при раціональнішому використанні кормів доцільно в годівлі птиці до 42-добового віку використовувати хелатний комплекс марганцю, у дозі 0,2 кг/т комбікорму. Це сприятиме підвищенню середньодобових приростів на 8,1% при менших на 4,39% витратах кормів.

2.3. Для активізації обмінних процесів, з метою підвищення показників м'ясної продуктивності, поліпшення морфологічного складу та якості туші

рекомендовано вводити курчатам-бройлерам добавку Кхроноцид-Л із розрахунку 2,5 мл на 10 л води та хелатний комплекс міді з гліцином із розрахунку 3,0 мл на 10 л води.

2.4. Для одержання бройлерів з більшою живою масою до 8,6% та кращими забійними показниками доцільно вводити до їхнього раціону кормової добавки «ALKOSEL» дозою 100 г/т корму.

2.5. Рекомендовано використовувати у годівлі курчат-бройлерів добавку Селен Іст, із розрахунку 100 г/т корму. Таке використання добавки дозволить підвищити інтенсивність росту тварин на 4,8%.

2.6. З метою підвищення трансформації поживних речовин кормів у продукцію доцільно згодовувати курчатам-бройлерам білково-вітамінно-мінеральний премікс Біотан, із розрахунку 0,5 г на голову на добу, що сприятиме підвищенню живої маси птиці на 8,5%, м'ясності тушок – на 5,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бережнюк Н.А., Чорнолата Л.П. Балансування мінерального живлення свиней. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т.1. С. 23–29.
2. Бесулін В.І., Гужва В.І., Куцак С.М. Птахівництво і технологія виробництва яєць і м'яса птиці: навчальний посібник. Біла Церква, 2003. 448 с.
3. Бомко В.С., Баранюк О.М. Вплив змішанолігандного комплексу купруму на динаміку живої маси свиней на динаміку живої маси свиней. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 3 (97). С. 19–24.
4. Бордуне А. Органічні форми мікроелементів – запорука здоров'я свиноматок і поросят. *Прибуткове свинарство*. 2014. № 3 (21). С. 81-84.
5. Бородай В.П., Сахацький М.І., Ветрійчук А.І., Мельник В.В. Технологія виробництва продукції птахівництва. Вінниця. Нова Книга, 2006. 360 с.
6. Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П., Ковальчук І.І., Ковальчук І.В., Васильєв Р.А., Клим В.Р. Баланс феруму та міді в організмі свиней при використанні нетрадиційних природних добавок. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. № 2. С. 77-82. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.11>.
7. Віннікова Л.Г., Поварова Н.М., Синиця О.В. Основи птахівництва та переробки птиці. К.: «Освіта України», 2020. 2016 с.
8. Волощук В.М., Рибалко В.П., Березовський М.Д. Свинарство : *монографія*. К.: Аграрна наука, 2014. 587 с.
9. Гарматюк К., Сусол Р., Ткаченко І. Динаміка зміни живої маси та особливостей росту та розвитку молодняку свиней різного породного походження. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2020. № 97. С. 153-161. DOI: 10.37000/abbsl.2020.97.19.
10. Грушанська Н.Г., Якимчук О.М., Цвіліховський М.І. Показники обміну мінеральних речовин в організмі свиноматок для профілактики мікроелементозів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1 (71). С. 13. DOI: [10.15421/nvlvet8215](https://doi.org/10.15421/nvlvet8215).

11. Гуцол А., Сироватко К., Вугляр В. Застосування білково-вітамінно-мінеральних кормових добавок у тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2018. № 20 (84). С. 154–160. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8428>.

12. Даниленко В.П., Бомко В.С. Вплив преміксів на основі хелату цинку на відтворні здатності високопродуктивних корів *Збірник наукових праць ВНАУ.* 2012. Вип. 5 (67). С. 33–35.

13. Джузь В., Фаріонік Т. Продуктивність свиней за відгодівлі мікроелементами з імуностимулюючою дією. *Матеріали науково-практичної онлайн конференції «Безпечність та якість харчових продуктів у концепції «Єдине здоров'я».* м. Львів, 1–2 червня 2023 р. С. 63-64.

14. Долід С.В., Бомко В.С. Забійні показники і хімічний склад м'яса за згодовування змішанолігандного комплексу купруму молодняку свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.* 2013. Вип. 10 (105). С. 31-34.

15. Захаренко М.О., Шевченко Л.В., Михальська В.М. та ін. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин. *Ветеринарна медицина України.* 2004. № 2. С.13-16.

16. Захаренко М.О., Шевченко Л.В., Поляковський В.М., та інші. Хелати мікроелементів, їх технологія та застосування : монографія. К., 2016. 452 с.

17. Ібатуллін І.І., Жукорський О.М., Башенко М.І. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. К.: Аграрна наука, 2017. 328 с.

18. Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Київ. 2014. 422 с.

19. Ібатуллін І.І., Отченашко В.В. Ефективність вирощування перепелів за регулювання норм кальцієвого і фосфорного живлення. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.*

2017. № 236. С. 64 – 76.

20. Карпенко Б.М. Господарсько-корисні якості свиноматок породи ландрас та велика біла за чистопородного розведення, схрещування та гібридизації в умовах промислового схрещування. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2020. № 1 (40). С. 59-64. DOI:[10.32845/bsnau.lvst.2020.1.9](https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.9).

21. Кліценко Г. Т. Мінеральне живлення тварин. Київ: Світ, 2001. 575 с.

22. Коробка А.В., Рак Т.М., Бітлян О.К., Конкс Т.М. Технологія застосування преміксів різного складу у свинарстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 2018. № 3. С. 122-126. DOI: [10.31210/visnyk2018.03.18](https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.18).

23. Котляр О.С. Порівняння ефективності дії різних форм Купруму в годівлі ремонтних свинок. *Науковотехнічний бюлетень ІТ НААН*. 2013. № 110. С. 101-108.

24. Котляр О.С., Саприкін В.О. Ефективність дії сольових і хелатних мікроелементів у годівлі свиней. *Вісник аграрної науки*. 2014. С. 25-28.

25. Кравців Р.Й., Паска М.З. Вплив хелатних сполук мікроелементів на метаболічні процеси та продуктивність тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2001. Т. 3. № 1. С. 24-30.

26. Кузьменко Л.М., Висланько О.О., Баньковска І.Б., Мартинюк І.О. Ефективність використання нового препарату – підкислювача кормів із вмістом хелатних сполук мікроелементів – у годівлі молодняку свиней. *Сільське господарство*. 2011. №4. С. 81-85.

27. Кузьменко О. Органічне поєднання. *Farmer*. 2022. № 11 (131). С. 124-126.

28. Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П., Мельничук Д.О. Ветеринарна клінічна біохімія. Біла Церква, 2002. 259 с.

29. Левченко В.І., Новожицький Ю.М., Сахнюк В.В. Біохімічні методи досліджень крові. К., 2004. С. 85-93.

30. Лемешева М.М. Годівля сільськогосподарської птиці. Суми: «Слобожанщина». 2013. 152 с.

31. Лихач В.Я., Лихач А.В. Технологічні інновації у свинарстві: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В. 2020. 291 с.

32. Лихач В.Я., Лихач А.В., Лагодієнко В.В., Коваль М.А. Відгодівельні якості помісного молодняку свиней. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2(85). Т. 1. С. 124–129.

33. Маршалок В.А. Показники забою свиней породи ландрас на відгодівлі за дії змішанолігандного комплексу Цинку. *Збірник наукових праць Сумського національного аграрного університету. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 2. С. 125-129.

34. Маршалок В.А., Бомко В.С. Вплив змішанолігандного комплексу Цинку на ріст і розвиток свиней породи велика біла на відгодівлі. *Збірник наукових праць Сумського національного аграрного університету. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип. 8. С. 65-68.

35. Медвідь С.М., Гунчак А.В., Гутий Б.В., Ратич І.Б. Потреба сільськогосподарської птиці в енергії, поживних біологічно активних речовинах. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2017. Т. 19. № 79. С.127-134.

36. Мельниченко О.М., Герасименко Г.М. Одержання хелатокомплексних сполук біогенних металів з метою використання їх у тваринництві. *Вчені Білоцерківського державного сільськогосподарського університету – виробництву : тези доповіді науково-практичної конференції*. Біла Церква, 19-20 квітня 1994 року, 1994. С.154.

37. Огороднічук Г. М., Огороднічук І. О. Якість м'яса і продуктивність свиней за дії кормових добавок. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 3 (97). Т. 1. С. 83-89.

38. Патрєва Л.С., Коваль О.А. Технологія виробництва продукції птахівництва. Миколаїв. МДАУ. 2008. 281 с.

39. Пелих В.Г., Ушакова С.В. Ефект поєднаності помісних батьківських пар на підвищення продуктивності свиней. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 49–52
40. Побережець Ю.М., Гутий Б.В., Яремчук О.С., Чудак Р.А., Фаріонік Т.В., Разанова О.П., Скоромна О.І. Ефективність впливу мінеральної добавки на продуктивність та гематологічні показники м'ясних перепелів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Ветеринарні науки»*. 2022. Т. 24. № 105. С. 23-29.
41. Рокотянська В.О. Вплив наноаквахелатів на біологічну повноцінність сперміїв. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 3. С. 56-60.
42. Руденко В.М. Математична статистика. К.: Центр учбової літератури. 2012. 304 с.
43. Саприкін В.О., Іонов І.А., Газієв Б.М. Хелатні форми заліза у годівлі супоросних та лактуючих свиноматок. *Біологія людини та тварин*. 2016. Т. 2. № 2. С.70-79.
44. Сивик Т.Л., Пірова Л.В. Вплив згодовування селену на вміст важких металів у продуктах забою свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2010. Вип. 70. С. 36-39.
45. Супрович Т.М., Коваль Т.В., Прилипко Т.М. Забійні показники та якість свинини для згодовування добавки «Мінактивіт». *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 211-215.
46. Ткачик Л.В., Ткачук С.А. Хімічний склад м'яса для застосування органічних кормових добавок у відходівлі свиней. *Біоресурси і природокористування*. 2019. № 1. С. 1-2. Р. 161-166. <https://doi.org/10.31548/bio2019.01.018>.
47. Туровський Ю.Є., Бурлака В.А., Мамченко В.Ю. Гематологія та біохімія свиноматок при використанні комплексонів. *Зооекологія*. 2006. № 1. С. 99-102.

48. Усенко С.О., Сябро А.С., Березницький В.І., та інші. Новітні аспекти мінерального живлення свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 126-133. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.15>

49. Федак Н.М., Вовк Я.С., Чумаченко С.П., Душара І.В. Мінеральні речовини в годівлі сільськогосподарських тварин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. 1. С.128-135.

50. Фоміна М.В., Дашковський О.О., Калин Б.М., Курляк І.М. Дослідження якості м'яса свиней за корекції їх раціону сполуками заліза. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2013. Т. 15. № 1 (55). Ч. 4. С. 202-204.

51. Фоміна М.В., Калин Б.М., Васерук Н.Я., Дашковський О.О. Економічна ефективність при застосуванні сульфату заліза та його хелатів. *Проблеми зооінженерної та ветеринарної медицини*. 2012. Вип. 24. Ч. 2. С. 423-426.

52. Фоміна М.В., Паска М.З., Калин Б.М., Коваль Г.М., Іванюк Н.Т. Вплив різних сполук і доз заліза на морфологічний склад туш свиней. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2015. Вип. 30 (2). С. 262-264.

53. Чорний М.В., Цілінська О.І., Щепетільников Ю.О., Мачула О.С. Використання галатних комплексів для забезпечення здоров'я та підвищення продуктивності свиней. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. Вип. 32 (1). С. 313–318. [https://doi.org/10.31073/vet_biotech32\(1\)-41](https://doi.org/10.31073/vet_biotech32(1)-41).

54. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Ушаков В.М, Бабков Я.І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: монографія. Видавець ФОП Рогальська І.О., 2021. 202 с.

55. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Купчук І.М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці : монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 248 с.

56. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Лютка Г.І., Купчук І.М. Сучасні

кормові добавки у годівлі птиці: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 281 с.

57. Яремчук О.С., Фаріонік Т.В., Разанова О.П., Скоромна О.І., Ушаков В.М. Наукові підходи обґрунтування щодо використання мікроелементних хелатних сполук за виробництва яловичини в умовах дефіциту мікроелементів. Видавництво ТОВ «Друк», 2022. 196 с.

58. Araújo C.S.S., Hermes R.G., Bittencourt L.C., Silva C.C., Araújo L.F., Granghelli C.A., Pelissari P.H., Roque FA., Leite B.G.S. Different dietary trace mineral sources for broiler breeders and their progenies. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. Is. 10. P. 4716-4721. doi: [10.3382/ps/pez182](https://doi.org/10.3382/ps/pez182).

59. Arias V.J., Koutsos E.A. Effects of copper source and level on intestinal physiology and growth of broiler chickens. *Poultry Science*. 2006. Vol. 85. Is. 6. P. 999-1007. doi: [10.1093/ps/85.6.999](https://doi.org/10.1093/ps/85.6.999).

60. Bao Y.M., Choct M., Iji P.A., Bruerton K. Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16. P. 448–455. <https://doi.org/10.1093/japr/16.3.448>

61. Bhagwat V.G., Balamurugan E., Rangesh P. Cocktail of chelated minerals and phytogetic feed additives in the poultry industry: A review. *Veterinary World*. 2021. Vol. 14. Is. 2. P. 364-371. doi: [10.14202/vetworld.2021.364-371](https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.364-371)

62. Bo X., Hiep H., Nga B.T.T., Hanh H.Q., Duc, L.D. Effects of Compound Trace Minerals on the Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Fattening Pigs. *Animal Biotechnology*. 2022. Vol. 10. P. 1-6. doi: [10.1080/10495398.2022.2053144](https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2053144)

63. Chen J., Yan F., Kuttappan V.A., Wedekind K., Vázquez-Añón M., Hancock D. Effects of bis-chelated copper in growth performance and gut health in broiler chickens subject to coccidiosis vaccination or coccidia challenge. *Frontiers in Physiology*. 2023. Vol. 13. № 991318. doi: [10.3389/fphys.2022.991318](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.991318).

64. Creech B.L., Spears J.W., Flowers W.L., Hill G.M., Lloyd K.E., Armstrong T.A., Engle, T.E. Effect of dietary trace mineral concentration and source

(inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *Journal Animal Science*. 2004. Vol. 82. № 2140–7. doi: 10.2527/2004.8272140x

65. Dalia A.M., Loh T.C., Sazili A.Q., Jahromi M.F., Samsudin A. A. The effect of dietary bacterial organic selenium on growth performance, antioxidant capacity, and Selenoproteins gene expression in broiler chickens. *BMC Veterinary Research*. 2017. Vol. 13. Is. 1. № 254. doi: 10.1186/s12917-017-1159-4

66. De Marco M., Zoon M.V., Margetyal C., Picart C., Ionescu C. Dietary administration of glycine complexed trace minerals can improve performance and slaughter yield in broilers and reduces mineral excretion. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 232. P. 182–189. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.08.016

67. Delles R.M., Naylor A., Kocher A., Dawson K.A., Samuel, R.S. Diets with organic trace minerals (Bioplex®) and yeast protein (NuPro®) improved the water-holding capacity of pork loin meat. *Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 94. № 66. <https://doi.org/10.2527/msasas2016-142>

68. Durst L., Vittman M. Feeding farm animals. Textbook Urgench, 2010.

69. El-Husseiny O.M., Hashish S.M., Ali R.A., Arafa S.A., Abd El-Samee L.D., Olemy A.A. Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. *International Journal of Poultry Science*. 2012. Vol. 11. Is. 6. P. 368–377. DOI: [10.3923/ijps.2012.368.377](https://doi.org/10.3923/ijps.2012.368.377)

70. Espinosa C.D., Fry R.S., Usry J.L., Stein H.H. Effects of copper hydroxychloride and choice white grease on growth performance and blood characteristics of weanling pigs kept at normal ambient temperature or under heat stress. *Animal Feed Science and Technology*. 2019. Vol. 256. № 114257. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114257

71. Espinosa C.D., Stein H.H. Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 12. № 13. DOI: [10.1186/s40104-020-00533-3](https://doi.org/10.1186/s40104-020-00533-3)

72. EU copper reduction plans officially approved (2018). Feed additives. Available at: <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/eu-copper-reduction-plans-officially-approved/>. [Accessed 22.10.2023].

73. Faccin J.E.G., Tokach M.D., Goodband R.D., DeRouchey J.M., Woodworth J.C., Gebhardt J.T. Industry survey of added vitamins and trace minerals in U.S. swine diets. *Translational Animal Science*. 2023. Vol. 7. Is. 1. № txad035. DOI: 10.1093/tas/txad035

74. Faghieh-Mohammadi F., Seidavi A., Bouyeh M. The effects of chelated microelements feeding in broiler breeder hens and their progeny: A review. *Tropical Animal Health and Production*. 2022. Vol. 54. Is. 5. № 323. doi: [10.1007/s11250-022-03317-1](https://doi.org/10.1007/s11250-022-03317-1).

75. Farionik T.V., Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Ohorodnichuk G.M., Holubenko T.L., Glavatchuk V.A. Effects of mineral supplementation on qualitative beef parameters. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14. Is. 1. P. 64-69. DOI: 10.15421/022310.

76. Farionik T.V., Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Ohorodnichuk G.M., Holubenko T.L., Glavatchuk V.A. Effects of mineral supplementation on qualitative beef parameters. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14. Is. 1. P. 64-69. DOI: 10.15421/022310.

77. Forouzandeh A., Blavi L., Abdelli N., Melo-Duran D., Vidal A., Rodríguez M., Monteiro A.N.T.R., Pérez J.F., Darwich L., Solà-Oriol D. Effects of dicopper oxide and copper sulfate on growth performance and gut microbiota in broilers. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100. Is. 8. № 101224. doi: [10.1016/j.psj.2021.101224](https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101224)

78. Fotina T., Fotina H., Nazarenko S., Tymoshenko R., Fotin O. Effect of feeding of chelated zinc form on security, productivity and slaughter parameters of broilers. *EUREKA: Health Sciences. Tallinn (Estonia)*. 2021. Vol. 3. P. 110–118. DOI: 10.21303/2504-5679.2021.001856.

79. Fu R., Wang Q., Kong C., Liu K., Si H., Sui, S. Mechanism of action and the uses betaine in pig production. *Journal of Animal Physiology and Animal*

Nutrition. 2021. Vol. 106. P. 528–536. DOI: [10.1111/jpn.13633](https://doi.org/10.1111/jpn.13633)

80. Ghasemi H.A., Hajkhodadadi I., Hafizi M., Taherpour K., Nazaran M.H. Effect of advanced chelate technology based trace minerals on growth performance, mineral digestibility, tibia characteristics, and antioxidant status in broiler chickens.

Nutrition & Metabolism. 2020. Vol. 17. Is. 1. № 94. doi: [10.1186/s12986-020-00520-5](https://doi.org/10.1186/s12986-020-00520-5).

81. Gowanlock D., Mahan D., Jolliff J. Moeller S., Hill G. Evaluating the NRC levels of Cu, Fe, Mn, and Zn using organic minerals for grower-finisher swine. *Journal Animal Science*. 2013. Vol. 91. № 5680–6. DOI: [10.2527/jas.2013-6608](https://doi.org/10.2527/jas.2013-6608)

82. Hamdi M., Solà D., Franco R., Durosoy S., Roméo A., Pérez J.F. Including copper sulphate or dicopper oxide in the diet of broiler chickens affects performance and copper content in the liver. *Animal Feed Science and Technology*. 2018. Vol. 237. P. 89–97. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2018.01.014](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.01.014).

83. Hassan S., Hassan F.U., Rehman, M.S. Nano-particles of Trace Minerals in Poultry Nutrition: Potential Applications and Future Prospects. *Biological Trace Element Research*. 2020. Vol. 195. Is. 2. P. 591-612. doi: [10.1007/s12011-019-01862-9](https://doi.org/10.1007/s12011-019-01862-9)

84. Hedemann M.S., Jensen B.B., Poulsen H.D. Influence of dietary zinc and copper on digestive enzyme activity and intestinal morphology in weaned pigs. *Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 84. № 3310–20.

85. Klouberta V., Blaabjergb K., Dalgaardc T. S., Poulsenb H. D., Rinka L., Wesselsa I. Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pig. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2018. Vol. 49. P. 231–240.

86. Kong, J., Qiu, T., Yan, X., Wang, L., Chen, Z., Xiao, G., Feng, X. & Zhang, H. (2022). Effect of replacing inorganic minerals with small peptide chelated minerals on production performance, some biochemical parameters and antioxidant status in broiler chickens. *Frontiers in Physiology*. 2022. Vol. 13. № 1027834. doi: [10.3389/fphys.2022.1027834](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1027834).

87. Kwiatkowska K., Winiarska-Mieczan A., Kwiecień M. Effect of application of Fe-glycinate chelate in diet for broiler chickens in an amount covering

50 or 25% of the requirement on physical, morphometric, and strength parameters of tibia bones. *Biological Trace Elements Research*. 2018. Vol. 184. P. 483-490. DOI 10.1007/s12011-017-1171-3

88. Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Milczarek A., Klebaniuk R. Biological response of broiler chickens to decreasing dietary inclusion levels of zinc glycine chelate. *Biological Trace Element Research*. 2017. Vol. 175. P. 204-213. DOI: [10.1007/s12011-016-0743-y](https://doi.org/10.1007/s12011-016-0743-y)

89. Li M., Tang W., Liao P., Li Y. Evaluating the Influence of Different Recommended Dietary Levels of Cu and Zn on Finishing Pigs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 8. № 770195. DOI: 10.3389/fvets.2021.770195.

90. Li X., Wen J., Jiao L., Wang C., Hong Q., Feng J., Hu C. Dietary copper/zinc-loaded montmorillonite improved growth performance and intestinal barrier and changed gut microbiota in weaned piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 105. Is. 4. P. 678-686. doi: [10.1111/jpn.13522](https://doi.org/10.1111/jpn.13522)

91. M'Sadeq S.A., Wu S.B., Choct M., Swick R.A. Influence of trace mineral sources on broiler performance, lymphoid organ weights, apparent digestibility, and bone mineralization. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97. Is. 9. P. 3176-3182. doi: [10.3382/ps/pey197](https://doi.org/10.3382/ps/pey197)

92. Myronenko O., Usachova V. The effect of complex feed supplement on iron metabolism in the organism of rearing piglets. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2022. Vol. 2. Is. 2. P. 205-211. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.24>.

93. Nollet L., Huyghebaert G., Spring P. Effect of different levels of dietary organic (bioplex) trace minerals on live performance of broiler chickens by growth phases. *Journal of Applied Poultry Research*. 2008. Vol. 17. P. 109–115. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00049>

94. Novhorodska N.V., Razanova O.P. Digestibility of nutrients using different zinc and manganese ratios in the young pigs diets. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*. 2022. Vol. 1. P. 40-46. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.1.6>

95. National Research Council Nutrient Requirements of Poultry – Ninth Revised Edition (1994). *Journal of Applied Poultry Research*. 1994. Vol. 3. Is. 1. P. 101. <https://doi.org/10.1093/japr/3.1.101>

96. Olukosi O.A., Van Kuijk S., Han Y. Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97. Is. 11. P. 3891-3898. doi: 10.3382/ps/pey247

97. Patra A., Lalhriatpuii M. Progress and Prospect of Essential Mineral Nanoparticles in Poultry Nutrition and Feeding-a Review. *Biological Trace Element Research*. 2020. Vol. 197. Is. 1. P. 233-253. doi: 10.1007/s12011-019-01959-1

98. Peters J.C., Mahan D.C., Wiseman T.G., Fastinger N.D. Effect of dietary organic and inorganic micromineral source and level on sow body, liver, colostrum, mature milk, and progeny mineral composition over six parities. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88. P. 626–637.

99. Quesnel H., Renaudin A., Le Floc'h N., Jondreville C., Père M.C., TaylorPickard J.A., Le Dividich J. Effect of organic and inorganic selenium sources in sow diets on colostrum production and piglet response to a poor sanitary environment after weaning. *Animal*. 2008. Vol. 2. Is. 6. P. 859–866.

100. Razanova O., Yaremchuk O., Gutyj B., Farionik T., Novgorodska N. Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. Is. 5. P. 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29

101. Razanova O., Yaremchuk O., Gutyj B., Farionik T., Novgorodska N. Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. Is. 5. P. 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29

102. Razanova O.P., Farionik T.V., Skoromna O.I. The influence of the type of feeding on meat productivity of young cattle and meat quality. Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine : *Scientific monograph*. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. P. 292-326. DOI:

<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-15>

103. Richards J.D., Zhao J., Harrell R.J., Atwell C.A., Dibner J.J. Trace mineral nutrition in poultry and swine. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010. Vol. 23. P. 1527–1534. doi:10.5713/ajas.2010.r.07

104. Samanta B., Avishek Biswas A., Ghosh P.R. Effects of dietary copper supplementation on production performance and plasma biochemical parameters in broiler chickens. *British Poultry Science*. 2011. Vol. 52. Is. 5. № 573-7. DOI:[10.1080/00071668.2011.608649](https://doi.org/10.1080/00071668.2011.608649)

105. Santos T. S. dos Augusto K. V. Z., Han Y., Sartori M. M. P., Denadai J. C., Santos C.T., Sobral N.C., Roça R.O., Sartori J.R. High levels of copper and zinc supplementation in broiler diets on growth performance, carcass traits and apparent ileal mineral absorption. *British Poultry Science*. 2021. Vol. 62. Is. 4. P. 579-588. doi: <http://doi.org/10.1080/00071668.2021.1887453>

106. Singh A.K., Ghosh T.K., Haldar S. Effects of methionine chelate- or yeast proteinate-based supplement of copper, iron, manganese and zinc on broiler growth performance, their distribution in the tibia and excretion into the environment. *Biological Trace Element Research*. 2015. Vol. 164. Is. 2. P. 253-60. doi: 10.1007/s12011-014-0222-2.

107. Sivertsen T., Vie E., Bernhoft A., Baustad B. Vitamin E and selenium plasma concentrations in weanling pigs under field conditions in Norwegian pig herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2007. Vol. 49. Is. 1. P. 1–9.

108. Skoromna O.I., Razanova O.P., Tkachenko T.Y. Effect of lysine feeding allowance on growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9. Is. 4. P. 204-209. <https://orcid.org/0000-0001-5552-9356>.

109. Sobolev O.I., Gutyj B.V., Soboliev S.V., Borshch O.O., Liskovich V.A., Prystupa O.I., Demus N.V., Paladiychuk O.R., Fedorovych O.V., Fedorovych E.I., Khariv I.I., Vasiv R.O., Levkivska N.D., Leskiv K.Y., Guta Z. Chemical composition, energy and biological value of broiler chicken meat caused by various doses of selenium. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9. Is. 4. P. 622-627.

110. Sun W., Wang G., Pei X., Liu L., Xiao Z., Tao W., Yaqoob M.U., Wang M., Huai M., Li L., Pelletier W. Effects of replacing inorganic with respective complexed glycinate minerals on apparent mineral bioavailability and deposition rate in tissues of broiler breeders. *Biological Trace Element Research*. 2020. Vol. 198. Is. 2. P. 654-660. doi: [10.1007/s12011-020-02102-1](https://doi.org/10.1007/s12011-020-02102-1)

111. Surai P.F., Kochish I.I. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science Journal*. 2019. Vol. 98. Is. 10. P. 4231-4239. doi: [10.3382/ps/pey406](https://doi.org/10.3382/ps/pey406).

112. Torres C.A., Korver D.R. Influences of trace mineral nutrition and maternal flock age on broiler embryo bone development. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97. Is. 8. P. 2996-3003. doi: [10.3382/ps/pey136](https://doi.org/10.3382/ps/pey136)

113. Tymoshenko R.V., Opanasenko Yu.M., Vievsky G.S. Vplyv orhanichnykh mikroelementiv na produktyvnist ptytsi. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2018. Vol. 1. Is. 49. P. 50-53.

114. Umar Yaqoob M., Wang G., Sun W., Pei X., Liu L., Tao W., Xiao Z., Wang M., Huai M., Li L., Pelletier W. Effects of inorganic trace minerals replaced by complexed glycinate on reproductive performance, blood profiles, and antioxidant status in broiler breeders. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. Is. 5. P. 2718-2726. doi: [10.1016/j.psj.2019.11.058](https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.058)

115. Usenko S.O., Siabro A.S., Bereznytskyi V., Chukhlib Y.V., Slynko V., Myronenko O. The latest aspects of pig mineral nutrition. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2019. Vol. 4. P. 126-133. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.15>.

116. Vahjen W., Pietruszynska D., Starke I. C., Zentek J. High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pig. *Gut Pathog*. 2015. Vol. 7. Is. 23. P.1–5.

117. Van Kuijk S.J.A., Han Y., Garcia-Ruiz A.I., Rodiles A. Hydroxychloride trace minerals have a positive effect on growth performance, carcass quality and impact ileal and cecal microbiota in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 12. Is. 1. № 38. doi: <http://doi.org/10.1186/s40104-021->

[00553-7](#)

118. Vieira R., Ferket P., Malheiros R., Hannas M., Crivellari R., Moraes V., Elliott S. Feeding low dietary levels of organic trace minerals improves broiler performance and reduces excretion of minerals in litter. *British Poultry Science*. 2020. Vol. 61. Is. 5. P. 574–582. doi: <http://doi.org/10.1080/00071668.2020.1764908>

119. Villagómez-Estrada S., Pérez J.F., Darwich L., Vidal A., Kuijk S., Melo-Durán D., Solà-Oriol D. Effects of copper and zinc sources and inclusion levels of copper on weanling pig performance and intestinal microbiota. *Journal of Animal Science*. 2020. Vol. 98. Is. 5. P. 1-15. DOI:[10.1093/jas/skaa117](https://doi.org/10.1093/jas/skaa117)

120. Villagómez-Estrada S., Pérez J.F., Darwich L., Vidal A., van Kuijk S., Melo-Durán D., Solà-Oriol, D.J. Effects of copper and zinc sources and inclusion levels of copper on weanling pig performance and intestinal microbiota. *Animal Science*. 2020. Vol. 98. Is. 5. № skaa117. doi: [10.1093/jas/skaa117](https://doi.org/10.1093/jas/skaa117)

121. Wang G., Liu L., Wang Z., Pei X., Tao W., Xiao Z., Liu B., Wang M., Lin G., Ao T. Comparison of Inorganic and Organically Bound Trace Minerals on Tissue Mineral Deposition and Fecal Excretion in Broiler Breeders. *Biological Trace Element Research*. 2021. Vol. 189. Is. 1. P. 224-232. doi: [10.1007/s12011-018-1460-5](https://doi.org/10.1007/s12011-018-1460-5)

122. Winiarska-Mieczan A., Kwiecień M., Mieczan T., Kwiatkowska K., Jachimowicz K. The effect of Cu, Zn and Fe chelates on the antioxidative status of thigh meat of broiler chickens. *Animal*. 2021. Vol. 15. Is. 10. № 100367. doi: [10.1016/j.animal.2021.100367](https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100367).

123. Xiong Y., Cui B., He Z., Liu S., Wu Q., Yi H., Zhao F., Jiang Z., Hu S., Wang L. Dietary replacement of inorganic trace minerals with lower levels of organic trace minerals leads to enhanced antioxidant capacity, nutrient digestibility, and reduced fecal mineral excretion in growing-finishing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. № 142054. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1142054>

124. Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Skoromna O.I., Chudak R.A., Holubenko T.L., Kravchenko O.O. Post-slaughter indicators of meat productivity and chemical composition of the muscular tissues of bulls receiving corrective diet with

proteinvitamin premix. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13. Is. 3. P. 219–224. DOI:10.15421/022228

125. Yaremchuk O.S., Razanova O.P., Skoromna O.I., Chudak R.A., Holubenko T.L., Kravchenko O.O. Post-slaughter indicators of meat productivity and chemical composition of the muscular tissues of bulls receiving corrective diet with proteinvitamin premix. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13. Is. 3. P. 219–224. DOI:10.15421/022228

126. Zamany S., Sedghi M., Hafizi M., Nazaran M.H., Kimiaei T.M.V. Organic Acid-Based Chelate Trace Mineral Supplement improves broiler performance, bone composition, immune responses, and blood parameters. *Biological Trace Element Research*. 2023. Vol. 201. Is. 10. P. 4882-4899. doi: [10.1007/s12011-023-03555-w](https://doi.org/10.1007/s12011-023-03555-w).

127. Zhao J., Allee G., Gerlemann G., Ma L., Gracia M.I., Parker D., Vasquez-Anon M., Harrell R.J. Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014. Vol. 27. P. 965–973. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13416>

128. Zhu Z., Yan L., Hu S., An S., Lv Z., Wang Z., Wu Y., Zhu Y., Zhao M., Gu Ch., Zhang A. Effects of the different levels of dietary trace elements from organic or inorganic sources on growth performance, carcass traits, meat quality, and faecal mineral excretion of broilers. *Archives of Animal Nutrition*. 2019. Vol. 73. № 324–37. DOI: [10.1080/1745039X.2019.1620050](https://doi.org/10.1080/1745039X.2019.1620050)