

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

КОРЕКЦІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН У СВИНОМАТОК ЗА
ПОРУШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ
(науково-методичні рекомендації)



Оброшине – 2025

**Корекція обміну речовин у свиноматок за порушення параметрів мікроклімату (науково-методичні рекомендації).
Оброшине, 2025. 56 с.**

У практичних рекомендаціях розглянуто вплив параметрів мікроклімату приміщення, де утримуються тварини, на обмінні процеси в організмі як порослих так і лактуючих свиноматок, а також їх корекція біодобавками Вікасолу та Алкоселю.

Науково-методичні рекомендації розроблено в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН (ІСГКР НААН).

Автори розробки:

А. І. Дмитроца – аспірант відділу дрібного тваринництва;

С. О. Вовк – доктор біол. наук, завідувач відділу дрібного тваринництва;

В. П. Пундик – канд. с-г наук, провідний наук. співробітник відділу дрібного тваринництва;

Я. Я. Ковальчук – канд. вет наук, провідний наук. співробітник відділу дрібного тваринництва;

Б. В. Пехів – аспірант відділу розведення, технологій утримання та годівлі тварин.

Рецензенти:

В. В. Данчук – доктор с.-г. наук, професор, Подільський аграрний університет;

А. В. Гунчак – доктор с-г наук, завідувач лабораторії фізіології, біохімії та живлення птиці, Інститут біології тварин НААН

Розглянуто і затверджено до друку:

рішенням Вченої ради Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 4 від 04.04.2025 р.;
департаментом агропромислового розвитку Львівської
обласної державної адміністрації (протокол № 13 від 13 черня
2025 року



Богданович О.В.

© Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2025

ЗМІСТ

Перелік скорочень, умовних позначок, одиниць і термінів.....	4
Вступ.....	5
1 Характеристика основних параметрів мікроклімату приміщень та їх вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі свиней.....	6
2 Корекція імунного статусу та окисно-відновних процесів організмі свиноматок імуностимуляторами та біодобавками за порушень параметрів мікроклімату приміщень.....	13
3 Оцінка параметрів мікроклімату приміщень для утримання свиноматок.....	25
4 Гематологічні інгредієнти та активність трансфераз у сироватці крові свиноматок.....	28
5 Імунологічні показники у крові свиноматок.....	33
6 Зміна рівня інгредієнтів полі та активність ензимів ас у крові свиноматок.....	43
Висновки.....	47
Список використаної літератури.....	48

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК,
ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АЛТ	– аланінамінотрансфераза
АСТ	– аспартатамінотрансфераза
АФО	– активні форми оксисену
БАСК	– бактерицидна активність сироватки крові
ГПЛ	– гідроперекиси ліпідів
SOD	– супероксиддисмутаза
CAT	– каталаза
GSH-Px	– глутатіонпероксидаза
ІДС	– імунодефіцитний стан
ЛАСК	– лізоцимна активність
МДА	– малоновий діальдегід
ПОЛ	– пероксидне окиснення ліпідів
САЗ	– система антиоксидантного захисту
ФА	– фагоцитарна активність
ЦІК	– циркулюючі імунні комплекси

ВСТУП

Свинарство є однією з найефективніших галузей тваринництва в нашій країні, яка забезпечує населення високопоживними продуктами харчування. У структурі виробництва м'яса в Україні свинарство посідає друге місце після птахівництва. За сучасними статистичними даними, у світі щорічно виробляється понад 220 млн тонн м'яса, з яких близько 40 % припадає на свинину.

Добре відомо, що продуктивність у свинарстві значною мірою залежить від рівня і якості годівлі, селекційно-генетичних чинників, умов утримання та мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Останні два чинники істотно впливають на ефективність ведення галузі. Саме тому створення комфортних умов для утримання свиней є однією з ключових складових сучасних технологій їх вирощування, адже доведено: чим більше енергії тварина витрачає на подолання впливу несприятливих чинників мікроклімату, тим нижчою є її продуктивність.

З метою корекції метаболічних порушень в організмі тварин, викликаних несприятливими параметрами мікроклімату, у сучасних технологіях тваринництва застосовують низку антистресових і антиоксидантних препаратів.

Багато досліджень, проведених останніми роками, доводять, що вітамінні препарати, зокрема Вікасол (вітамін К₃), мають широкий спектр дії і часто використовуються як антиоксиданти при моделюванні оксидативного стресу на клітинному рівні. Вікасол здатний посилювати електронний транспорт у дихальному ланцюзі мітохондрій та активувати компоненти антиоксидантного захисту в клітинах органів і тканин тварин. Аналіз сучасної наукової літератури свідчить про широке застосування цього вітаміну в годівлі тварин та ветеринарній медицині. Крім того, препарати на основі вітаміну К₃ виявляють виражену антиканцерогенну дію, що суттєво підвищує інтерес науковців до вивчення їх

метаболічної активності при аліментарному та парентеральному застосуванні.

Щодо свинарства, то в сучасних літературних джерелах наявні лише поодинокі публікації, присвячені використанню препаратів на основі вітаміну К₃ для корекції окисно-відновних процесів в організмі свиней в умовах порушення параметрів мікроклімату приміщень.

Слід зауважити, що для корекції порушень окисно-відновного балансу в організмі свиней, окрім вітамінних препаратів, широко використовують також антиоксиданти. Зокрема, доведено, що додавання до раціону препаратів на основі хлібопекарських дріжджів, оброблених селенметіоніном, активує редокс-систему, покращує імунний статус і підвищує продуктивність тварин.

Разом із тим численні наукові дослідження підтверджують, що утримання свиней у приміщеннях із недосконалими вентиляційними системами призводить до суттєвих порушень параметрів мікроклімату — зокрема температурного режиму, вологості, запиленості та концентрації шкідливих газів у повітрі. Це зумовлює зростання захворюваності тварин, зниження продуктивності, збільшення смертності (особливо серед поросят у період після народження та відлучення), а також перевитрати кормів на одиницю продукції. Особливо важливо наголосити, що за умов підвищеної концентрації шкідливих газів у повітрі (CH₄, NO, NH₄, CO₂, H₂S) у тварин насамперед порушуються окисно-відновні процеси, знижується природна резистентність і імунологічна реактивність до збудників захворювань.

1. Характеристика основних параметрів мікроклімату приміщень та їх вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі свиней

У зв'язку зі зміною клімату, проблема забезпечення належних умов мікроклімату приміщень для утримання свиней є особливо актуальною [1]. Визначення мікроклімату в

свинарстві, надане М. В. Демчуком [14], підкреслює його багатокомпонентність. Згідно з цим визначенням, мікроклімат тваринницьких приміщень для свиней включає: такі параметри як температура, вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність освітлення; наявність і концентрація шкідливих газів, таких як аміак (NH_3), сірководень (H_2S), вуглекислий газ (CO_2) та інші; кількість і видовий склад мікроорганізмів, що знаходяться в повітрі. концентрація пилу різного походження (органічного, мінерального); вплив матеріалів, з яких побудовано приміщення, на якість повітря та здоров'я тварин (відсутність токсичних виділень тощо); наявність відповідного технологічного обладнання, зокрема функціонування систем вентиляції, опалення, охолодження, гноєвидалення та іншого обладнання, що впливає на параметри мікроклімату.

Важливість підтримання належного мікроклімату для свиней є беззаперечною. Це є ключовою умовою для забезпечення здоров'я тварин та повної реалізації їх генетичного потенціалу [3]. Недотримання гігієнічних норм мікроклімату в свинарниках має негативні наслідки, серед яких найпоширенішими є виникнення різного роду стресових явищ в організмі тварин, скорочення тривалості продуктивного періоду життя маточного поголів'я на 15-20 %, збільшення відходу тварин, погіршення конверсії корму (збільшення витрат корму на одиницю приросту), перевитрата енергоносіїв (на опалення, вентиляцію тощо) через неефективну систему підтримки мікроклімату [2].

У приміщеннях для утримання свиней мікроклімат постійно зазнає впливу різних факторів, зокрема: в процесі дихання свині поглинають кисень (O_2) і виділяють вуглекислий газ (CO_2), а також водяну пару. Це призводить до збільшення концентрації вуглекислого газу та вологості повітря в приміщенні. Крім того, через шкіру та легені тварини виділяють значну кількість вологи, що також підвищує вологість повітря. Процеси розкладання органічних речовин у гної та гноївці супроводжуються виділенням шкідливих газів,

таких як аміак (NH_3), сірководень (H_2S), метан (CH_4) та інші. Концентрація цих газів може швидко зростати у приміщеннях з недостатньою вентиляцією. Ці постійні процеси забруднення повітря вимагають ефективних систем вентиляції та управління мікрокліматом для підтримання його в межах гігієнічних норм. Без належного повітрообміну та видалення продуктів життєдіяльності тварин, якість повітря швидко погіршується, що негативно впливає на здоров'я, продуктивність та добробут свиней, як було зазначено раніше [5, 9]. Загальноприйняті відомчі норми щодо дотримання усіх зоотехнічних та санітарно-гігієнічних вимог зводяться до підтримання параметрів мікроклімату в таких межах, за яких забезпечуються комфортні умови утримання для тварин, а всі фізіологічні та біохімічні процеси в їх організмі протікають без змін [7, 12].

Вплив мікроклімату на тварин є комплексним і визначається сукупністю різноманітних факторів зовнішнього середовища [15, 26]. Так, температура повітря є одним з найважливіших, а часто і основним параметром повітряного середовища в тваринницьких приміщеннях. Це пов'язано з тим, що температура має прямий та значний вплив на:

- терморегуляцію організму тварин, адже вони є гомойотермними організмами, тобто здатними підтримувати відносно сталу температуру тіла. Температура навколишнього середовища безпосередньо впливає на необхідність організму витрачати енергію на підтримання цієї сталості. Занадто висока або низька температура змушує організм інтенсивно працювати для охолодження або зігрівання, що призводить до стресу та збільшення витрат енергії на непродуктивні цілі;

- метаболічні процеси, оскільки саме температура впливає на швидкість біохімічних реакцій в організмі тварин, включаючи травлення, обмін речовин та імунні реакції. Оптимальна температура сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин та підтримці імунної системи;

- продуктивність – відхилення від оптимального

діапазону може призвести до зниження апетиту, споживання корму, приросту маси тіла, молочної продуктивності (у свиноматок) та інших показників продуктивності;

- тепловий стрес може послабити імунну систему тварин, роблячи їх більш схильними до захворювань. Переохолодження може призвести до застудних захворювань, а перегрів - до теплового удару;

- некомфортна температура може викликати у тварин неспокій, агресію або апатію, що негативно впливає на їхній добробут.

Саме тому підтримання оптимального температурного режиму, який відповідає віку, фізіологічному стану та породі тварин, є критично важливим для забезпечення їхнього здоров'я та максимальної продуктивності. Хоча інші параметри мікроклімату, такі як вологість, швидкість руху повітря, газовий склад та запиленість, також є важливими і можуть посилювати або послаблювати вплив температури, саме температура часто вважається першочерговим фактором, який потребує ретельного контролю [22, 24]. Гігієнічне значення оптимальної температури полягає в тому, що вона дозволяє організму тварини підтримувати тепловий баланс з мінімальними затратами енергії на процеси терморегуляції. Коли температура навколишнього середовища виходить за межі зони термічного комфорту для певного виду та вікової групи тварин, організм змушений інтенсивно активувати механізми хімічної або фізичної терморегуляції, що призводить до збільшення енергетичних витрат, фізіологічного стресу та зміни поведінки [21, 27].

Як показують дослідження [17, 18, 28] зміни у температурному режимі в приміщенні, де утримуються тварини, впливають також на репродуктивну систему тварин. Зокрема, під час осіменіння свиноматок при температурі вище 36 °C спостерігається зменшення кількості новонароджених поросят у тварин породи велика біла та ландрас на 30 і 15 % відповідно. Постійна робота у генетико-селекційному

напрямку щодо підвищення продуктивності свиней також вимагає підтримання оптимальних умов мікроклімату у приміщеннях. Оскільки у сучасних породах свиней тонкий прошарок підшкірного жиру, рідкий волосяний покрив та відсутні потові залози, то практично у них відсутній захист від температурних коливань [29]. Як встановлено як вітчизняними так і зарубіжними дослідженнями, більш комфортно свиноматки м'ясного напрямку продуктивності себе почувають при температурі 17-23 °С, вони швидше та краще приходили в охоту (на 4 %) у порівнянні з тими тваринами, які утримувались при температурі 13-19 °С [36, 37].

Вплив на стан здоров'я і продуктивність тварин такого показника мікроклімату як відносна вологість слід розглядати у зв'язку з температурою [63]. Як показують дослідження [57, 58], із підвищенням вологості повітря в приміщеннях для утримання свиней зменшується випаровування вологи через органи дихання тварин. Це пов'язано з тим, що парціальний тиск водяної пари в повітрі наближається до пружності насиченої водяної пари на поверхні слизових оболонок дихальних шляхів, що знижує градієнт тиску та, відповідно, інтенсивність випаровування. Крім того, підвищена вологість змінює фізичні властивості повітря — зокрема, його теплоємність і теплопровідність, що впливає на процеси теплообміну. Висока відносна вологість (85 % і вище) негативно впливає на тепловіддачу тварин як у умовах підвищеної, так і зниженої температури навколишнього середовища. Шкідливою для тварин є не лише надмірно волога, а й надмірно суха атмосфера — при відносній вологості нижче 40 % погіршується стан слизових оболонок, що може призводити до подразнення дихальних шляхів і зниження загального фізіологічного комфорту.

Такий показник мікроклімату, як швидкість руху повітря, також має суттєвий вплив на фізіологічний стан тварин, оскільки є одним із ключових чинників, що визначають ефективність тепловіддачі. Зокрема, інтенсивний повітрообмін

сприяє посиленню випаровування вологи з поверхні тіла та слизових оболонок, що, у свою чергу, активізує процеси тепловіддачі та впливає на водно-тепловий баланс організму. Проте за умов, коли температура повітря в приміщенні є нижчою за температуру тіла тварин, підвищена швидкість повітряного потоку може призводити до надмірного охолодження організму, тобто переохолодження [53, 55]. Таким чином, оптимізація швидкості руху повітря в тваринницьких приміщеннях повинна враховувати як температуру, так і вологість повітря, щоб забезпечити комфортні умови утримання та уникнути стресових реакцій у тварин.

Повітряне середовище тваринницьких приміщень створює сприятливі умови для розвитку та поширення мікроорганізмів [61]. Мікроорганізми можуть перебувати у зваженому стані у вигляді пилових частинок або бути включеними в крапельки вологи, завдяки чому тривалий час утримуються в повітрі, осідають на поверхні конструкцій, інвентарю та тварин, а також переносяться повітряними потоками на значні відстані. Основними джерелами мікробного та пилового забруднення повітря є фекалії, корми, підстилка, а також краплі слини та слизу тварин. До факторів, що сприяють накопиченню мікроорганізмів і пилу в повітрі, належать рециркуляція повітря, недостатній повітрообмін, надмірна щільність утримання тварин, сухе прибирання приміщень, а також незадовільний санітарний стан господарства [6].

Дотримання оптимальних параметрів мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є такою ж важливою виробничою необхідністю, як і годівля, напування тварин, видалення гною та інші технологічні процеси, що безпосередньо впливають на ефективність виробництва тваринницької продукції [8]. Порушення умов мікроклімату призводить до істотних негативних наслідків: у три рази скорочується термін експлуатації будівель і технологічного обладнання, зростають

витрати на їх ремонт, погіршується стан здоров'я працівників тваринницьких господарств, а також знижується продуктивність праці [7].

Як свідчить практика, в Україні більшість тваринницьких господарств характеризуються недостатньо продуманим архітектурно-планувальним рішенням будівель, що безпосередньо впливає на формування несприятливого мікроклімату в приміщеннях. У таких умовах часто фіксується перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих газів, зокрема аміаку, вуглекислого газу, сірководню та метану. Відносна вологість повітря в окремих випадках досягає 90 %, що супроводжується підвищеним рівнем звукового шуму. Наслідками таких порушень є зростання падежу молодняка, перевитрата кормів, зниження загального імунного статусу тварин, а також підвищення захворюваності серед обслуговуючого персоналу. За таких умов мікроклімат повинен розглядатися як невід'ємна складова частина технологічної системи виробництва тваринницької продукції, яка потребує належного управління та контролю [19].

Однією з основних причин невідповідності параметрів мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є недостатньо продумані інженерні рішення на етапі проєктування будівель та створення систем, відповідальних за регулювання мікрокліматичних умов. На практиці вже на стадії проєктування переважна увага приділяється лише окремим параметрам, зокрема повітрообміну та освітленості, тоді як інші важливі чинники, як-от температура, вологість, рівень шкідливих газів (аміаку, сірководню, вуглекислого газу), часто залишаються поза увагою [14]. Навіть у професійній термінології замість комплексного поняття «мікроклімат» частіше використовується термін «вентиляція», хоча вентиляція є лише складовою частиною системи мікроклімату, нехай і однією з ключових [1]. Такий підхід призводить до того, що мікрокліматичні системи не забезпечують необхідного рівня комфорту для тварин, що негативно

позначається на їх продуктивності та здоров'ї.

Таким чином, система мікроклімату в тваринницькому приміщенні повинна відповідати сучасним вимогам ефективності, тобто бути функціональною, енергоощадною, надійною в експлуатації, матеріалоекономною, простою в обслуговуванні та доступною за вартістю виготовлення. Практичні дослідження показують, що впровадження такої системи моніторингу та регулювання параметрів мікроклімату здатне окупили витрати на її встановлення вже протягом 4–6 місяців лише за рахунок підвищення продуктивності тварин [8]. Якщо ж додатково врахувати зменшення падежу молодняка, скорочення витрат кормів на одиницю продукції, зниження захворюваності обслуговуючого персоналу та збільшення терміну господарського використання тварин, то загальний економічний ефект є значним і має довгострокову перспективу.

З огляду на глобальні кліматичні зміни, що зумовлюють тривале та суттєве підвищення температури в літній період, особливого значення набуває питання створення ефективних і енергоощадних систем мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Це особливо актуально для свинарства, оскільки свині, зокрема лактуючі свиноматки, є надзвичайно чутливими до теплового стресу [1]. У зв'язку з цим актуальним є порівняльний аналіз параметрів мікроклімату за умов різних систем вентиляції та дослідження їх впливу на продуктивні якості лактуючих свиноматок і ріст підсисних поросят. Вказана проблема потребує подальшого поглибленого вивчення та наукового обґрунтування [9].

2. Корекція імунного статусу та окисно-відновних процесів в організмі свиноматок імуностимуляторами та біодобавками за порушень параметрів мікроклімату приміщень

Низкою наукових досліджень доведено, що дисфункції імунної системи і виникнення окисдативного стресу

супроводжуються істотним порушенням обміну речовин в організмі свиней [1]. Одним із важливих чинників у розвитку дегенеративно-деструктивних уражень органів і тканин у свиней є порушення процесів ліпідного обміну.

Окислювальний стрес є поширеним явищем при інтенсивному вирощуванні свиней, він створює більший ризик для здоров'я тварин і збільшує витрати на годівлю. Тому важливо розробити ефективні методи пом'якшення окисного стресу.

На даний час у ветеринарній практиці використовується велика кількість різних імуномодуючих та антиоксидантних препаратів, які сприяють відновленню метаболічних умов функціонування імунокомпетентних клітин організму тварин, більш швидкому формуванню імунної відповіді, зростанню напруженості поствакцинального імунітету, нормалізують показники неспецифічної резистентності, зменшують кількість циркулюючих імунних комплексів, сприяють підвищенню імунітету та активують систему антиоксидантного захисту. Застосування таких препаратів сприяє збереженості молодняку тварин і підвищенню їх продуктивності [13].

Вітаміни, мінеральні елементи та амінокислоти відіграють ключову роль у забезпеченні нормального функціонування організму та регуляції метаболічних процесів [23]. Наприклад, у годівлі поросят добавка цистеїну значно збільшує вміст глутатіону в кишечнику, активність антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази і каталази, а також додатково полегшує запальну відповідь і пошкодження кишечника, спричинені ліпосахаридами [23, 46]. Добавка у дозі 1,2 г/кг попередника цистеїну (ацетилцистеїну) у раціоні поросят із затримкою розвитку підвищила експресію генів, пов'язаних з біосинтезом глутатіону в печінці та підвищує його вміст, що в свою чергу значно покращує ріст та розвиток поросят [23, 45].

Амінокислота аргінін вважається умовно незамінною для дорослих тварин, однак для молодняку в період інтенсивного

росту та розвитку перетворюється в незамінну. Амінокислота аргінін виконує не лише метаболічну, але й імуномодулюючу функцію. Вона бере участь у регуляції активності імунокомпетентних клітин, зокрема Т-лімфоцитів, макрофагів і натуральних кілерів. Завдяки здатності слугувати джерелом оксиду азоту (NO), аргінін активує фагоцитарну активність макрофагів, сприяє знищенню патогенів та потенціює кілерну функцію клітин [23]. NO є сигналізуючою молекулою, що впливає на проліферацію Т- і В-лімфоцитів, секрецію цитокінів та формування запальної відповіді.

Крім того, аргінін сприяє підвищенню рівня IgG, IgA та інших імуноглобулінів у крові, що свідчить про стимулюючий ефект на гуморальну ланку імунітету. В експериментальних дослідженнях додавання аргініну до раціону свиней асоціювалося з покращенням адаптивної імунної відповіді, зменшенням частоти інфекційних захворювань та зниженням показників запалення в тканинах [33].

У стресових умовах, коли рівень аргініну в організмі знижується, зменшується й ефективність імунної відповіді, що підвищує ризик розвитку імунодефіцитних станів. Тому додаткове введення аргініну в періоди онтогенетичної або стрес-індукованої імуносупресії може бути ефективним заходом для підтримки імунної системи тварин [42].

Як показують дослідження, аргінін здатен модулювати антиоксидантно-прооксидантну рівновагу організму шляхом впливу на білковий обмін [43]. Ця амінокислота виявляє мембраностабілізуючу, антигіпоксичну, антиоксидантну та дезінтоксикаційну активність, що є особливо важливим у стресових умовах. Під дією аргініну пригнічується утворення супероксид-аніону [44], знижуючи тим самим окислювальний тиск на клітини.

Крім антиоксидантного ефекту, аргінін чинить опосередкований імуномодулюючий вплив, підтримуючи цілісність клітинних мембран і сприяючи збереженню функціональної активності імунокомпетентних клітин. Таким

чином, аргінін виступає ключовим метаболітом, що інтегрує функції імунної та антиоксидантної систем, особливо в умовах дії стрес-чинників.

Ще одна амінокислота – триптофан та його метаболіти також виявляє антиоксидантні властивості. Зокрема дослідження показали, що окислювальний стрес, викликаний дикватом, значно знижував вміст триптофану в крові у поросят [38], тоді як згодовування поросят-сисунам цієї амінокислоти пригнічує секрецію гормону стресу та покращує продуктивність. Дослідження показали, що додавання високої дози триптофану має певний ступінь токсичності на морфологію кишечника поросят. Мелатонін є одним з основних метаболітів триптофану. Дослідження показали, що лікування мелатоніном знижує рівень окисного стресу у мозку та легенях, а також полегшує запалення дихальних шляхів та хронічний кашель. Експерименти *in vitro* показали, що мелатонін полегшує окислювальний стрес, викликаний H_2O_2 у свиней, і сприяє розвитку ембріонів свиней [23, 47].

Важливу роль у функціонуванні організму й регуляції метаболічних процесів відіграють також вітаміни, особливо жиророзчинні — А, D₃ та Е. Вони підвищують адаптивні можливості організму, протидіють утворенню вільних радикалів та стимулюють активність компонентів системи антиоксидантного захисту (САЗ) [4]. Їх антиоксидантні властивості зумовлені здатністю стабілізувати клітинні мембрани, пригнічувати перекисне окиснення ліпідів та знижувати рівень оксидативного стресу.

Особливо важливою є біологічна роль цих вітамінів в умовах стресу або екстремальних впливів, коли клітини тварин зазнають посиленого окисного навантаження. Вітамін А сприяє диференціації епітеліальних клітин і збереженню бар'єрної функції, D₃ — регулює обмін кальцію та активність макрофагів, тоді як Е — є потужним мембраностабілізатором і першим захистом від ліпідної пероксидації [23].

Нестача цих вітамінів суттєво послаблює імунну реактивність організму та сприяє розвитку імунодефіцитних станів, особливо у поросят, поросних свиноматок та високопродуктивних тварин . У таких тварин при гіповітамінозі значно знижується збереженість, пригнічується ріст, спостерігається підвищення захворюваності на інфекційні та неінфекційні хвороби, що негативно впливає на загальну продуктивність господарства.

Вітамін А відіграє ключову роль у формуванні захисних механізмів організму, виступаючи важливим модулюючим чинником імунної відповіді. Він посилює як специфічні, так і неспецифічні імунні реакції у відповідь на антигенний вплив, індукує неспецифічні механізми захисту, включаючи активацію системи комплементу, пропердину та стимулює фагоцитарну активність макрофагів і нейтрофілів [23].

Ретинол підвищує бар'єрну функцію слизових оболонок, сприяє проліферації імунокомпетентних клітин, стимулює синтез імуноглобуліну А (IgA), а також активує лізосомальні ферменти та посилює мієлопоез — процес утворення клітин гранулоцитарного ряду. Крім того, він знижує імуносупресивну дію глюкокортикоїдів та антибіотиків, що має велике значення при застосуванні фармакологічної терапії [44].

Похідні вітаміну А (ретиноїди) стимулюють хемотаксис та фагоцитарну активність нейтрофільних гранулоцитів, активують виділення протеолітичних ензимів, збільшують кількість макрофагів у легенях, печінці, селезінці, лімфатичних вузлах і черевній порожнині [42]. Фізіологічні дози ретиноїдів підтримують диференціацію та активацію Т-лімфоцитів, тоді як підвищені — посилюють кілерну активність та проліферацію Т-хелперів, що має велике значення при імуносупресивних станах [59].

Вітаміни А та Е є потужними антиоксидантами, що беруть активну участь у регуляції процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та нейтралізації вільних радикалів як

індивідуально, так і в синергічній дії [23]. Їх захисна роль реалізується через зниження концентрації активних форм кисню та активацію процесів окиснення і фосфорилування, що сприяє підтриманню енергетичного гомеостазу клітин [30].

Ретинол (вітамін А), завдяки наявності кон'югованої системи подвійних зв'язків у молекулі, впливає на метаболізм фосфоліпідів мембран, регулюючи окисно-відновні процеси. Його дія тісно пов'язана з обміном тіолових сполук, зокрема з інгібуванням окиснення сульфгідрильних груп до дисульфідних, що сприяє стабілізації мембранних структур, нормалізації їх функціональних властивостей та зниженню мікрров'язкості ліпідного шару [31].

За умов дефіциту ретинолу спостерігається зниження активності ключових ферментів мітохондріального дихального ланцюга, таких як сукцинатдегідрогеназа, цитохромоксидаза і каталаза, що призводить до порушення клітинного дихання та накопичення вільних радикалів [32].

Вітамін Е (токоферол) є найактивнішим компонентом неензимної ланки системи антиоксидантного захисту (САЗ), забезпечуючи до 60% дії жиророзчинних антиоксидантів [31]. Його головна роль полягає в захисті ліпідних структур клітинних мембран від ушкоджень, спричинених вільними радикалами та продуктами ПОЛ.

Токоферол виконує подвійну функцію — як антиоксидант і як модулятор імунної відповіді. У системі антиоксидантного захисту він виступає кофактором селен-протеїнових комплексів, включаючи селензалежну глутатіонпероксидазу (ГП) та фосфоліпідглутатіонпероксидазу, які беруть участь у нейтралізації пероксидів та запобігають пошкодженню клітинного генома [32].

Крім того, токоферол впливає на гемосинтез і активацію коензимної форми вітаміну В12, демонструючи широкий спектр метаболічної активності [23].

У контексті імунної регуляції вітамін Е діє як природний імуномодулятор, активуючи як гуморальний, так і клітинно-

опосередкований імунітет. Він стимулює проліферацію Т- і В-лімфоцитів, підвищує активність Т-хелперів, кілерів, а також синтез антитіл, знижуючи рівень Т-супресорів і інгібуючи розвиток пухлин [31].

Позитивний вплив вітаміну Е виявлено також у практичних умовах. Парентеральне введення токоферолу сприяє підвищенню активності нейтрофілів і макрофагів, а також рівня імуноглобуліну М (IgM) у молозиві свиноматок та крові поросят, що є критично важливим у перші дні життя тварин. Нестача вітаміну Е, навпаки, асоціюється з пригніченням імунної реактивності.

Вітамін D₃ (холекальциферол) синтезується в шкірі під дією ультрафіолетових променів, що може подвоювати його концентрацію в крові. У новонароджених поросят основним джерелом вітаміну D₃ є молозиво та молоко, тому його роль у ранньому постнатальному періоді є надзвичайно важливою для забезпечення нормального росту, розвитку й формування імунної відповіді.

Активна форма вітаміну D₃ — 1,25(OH)₂D₃ (кальцитріол) — виконує модуляторну функцію як у вродженій, так і в набутій ланці імунітету. Зокрема, вона регулює природну резистентність організму, індукує експресію генів кателіцидину та інтерлейкіну-1, а також стимулює проліферацію лімфоцитів під дією конканаваліну [13].

Кальцитріол активує Т-лімфоцити, збільшує кількість фагоцитів та посилює функціональну активність імунокомпетентних клітин через стимуляцію ензимних систем, відповідальних за генерацію активних форм кисню (АФО) [23, 31]. Цей механізм особливо важливий для реалізації ефекторних функцій клітин вродженого імунітету.

Окрім імуномодулювальної дії, вітамін D₃ сприяє засвоєнню макро- та мікроелементів, зокрема Кальцію (Ca), Магнію (Mg) та Купруму (Cu), що також має опосередкований вплив на метаболізм і функціональну активність імунної системи [36].

Завдяки здатності підвищувати бар'єрну функцію епітелію, а також активувати імунні й антиоксидантні механізми захисту, вітамін А у комплексі з вітамінами D₃ та Е може розглядатися як ефективний засіб профілактики стресових станів та імунодефіцитів у свиней. Поєднана дія цих жиророзчинних вітамінів забезпечує модуляцію клітинної та гуморальної ланок імунітету, зменшення рівня вільнорадикального окиснення, а також стабілізацію структурно-функціонального стану клітинних мембран в умовах дії несприятливих факторів.

Вітамін С захищає клітини від пошкодження, діючи як антиоксидант, щоб поглинути активні форми кисню і запобігти перекисному окисненню ліпідів і алкілуванню білка через вітамін Е-залежний шлях. Дієтичні добавки з вітаміном С у будь-якій дозі значно покращують ріст та збільшують масу тіла тварин. Добавки вітаміну С значно підвищують активність глутатіонпероксидази і супероксиддисмутази у крові та знижують вміст малонового діальдегіду порівняно з контролем ($p < 0,05$). [4]

Вітамін К₃ (2-метил-1,4-нафтохінон, менадіон) є синтетичним представником групи ліпофільних похідних нафтохінону (або гідрофільних — вікасол), який характеризується широким спектром біологічної активності [60].

Доведено, що природні форми вітаміну К проявляють антиоксидантні та енергетичні властивості. Біологічна активність похідних вітаміну К визначається структурою бічного ланцюга, яка впливає на їхню полярність і здатність до взаємодії з компонентами дихального ланцюга. Зокрема, менадіон має виражену полярність, що обумовлює його здатність помірно стимулювати електронтранспорт у мітохондріях, на відміну від менш полярного убіхінону Q10 [49]. Водночас менадіон може діяти як прооксидант, генеруючи супероксидні радикали, що призводить до редокс-зсувів у клітині. Ці процеси, у свою чергу, активують систему

антиоксидантного захисту (САЗ), включаючи дегідрогенази та компоненти електронтранспортного ланцюга, зокрема цитохроми та флавопротеїни [32].

Комплексне використання вітамінів із макро- і мікроелементами (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se) та амінокислотами сприяє усуненню патологічних станів, зумовлених стресовими факторами та захворюваннями, чинить протекторний ефект, підвищує рівень імунітету та збереженість тварин [32]. Мінеральні елементи беруть участь у синтезі та метаболізмі гормонів і вітамінів, регулюють активність ферментів, входять до складу їхніх активних центрів, а також є складовими неензимної ланки системи антиоксидантного захисту (САЗ) та модулюють процеси пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ). За їх участю забезпечується транспорт кисню до тканин, виведення вуглекислого газу, підтримується кислотно-лужна рівновага крові. Концентрація мінералів впливає на водний, білковий, вуглеводний, ліпідний і мінеральний обміни [39].

Хоча питання впливу макро- і мікроелементів на імунобіологічну реактивність свиней вивчене недостатньо, їхня роль у підтриманні імунного статусу є суттєвою. Так, Магній, Цинк, Кобальт і Селен активують захисні системи організму. Вони виконують функцію кофакторів у метаболічних процесах, сприяючи посиленню неспецифічної резистентності через активацію ключових біохімічних реакцій [4].

Потреба свиней у мінеральних елементах варіює залежно від віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності, однак інтенсивні технології утримання часто вимагають коригування загальноприйнятих норм забезпечення. Найчастіше у тварин спостерігаються імунні порушення, зумовлені дефіцитом мінералів, які зазвичай успішно коригуються їх цільовим введенням [44].

Західні регіони України характеризуються низьким вмістом Селену та Кобальту у ґрунтах і кормах, що обумовлює їх недостатнє надходження до організму тварин. Дефіцит цих

елементів порушує метаболічні процеси, викликає структурні зміни в тканинах і органах, знижує функціональну активність організму. Зокрема, нестача Цинку, Магнію та Селену призводить до зниження активності Т-лімфоцитів, утворення імунокомпетентних клітин, що негативно позначається на імунному статусі. У порослих свинوماتок дефіцит Цинку та Кобальту супроводжується пригніченням клітинної й гуморальної ланок імунітету, погіршенням клінічного стану, морфо-біохімічних показників крові, розвитком метаболічних зсувів, зростанням активності АсАТ, АлАТ та лужної фосфатази (ЛФ) [42].

Такий елемент як Купрум є одним із ферментів, який нейтралізує окислювальний стрес. Однак при додаванні жирів у раціон тварин може викликати дефіцит купруму і, таким чином, сприяти окислювальному пошкодженню. Дефіцит купруму також може змінити мікробіом тварин. Додавання в раціон відлучених поросят наночастинок купруму посилило їх антиоксидантну здатність. Проведені дослідження вказують на те, що при додаванні 100 мг/кг маси тіла наночастинок купруму до раціону може бути потенційною альтернативою попередження окислювального стресу для відлучених поросят [31].

Цинк є одним із важливих мікроелементів, які присутні в багатьох метаболічних ферментах, факторах транскрипції та клітинних сигнальних білках і діє як каталізатор для ферментів реплікації ДНК, транскрипції генів, а також синтезу РНК та білка. Можливим механізмом антиоксидантних властивостей цинку є Cu-Zn-SOD, який є важливим компонентом клітинної стійкості до першої лінії захисту від АФО. Додавання комплексу цинк-амінокислота може зменшити окислювальний стрес за рахунок зниження рівня малонового діальдегіду в плазмі та зниження активності глутатіону [39].

Антиоксидантна дія селену в основному відображається на його ролі як компонента глутатіонпероксидази, який є важливим антиоксидантним ферментом у тварин, що захищає

клітинні мембрани організму тварин від окисного пошкодження. Дефіцит селену викликає окислювальний стрес через регуляцію селенопротеїнів і подальшу активацію запальних реакцій, що в кінцевому підсумку призводить до пошкодження органів [52].

За останні кілька років використання дріжджів, збагачених Se, в годівлі тварин привернули увагу науковців. Багато досліджень показали, що дріжджі, збагачені селеном, збільшували інтенсивність росту тварин на завершальному етапі вирощуванні, підвищували активність глутатіонпероксидази та концентрацію селену в тканинах [56]. Крім того, Peretz et al. [50] продемонстрували, що збагачені Se дріжджі показали імуностимулюючі властивості у дорослих тварин. Враховуючи, що селенометіонін був визнаний основною формою органічного Se в дріжджах, вчені вважають, що селенометіонін може функціонувати ефективніше, ніж дріжджові сполуки, збагачені Se.

До недавнього часу лише невелика кількість досліджень показала, що використанні добавки селенометіоніну у раціоні свинюматки покращували інтенсивність росту у потомства, ніж добавки селеніту натрію. Результати деяких досліджень показали, що селенометіонін може підвищити антиоксидантну здатність і якість м'яса бройлерів та свиней на кінцевій стадії відгодівлі [48].

Проте численні дані літератури свідчать, що такого ефекту можна досягти й без використання штучних препаратів, які діють упродовж обмеженого часу та можуть виявляти різні побічні ефекти. Так, введення до раціону тварин природних сполук, які володіють імуностимулюючою та антиоксидантною дією, посилюють активність АОС та позитивно впливають на стан природної резистентності їхнього організму [34].

Авторами вітчизняних та закордонних публікацій в якості природних сполук пропонується використовувати куркумін та ресвератрол.

Куркумін є сполукою з куркуми, яка має певну протизапальну, антиоксидантну, антипроліферативну та антиангіогенну дію [35]. Куркумін може поглинати вільні радикали та виконувати антиоксидантні функції. Додавання 400 мг/кг куркуміну до основного раціону було ефективним для зменшення кишкового окисного стресу у поросят, спричиненого затримкою внутрішньоутробного розвитку та покращення антиоксидантної функції кишечника [35]. Cao et al. (2020) припустили, що куркумін може ефективно знижувати окислювальний стрес, покращувати функції кишкового бар'єру та мітохондрій шляхом індукції Паркін-залежної мітофагії через активацію аденозинмонофосфат-активовану протеїнкіназу та подальшу ядерну транслокацію [35].

Ресвератрол є сполукою, отриманою з винограду та вина [51], яка зменшує запалення та регулює окислювально-відновний механізм за допомогою специфічних ферментів. Дієтична добавка 300 мг/кг ресвератролу, яку згодовують вагітним і лактуючим свиноматкам, підвищує антиоксидантну здатність плаценти і молока свиноматки в порівнянні з контрольною групою, що також збільшує рівень антиоксидантів у поросят. Ці дані Cao et al. (2019) вказали, що ресвератрол є ефективним для захисту кишкового бар'єру, покращує окислювально-відновний статус, зменшує пошкодження мітохондрій та індукування мітофагії у поросят, заражених дикватом [54].

На даний час у ветеринарній практиці використовується також й велика кількість різних імуномодуючих препаратів, які сприяють відновленню функціонування імунокомпетентних клітин організму тварин, більш швидкому формуванню імунної відповіді, зростанню напруженості поствакцинального імунітету, нормалізують показники неспецифічної резистентності, зменшують кількість циркулюючих імунних комплексів, сприяють підвищенню імунітету застосування таких препаратів сприяє збереженості молодняку тварин і підвищенню їх продуктивності [59].

Імуномодулюючі засоби — це препарати хімічної або біологічної природи, здатні впливати на імунну систему шляхом модулювання (стимуляції або пригнічення) імунних реакцій за рахунок впливу на імунокомпетентні клітини, а також на процеси їх міграції, взаємодії та продукції біологічно активних сполук. Низкою авторів пропонуються імуномодулятори різної природи і лікарської форми та різноспрямованої дії: для стимуляції неспецифічної резистентності молодняку тварин, модуляції системи Т- і В-лімфоцитів, більш швидкого формування поствакцинального імунітету, профілактики захворювань шлунково-кишкового тракту, збільшення середньодобових приростів маси тіла [62].

Авторами вітчизняних та закордонних публікацій в якості імуностимуляторів пропонується використовувати такі ж вітамінні кормові добавки, препарати з лікарських рослин, натуральні препарати з плазми крові тварин, як і оксидопротектори. [10]

Встановлено наявність тісного взаємозв'язку між імунним статусом організму та його мікробоценозом, оскільки нормальна мікрофлора бере активну участь у формуванні захисних функцій організму. Це відкриває перспективу цілеспрямованої корекції окремих імунологічних показників шляхом застосування представників автохтонної мікрофлори, зокрема пробіотиків.

3. Оцінка параметрів мікроклімату приміщень для утримання свиноматок.

На сьогодні в Україні на законодавчому рівні встановлено вимоги щодо утримання свиноматок різного віку, у яких чітко регламентовані допустимі значення основних параметрів мікроклімату [1]. Згідно з нормативним документом ВНТП-АПК-02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» гранично допустима концентрація вуглекислого газу (CO₂) у повітрі виробничих приміщень для свиней не повинна перевищувати 0,2 %

(об'ємних) або 2 л/м³; аміаку (NH₃) — 20,0 мг/м³; сірководню (H₂S) — 10,0 мг/м³. Для метану (CH₄) та діоксиду азоту (NO₂) нормативи не встановлено. Відносна вологість повітря в приміщеннях повинна становити не більше 70 %, а температура — не перевищувати 22 °С [7].

Проте, як свідчить багаторічний практичний досвід, у більшості фермерських господарств забезпечення нормативних параметрів мікроклімату потребує значних капіталовкладень. Це особливо актуально в періоди літньої спеки, коли спостерігаються різкі температурно-вологісні коливання, і в умовах реального виробництва дотримання вимог ВНТП-АПК-02.05 щодо температури, вологості та концентрації шкідливих газів у приміщеннях для утримання свиней є складним або неможливим завданням [12].

Таблиця 1.

Параметри мікроклімату приміщення для утримання піддослідних свиноматок

Назва показника мікроклімату	Межі загально-прийнятих норм ВНТП-АПК-02.05	Поросні свиноматки	Лактуючі свиноматки
Температура, °С	22	27±1,3	32±1,3
Вологість повітря, %	70	75±3,5	85±1,2
Метан, % об	Не нормується	0,01±0,002	0,03±0,006
Оксид вуглецю (IV), % об.	0 – 0,2	0,15±0,01	0,16±0,02
Сірководень, мг/м ³	0 – 10	0,2±0,05	0,23±0,05
Аміак, мг/м ³	0 – 20	11,7±0,34	12,3±0,47
Оксид азоту, мг/м ³	Не нормується	0,1±0,01	0,2±0,01

Проведені нами дослідження (табл. 1) засвідчили, що в умовах свиноферми ДП ДГ «Радехівське» основні параметри мікроклімату, зокрема температура та відносна вологість

повітря в приміщенні для утримання свиноматок, протягом дослідного періоду не відповідали чинним нормативним вимогам. Так, на початку експерименту температура повітря перевищувала гранично допустимий рівень на 35 %, а відносна вологість — на 7,14 %. Водночас концентрації основних шкідливих газів (CO_2 , NH_3 , H_2S) залишалися в межах допустимих згідно з нормативами, встановленими для утримання поросних свиноматок у виробничих умовах.

У період після народження поросят спостерігалось подальше погіршення параметрів мікроклімату. Зокрема, встановлено, що температура повітря в приміщенні, де утримувалися тварини, перевищувала нормативний рівень на 45,5 %, а відносна вологість — на 7,14 %, що свідчить про невідповідність умов чинним санітарно-гігієнічним вимогам. Водночас, концентрації шкідливих газів (CO_2 , NH_3 , H_2S) залишалися в межах допустимих значень, визначених нормативами для утримання лактуючих свиноматок. (табл. 1)

За таких умов утримання у свиней розвивається тепловий стрес — захисна реакція організму на надмірно високі показники температури та вологості, що призводить до порушень функціонування всіх органів і систем. Наслідком цього є розвиток оксидативного стресу, який викликає незворотні зміни в активності ферментативних систем організму [1]. В результаті тварини демонструють зниження темпів росту та розвитку, що, у свою чергу, спричиняє значні економічні збитки у виробництві [3].

Слід зазначити, що через відсутність потових залоз терморегуляція у свиней здійснюється переважно за допомогою дихання, що зумовлює їхню здатність комфортно існувати лише у вузькому діапазоні температур. Найбільш суттєві зміни, спричинені дією теплового стресу, спостерігаються з боку серцево-судинної, дихальної систем та шлунково-кишкового тракту. Відомо, що під час перегрівання організму порушення у функціонуванні серцево-судинної

системи зумовлені негативним впливом гіпертермії як на міокард, так і на центральну нервову систему [8].

4. Гематологічні інгредієнти та активність трансфераз у сироватці крові свиноматок.

Гематологічні показники крові є чутливими індикаторами метаболічних процесів, що відбуваються в організмі тварин, і дозволяють відстежувати зміни, пов'язані з перебігом обмінних процесів під впливом різноманітних чинників [41]. Кров — одна з найстабільніших систем організму, яка оперативно реагує на найменші зміни внутрішнього стану. Вона є внутрішнім середовищем організму, що виконує низку життєво важливих функцій, пов'язаних з обміном речовин.

Біохімічний аналіз крові дозволяє об'єктивно оцінити реакцію організму на зміну режиму годівлі, складу раціону, умов утримання або проведення зоотехнічних заходів [1, 5, 6]. Рівень імунного захисту організму свиней значною мірою залежить від впливу зовнішнього середовища і проявляється у змінах гематологічних показників, які, у свою чергу, відображають інтенсивність метаболічних процесів [40].

Хімічний склад крові поросят змінюється під впливом зовнішніх факторів, зокрема залежно від характеру годівлі. За цими змінами можна діагностувати порушення обміну речовин і стан здоров'я тварин, а також оцінити ефективність засвоєння поживних речовин кормів та їх використання для формування продуктивності. Багатьма дослідниками доведено, що біохімічні показники сироватки крові чутливо реагують на зміни компонентного складу раціону [25].

Результати досліджень змін гематологічних інгредієнтів та активності трансаміназ у крові свиноматок і поросят за умов теплового стресу, а також при введенні до раціону тварин біологічно активних добавок Вікасолу та Алкоселю, наведено на рисунках 1–2.

Як видно з отриманих результатів (рис. 1), параметри мікроклімату чинять суттєвий вплив на гематологічні

показники крові тварин. Введення до раціону свиноматок біодобавок Вікасолу та Алкоселю як окремо, так і в комбінації, позитивно впливає на перебіг метаболічних процесів в організмі. Зокрема, за 5 діб до опоросу, при додаванні Вікасолу до раціону, вміст гемоглобіну в крові свиноматок достовірно зростає на 13,8 % ($P<0,001$) порівняно з контролем. За одночасного застосування Вікасолу та Алкоселю цей показник зростає ще більше — на 29,2 % ($P<0,001$).

Водночас, застосування лише Алкоселю в раціоні поросних свиноматок мало менш виражений вплив, зумовлюючи зростання рівня гемоглобіну лише на 5,1 % ($P<0,01$) порівняно з контрольною групою. На 5-ту та 21-шу добу після опоросу також спостерігалось достовірне підвищення концентрації гемоглобіну в крові у всіх дослідних групах свиноматок. Так, на 5-ту добу після опоросу рівень гемоглобіну у тварин першої дослідної групи зріс на 8,2 % ($P<0,001$), у другій групі — на 13,7 % ($P<0,001$), а у третій — на 18,4 % ($P<0,001$) порівняно з контрольною.

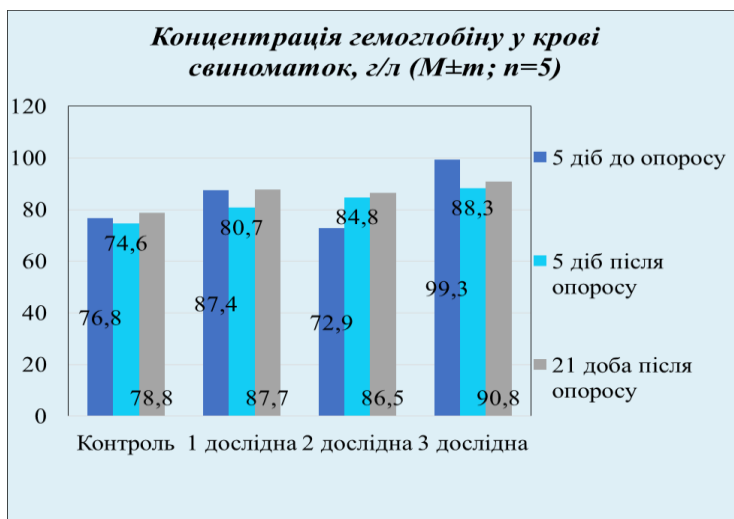


Рис.1. Концентрація гемоглобіну у крові свиноматок, г/л, ($M\pm m$; $n=5$)

На 21-шу добу після опоросу, у порівнянні з показниками до опоросу, вміст гемоглобіну продовжував зростати: у першій групі спостерігалось підвищення на 11,3 % ($P<0,001$), у другій — на 9,8 % ($P<0,01$), а у третій — на 15,2 % ($P<0,001$) відносно контролю.

Отримані результати свідчать про активацію окисно-відновних процесів в організмі свиноматок за рахунок використання біологічно активних добавок у раціоні, що підтверджується більш вираженою динамікою гематологічних показників у дослідних групах порівняно з контрольною [20].

У процесі досліджень також було встановлено зниження кількості еритроцитів у крові свиноматок дослідних груп порівняно з періодом опоросу. Зокрема, на 5-ту добу після опоросу їх вміст зменшився в 1,2 раза, а на 21-шу добу — відповідно в 1,1 раза у першій групі, в 1,2 раза — у другій, та в 1,3 і 1,07 раза — у третій дослідній групі (рис. 2).

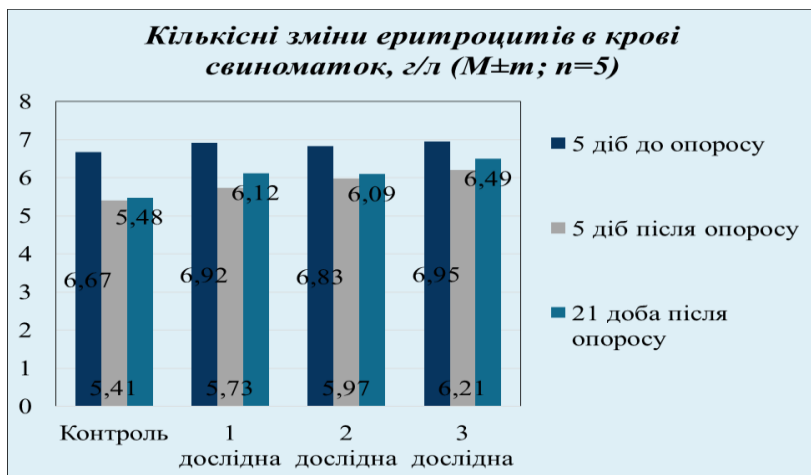


Рис. 2. Кількісні зміни еритроцитів крові свиноматок, г/л, ($M\pm m$; $n=5$)

На початку лактаційного періоду, зокрема на 5-ту добу після опоросу, спостерігалось достовірне підвищення кількості

еритроцитів у крові свиноматок при використанні Алкоселю — на 10,35 % ($P<0,05$), а при поєднаному застосуванні Вікасолу та Алкоселю — на 14,78 % ($P<0,01$). На 21-шу добу після опоросу в усіх дослідних групах також зафіксовано достовірне підвищення цього показника порівняно з контрольною групою: у першій групі — на 12,9 %, у другій — на 12,4 %, у третій — на 19,7 % ($P<0,01$).

Зниження кількості еритроцитів у крові свиноматок контрольної групи на 21-шу добу після опоросу, ймовірно, зумовлене напруженням окисно-відновних процесів, а також дефіцитом заліза в організмі тварин [20].

Таблиця 2.

**Активність трансаміназ у сироватці крові
піддослідних свиноматок, ($M\pm m$; $n=5$)**

Групи тварин	5 діб до опоросу	5 діб після опоросу	21 доба після опоросу
АЛТ, мкмоль/год*мл			
контроль	$2,9\pm 0,09$	$3,2\pm 0,16$	$2,8\pm 0,16$
1 дослідна	$2,7\pm 0,30^{***}$	$2,5\pm 0,19^*$	$2,8\pm 0,10$
2 дослідна	$2,4\pm 0,23^{**}$	$2,1\pm 0,09^{***}$	$1,9\pm 0,13^{**}$
3 дослідна	$2,2\pm 0,07^{***}$	$1,8\pm 0,06^{***}$	$1,8\pm 0,07^{**}$
АСТ, мкмоль/год*мл			
контроль	$1,3\pm 0,03$	$0,9\pm 0,06$	$0,9\pm 0,06$
1 дослідна	$1,3\pm 0,10$	$1,0\pm 0,15$	$1,02\pm 0,13$
2 дослідна	$1,5\pm 0,13$	$1,3\pm 0,08^{**}$	$1,3\pm 0,10$
3 дослідна	$1,5\pm 0,09^*$	$1,4\pm 0,10^{**}$	$1,5\pm 0,08^{***}$

Примітки: . У таблиці 1 зірочками позначено статистично вірогідні різниці стосовно контрольної групи тварин: * — $p<0,05$; ** — $p<0,01$; *** — $p<0,001$.

Особливий інтерес становлять дані щодо впливу факторів мікроклімату приміщення на активність ферментів переамінування у крові піддослідних тварин (АЛТ, АСТ), оскільки ці показники є важливими маркерами метаболічного стану організму. Аланінамінотрансфераза (АЛТ) каталізує реакцію трансамінування між аланіном та α -кетоглутаратом, а аспартатамінотрансфераза (АСТ) — між аспартатом і α -кетоглутаратом [40].

Рівень активності АЛТ та АСТ у крові тварин відображає інтенсивність процесів переамінування амінокислот, що дає змогу оцінити стан амінокислотного та білкового обміну в організмі. Визначення активності зазначених ферментів у сироватці крові є загальноприйнятим методом діагностики патологічних станів у ветеринарній медицині [11].

У результаті додавання до раціону свиноматок біодобавок Вікасолу та Алкоселю спостерігалася виражена коригувальна дія на досліджувані показники. Так, за 5 діб до опоросу активність АЛТ у крові тварин першої дослідної групи знизилася на 10,4 % ($P<0,001$), другої — на 18,5 % ($P<0,001$), а третьої — на 27,5 % ($P<0,001$) порівняно з контрольною групою. Водночас відмічено підвищення активності АСТ у всіх дослідних групах у межах від 4,7 % до 21,4 % ($P<0,05$) щодо показників тварин контрольної групи (табл. 2.).

Подібна тенденція простежується і в період після опоросу. Отримані результати досліджень свідчать про те, що додавання до стандартного раціону свиноматок Вікасолу сприяє зниженню активності АЛТ у крові тварин — з 22,4 % ($P<0,05$) до 13,1 %, тоді як активність АСТ, навпаки, зростає — з 2,04 % до 4,08 %. Аналогічну дію виявляє біодобавка Алкосель: активність АЛТ знижується з 35,1 % ($P<0,001$) до 39,1 % ($P<0,01$), а активність АСТ підвищується з 31,6 % ($P<0,01$) до 36,7 % відносно контрольної групи.

Поеднане використання Вікасолу та Алкоселю виявило ще більш виражений ефект. На 5-ту та 21-шу добу після опоросу відзначалося достовірне зниження активності АЛТ

більш ніж на 40 % ($P < 0,001$), а також підвищення активності АСТ на 39,7 % ($P < 0,01$) та 52,0 % ($P < 0,001$) відповідно до показників контрольної групи.

Підвищена активність АЛТ та відносно низький рівень АСТ у сироватці крові свиноматок свідчить про неспецифічну реакцію організму на дію стрес-факторів, що супроводжується посиленням виходом ензимів у позаклітинний простір. Натомість зниження активності амінотрансфераз у крові тварин дослідних груп є доказом того, що компоненти біодобавок знижують негативний вплив теплового стресу, сприяючи збереженню цілісності клітинних мембран органів, специфічних для даних ферментів, та попереджають їх вихід із клітин [11].

Підсумовуючи отримані результати, слід зазначити, що перевищення нормативних значень температури та вологості в приміщеннях для утримання свиноматок чинить негативний вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин. Це підтверджується змінами гематологічних показників і рівнем активності трансаміназ у крові, що узгоджується з даними інших дослідників, які вивчали подібні ефекти у свиней різних вікових і продуктивних груп [11].

Отже, застосування у раціонах поросних свиноматок біодобавок адаптогенної дії — Вікасолу та Алкоселю — в умовах підвищеної температури та вологості в приміщенні має виражену позитивну коригуючу дію на основні показники крові, що свідчить про їх ефективність у зниженні стрес-навантаження та стабілізації метаболічного гомеостазу організму.

5. Імунологічні показники у крові свиноматок

Імунна система є однією з ключових гомеостатичних систем організму, що визначає рівень здоров'я тварин і їхні адаптаційні можливості завдяки взаємодії специфічних та неспецифічних механізмів захисту. Порушення

функціонування цих механізмів призводить до розвитку імунодефіцитних станів [4].

Імунодефіцит може спостерігатися у свиней усіх вікових груп — від новонароджених поросят до дорослих тварин. Водночас найбільш чутливими до дії стрес-факторів є організми у періоди найвищого фізіологічного навантаження — у перші дні та місяці після народження, в останній період гестації, а також у перші 2–3 місяці лактації [23].

Як показують результати проведених досліджень, параметри мікроклімату мають суттєвий вплив на формування клітинного та гуморального імунітету, а включення до раціону годівлі свиноматок біологічно активних добавок Вікасолу та Алкоселю сприяє позитивній динаміці цих показників.

Згідно з аналізом отриманих результатів (табл. 3), загальна кількість лейкоцитів у крові тварин перебувала в межах фізіологічної норми. Водночас, за умов використання в раціоні дослідних груп біодобавок Вікасолу та Алкоселю, простежувалася тенденція до підвищення цього показника. Зокрема, за 5 діб до опоросу кількість лейкоцитів вірогідно зросла у дослідних групах на 8,5 % ($P<0,01$), 22,7 % та 21,1 % ($P<0,001$) відповідно до контролю. Достовірне підвищення лейкоцитів також спостерігалось на 5 добу після опоросу — у другій та третій дослідних групах на 13,2 % ($P<0,05$) та 30,9 % ($P<0,001$) відповідно. На 21 добу після опоросу достовірне зростання цього показника відзначено в третій дослідній групі — на 5,5 % ($P<0,05$) відносно контролю.

Водночас, упродовж дослідного періоду на тлі введення до раціону біодобавок зафіксовано зміни в кількісному складі окремих видів лейкоцитів у крові свиноматок. Особливу увагу привертають коливання вмісту лімфоцитів — клітин, що відіграють провідну роль у функціонуванні імунної системи та переважають у складі білої крові. Велика кількості лімфоцитів у контрольній групі свиноматок перед опоросом свідчить про імунодефіцитний стан організму. Однак за використання Вікасолу та Алкоселю в раціонах цей показник знижується.

Зокрема, на 5 добу до опоросу встановлено зниження рівня лімфоцитів у крові тварин першої дослідної групи на 2,5 %, другої — на 3,1 %, та третьої — на 5,3 % порівняно з контрольною групою

Таблиця 3.

Кількість лейкоцитів та співвідношення їх окремих видів у крові піддослідних свиноматок ($M \pm m$; $n=5$)

Показник	Групи тварин	5 дів до опоросу	5 дів після опоросу	21 доба після опоросу
Лейкоцити, г/л	контроль	8,8 $\pm$ 0,08	7,4 $\pm$ 0,18	10,4 $\pm$ 0,18
	1 дослідна	9,6 $\pm$ 0,19**	7,5 $\pm$ 0,15*	10,6 $\pm$ 0,11
	2 дослідна	10,8 $\pm$ 0,06***	8,4 $\pm$ 0,14**	10,5 $\pm$ 0,14
	3 дослідна	10,6 $\pm$ 0,05***	9,7 $\pm$ 0,21***	10,9 $\pm$ 0,10***
Еозинофіли, %	контроль	2,1 $\pm$ 0,26	2,0 $\pm$ 0,05	2,5 $\pm$ 0,10
	1 дослідна	2,5 $\pm$ 0,50	2,1 $\pm$ 0,23	2,8 $\pm$ 0,48
	2 дослідна	2,6 $\pm$ 0,33	2,5 $\pm$ 0,50	2,7 $\pm$ 0,37
	3 дослідна	2,7 $\pm$ 0,33	2,02 $\pm$ 0,25	2,7 $\pm$ 0,33
Нейтрофіли паличкоядерні, %	контроль	2,0 $\pm$ 0,31	2,0 $\pm$ 0,2	3,8 $\pm$ 0,20
	1 дослідна	2,3 $\pm$ 0,33	2,5 $\pm$ 0,50	5,0 $\pm$ 0,10
	2 дослідна	2,5 $\pm$ 0,50	2,7 $\pm$ 0,4	3,5 $\pm$ 0,16
	3 дослідна	3,03 $\pm$ 0,33*	2,2 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,21
Нейтрофіли сегментоядерні, %	контроль	26,3 $\pm$ 1,20	31,5 $\pm$ 1,00	32,9 $\pm$ 2,50
	1 дослідна	28,7 $\pm$ 2,50	34,5 $\pm$ 2,50	33,2 $\pm$ 1,22
	2 дослідна	29,5 $\pm$ 0,88	36,8 $\pm$ 2,50	37,7 $\pm$ 1,04
	3 дослідна	30,2 $\pm$ 1,76	37,5 $\pm$ 1,53*	39,5 $\pm$ 2,04
Лімфоцити, %	контроль	65,9 $\pm$ 1,46	60,9 $\pm$ 1,50	57,7 $\pm$ 2,50
	1 дослідна	63,4 $\pm$ 2,00	57,4 $\pm$ 5,00	56,5 $\pm$ 3,75
	2 дослідна	62,8 $\pm$ 0,80	55,9 $\pm$ 3,50	54,6 $\pm$ 3,07
	3 дослідна	60,6 $\pm$ 2,53	53,7 $\pm$ 1,15**	51,9 $\pm$ 2,94
Моноцити, %	контроль	2,0 $\pm$ 0,05	2,0 $\pm$ 0,01	2,0 $\pm$ 0, 01
	1 дослідна	2,0 $\pm$ 0,01	2,0 $\pm$ 0,05	2,0 $\pm$ 0,01
	2 дослідна	2,0 $\pm$ 0, 01	2,05 $\pm$ 0,01	2,05 $\pm$ 0,05
	3 дослідна	2,00 $\pm$ 0,10	2,00 $\pm$ 0,01	2,05 $\pm$ 0,05

Така ж тенденція спостерігається і після опоросу. Зокрема, на 5 та 21 добу після опоросу кількість лімфоцитів знижується на 3,5 % та 1,2 % в першій дослідній групі; на 5,0 % та 3,1% - у другій групі та 7,2 % ($P<0,01$) і 5,8 % у третій групі відносно контрольної груп..

При аналізі лейкограми крові свиноматок дослідних груп нами не встановлено вірогідних різниць між кількістю еозинофілів, моноцитів і паличкоядерних нейтрофілів у крові тварин. Однак спостерігалось низька кількості сегментоядерних нейтрофілів у контрольній групі. Проте при використанні біодобавок протягом дослідного періоду їх кількість зросла у першій дослідній групі з 2,4 % до 3 %, у другій дослідній групі – з 3,2 % до 4,8 %, і третій – з 3,9 % до 6,0% ($P<0,05$) відносно контрольної групи.

Одну з найважливіших груп клітин імунної системи становлять фагоцитуючі клітини. Головною функцією їх є інтегральний процес фагоцитозу, який об'єднує різні клітинні реакції в напрямку розпізнавання об'єкту фагоцитозу, його поглинання, знешкодження і видалення з організму [23]. Процес фагоцитозу направлений на захист та звільнення організму від навколишніх патогенів та збереження постійності внутрішнього середовища організму. З огляду на це можна припустити, що рівень неспецифічного захисту організму свиноматок досить ефективно характеризується показниками фагоцитуючих клітин.

Результати дослідження (рис.3.) фагоцитарної активності нейтрофілів вказують на те, що у контрольної та дослідних груп тварин цей показник був у межах фізіологічної норми. Так, у порослих свиноматок (5 діб до прогнозованого опоросу) за використання у раціоні Вікасолу він становив на 2 % ($P<0,05$) вище контролю, Алкоселю – 4,3 % ($P<0,01$) і за використання суміші двох вище вказаних добавок – 8,0 % ($P<0,001$) відносно контролю. Під час лактації показник фагоцитарної активності дещо змінився. Так на 5 і 21 доби цей показник підвищився відносно контролю у першій групі на 4,3

% ($P<0,01$) та 3,0 %, у другій групі на 4,5 % ($P<0,01$) та 5,1 % ($P<0,05$), і третій – 5,2 % ($P<0,001$) та 6,0 % ($P<0,01$) відповідно.

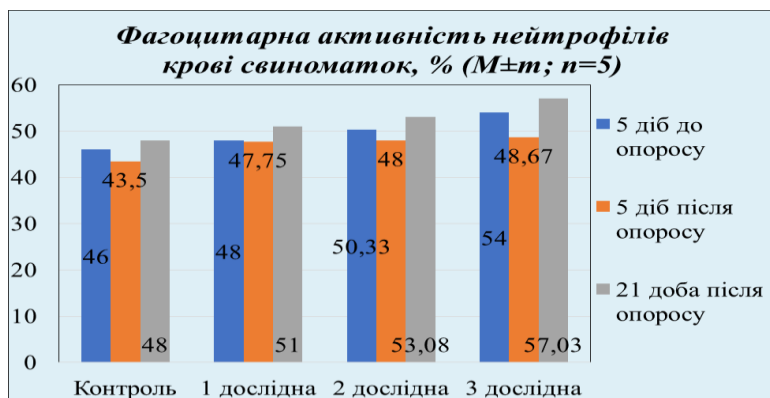


Рис. 3. Фагоцитарна активність нейтрофілів крові свиноматок, %, ($M\pm m$; $n=5$)

Вірогідно вищі показники фагоцитарної активності (ФА) нейтрофільних гранулоцитів, підвищений вміст сегментоядерних нейтрофілів у лейкоцитарній формулі, а також зростання загальної кількості лейкоцитів у крові свиноматок дослідних груп після опоросу порівняно з контрольною групою свідчать про активацію клітинної ланки імунітету. Отримані результати вказують не лише на посилення імунологічної реактивності свиноматок, а й на потенційно позитивний вплив біодобавок Вікасолу та Алкоселю на формування неспецифічного захисту у новонароджених поросят.

Гуморальні фактори неспецифічного захисту організму тварин представлені різними білками та пептидами. Вони містяться у різних біологічних рідинах, а значна їх кількість знаходиться у крові тварин. Ці фактори володіють антимікробними властивостями, а також мають здатність

активувати інші гуморальні та клітинні механізми імунного захисту [30].

Протеїни сироватки крові – це велика група протеїнів, які відрізняються своєю структурою, фізико-хімічними властивостями та функціями, серед яких найважливішими є: структурна, каталітична, рецепторна, транспортна, захисна, механічна, трофічна, регуляторна, когенетична та буферна. [11].

Динаміка вмісту загального протеїну у крові свиноматок різних фізіологічних груп за впливу параметрів мікроклімату та використання у раціонах годівлі біодобавок наведено в табл. 4

Результати дослідження підтверджують, що використання у раціоні свиноматок біодобавок Вікасол та Алкосель як окремо так і в поєднанні, стимулює синтез протеїнів в організмі тварин. Рівень загального протеїну крові та його основних фракцій були в межах фізіологічних коливань протягом усього періоду досліджень. Так за 5 діб до прогнозованого опоросу вміст загального протеїну у сироватці крові тварин третьої дослідної групи був вірогідно вищим на 8,81 % ($P < 0,01$), ніж у контролі. У крові свиноматок першої і другої теж спостерігається зростання цього показника, однак не вірогідне, на 1,03 % та 3,8 % відповідно. Така ж тенденція спостерігається протягом усього дослідного періоду, зокрема на 5 добу після опоросу рівень протеїну в крові тварин першої групи зростав на 0,5 %, другої – на 1,6 % і третьої – на 4,1 %; на 21 добу у першій групі – на 1,9 %, у другій – на 2,5 % і третій – на 3,7 % відносно контролю.

Підвищення концентрації альбумінової фракції, яка є основою пластичного матеріалу м'язової тканини у свиноматок спостерігається протягом усього дослідного періоду і у всіх групах з 1,12 до 1,5 рази відносно контролю, що обумовлює збільшення у них значення білкового індексу, підвищення якого свідчить про більш високу ефективність білкового обміну в організмі цих тварин.

Таблиця 4

**Вміст загального протеїну та його фракцій у
сироватці крові свиноматок, ($M \pm m$; $n=5$)**

Показник	Групи тварин	5 діб до опоросу	5 діб після опоросу	21 доба після опоросу
Загальний протеїн, г-л	контроль	75,9 $\pm$ 1,24	78,0 $\pm$ 1,10	80,1 $\pm$ 1,34
	1 дослідна	76,7 $\pm$ 1,81	78,4 $\pm$ 1,41	81,6 $\pm$ 1,33
	2 дослідна	78,8 $\pm$ 1,80	79,2 $\pm$ 1,08	82,1 $\pm$ 1,00
	3 дослідна	82,6 $\pm$ 1,57*	81,2 $\pm$ 1,23	83,04 $\pm$ 1,31
Альбуміни, %	контроль	44,6 $\pm$ 0,73	44,5 $\pm$ 0,87	44,8 $\pm$ 0,68
	1 дослідна	45,5 $\pm$ 0,57	44,9 $\pm$ 0,91	45,0 $\pm$ 0,85
	2 дослідна	45,9 $\pm$ 0,67	44,5 $\pm$ 0,64	45,7 $\pm$ 0,89
	3 дослідна	46,08 $\pm$ 0,49***	44,7 $\pm$ 0,54	45,9 $\pm$ 0,59
Глобуліни, %	контроль	51,7 $\pm$ 1,08	52,6 $\pm$ 1,02	53,4 $\pm$ 1,12
	1 дослідна	53,6 $\pm$ 0,81	53,4 $\pm$ 0,93	54,20 $\pm$ 0,97
	2 дослідна	53,8 $\pm$ 0,62	54,3 $\pm$ 0,73	54,4 $\pm$ 0,81
	3 дослідна	53,6 $\pm$ 0,72**	53,77 $\pm$ 0,56	54,0 $\pm$ 0,89
α -глобуліни, %	контроль	16,4 $\pm$ 0,45	16,4 $\pm$ 0,56	16,7 $\pm$ 0,82
	1 дослідна	16,7 $\pm$ 0,61	16,8 $\pm$ 0,48	16,9 $\pm$ 0,59
	2 дослідна	17,2 $\pm$ 0,36	17,0 $\pm$ 0,24	16,8 $\pm$ 0,51
	3 дослідна	17,0 $\pm$ 0,27	17,1 $\pm$ 0,33	17,0 $\pm$ 0,41
β -глобуліни, %	контроль	14,6 $\pm$ 0,04	15,30 $\pm$ 0,07	15,7 $\pm$ 0,12
	1 дослідна	15,0 $\pm$ 0,07	15,6 $\pm$ 0,15	16,0 $\pm$ 0,19
	2 дослідна	15,6 $\pm$ 0,04	15,9 $\pm$ 0,06	16,0 $\pm$ 0,04
	3 дослідна	14,8 $\pm$ 0,03	15,7 $\pm$ 0,07	15,9 $\pm$ 0,08
γ -глобуліни, %	контроль	20,8 $\pm$ 0,31	20,9 $\pm$ 0,36	21,0 $\pm$ 0,56
	1 дослідна	22,0 $\pm$ 0,38*	21,0 $\pm$ 0,23	21,3 $\pm$ 0,65
	2 дослідна	21,0 $\pm$ 0,4	21,3 $\pm$ 0,43	21,5 $\pm$ 0,51
	3 дослідна	21,8 $\pm$ 0,53	20,9 $\pm$ 0,62	21,1 $\pm$ 0,57

Поряд зі змінами пластичних процесів в організмі порослих свиноматок спостерігається підвищення концентрації γ -глобулінів у сироватці крові — фракції білків, що

забезпечують гуморальний захист від інфекцій. Зростання рівня γ -глобулінів у період порослості є адаптивною реакцією, спрямованою на підготовку організму до лактації, коли з молозивом виділяється значна кількість імунних протеїнів, необхідних для формування пасивного імунітету та підвищення виживання поросят [23].

Імуноглобуліни є основною складовою імунного статусу, від якої саме залежить рівень резистентності організму. Імуноглобуліни (антитіла) – це білкові сполуки, які організм виробляє у відповідь на антиген, чужорідну речовину, що потрапила у кров, лімфу чи тканини організму з метою знищення або нейтралізації потенційної небезпеки [36].

Що стосується гуморальної ланки неспецифічної резистентності свиноматок то вона представлена такими показниками як: бактерицидна активність (БАСК), лізоцимна активність (ЛАСК) та циркулюючі імунні комплекси (ЦІК).

Бактерицидна активність сироватки крові (БАСК) тварин є інтегральним показником природної здатності крові до самоочищення від мікроорганізмів. Цей показник є важливим у виявленні ранніх змін при порушенні обміну речовин за впливу різних факторів. БАСК характеризується значними коливаннями у тварин різних видів як у нормі, так і за дії факторів зовнішнього середовища. Зміни її рівня притаманні при різних стресових ситуаціях, зокрема таких як порушень умов годівлі та утримання, виникненні захворювань, які можуть протікати у прихованій і хронічній формі. Підвищення активності БАСК спостерігається як при гострому перебігу захворювань так і при стимулюючій дії різних факторів.

Лізоцим – базисний фермент, який відіграє важливу роль у неспецифічному захисті організму від різних інфекцій.

На сьогоднішній день відомо про два основні механізми дії лізоциму щодо знешкодження бактеріальних клітин. Перший полягає у руйнуванні клітинної стінки бактерій шляхом гідролізу β -1,4-глікозидних зв'язків між N-ацетилглюкозаміном (NAG) та N-ацетилмурамовою кислотою,

що входять до складу пептидоглікану [42]. Оскільки пептидоглікан виконує структурну функцію, забезпечуючи механічну міцність та форму бактеріальної клітини, його руйнування призводить до осмотичного лізису. Другий механізм реалізується незалежно від ферментативної активності лізоциму та обумовлений його позитивним зарядом, що сприяє взаємодії з негативно зарядженими мембранами бактерій. Це порушує цілісність бактеріальної мембрани, підвищуючи її проникність для інших антимікробних агентів, включаючи фармакологічні речовини. Окрім того, лізоцим виявляє антимікробну та антивірусну активність у межах клітин крові — гранулоцитів, моноцитів і макрофагів, де він міститься у вигляді внутрішньоклітинних гранул [44].

Однією з важливих фізіолого-біохімічних функцій циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) є нейтралізація антигенів. Встановлено, що утворення ЦІК – це надзвичайно важлива відповідь організму на діяльність імунної системи [44]. Доведено, що при порушенні імунного статусу організму тварин циркулюючі імунні комплекси накопичуються в судинах і можуть викликати запальні процеси. Встановлено також, що біологічна активність та інтенсивність утворення ЦІК залежить від природи та співвідношення антитіл та антигенів, які входять до їх складу [42].

Визначення вмісту ЦІК у сироватці крові має важливе значення для оцінки перебігу метаболічних процесів, алергічних реакцій III типу та імунного статусу організму тварин. Підвищення рівня ЦІК у сироватці крові вказує на розвиток синдрому імунотоксикозу при певній патології.

Проведені нами дослідження свідчать про те, що введення до раціонів свиноматок біодобавок Вікасол, Алкосель та їх суміш, виявляє позитивну дію на імунний статус піддослідних тварин. Зокрема, за 5 діб до прогнозованого опоросу спостерігається підвищення БАСК у першій групі на 5,6 %, другій – на 6,3 % і у третій дослідній групі – на 8,8 % ($P < 0,01$) відносно контролю. Така ж тенденція спостерігається

щодо ЛАСК. Зокрема, при додаванні до раціону свиноматок біодобавок вміст ЛАСК підвищується у першій дослідній групі на 0,3 %, другій – на 1,8 % , а у третій – на 3,9 % ($P<0,05$) відносно контролю (табл. 5).

Таблиця 5

Зміни вмісту гуморальних факторів природної резистентності свиноматок, ($M\pm m$; $n=5$)

Показник	Групи тварин	5 діб до опоросу	5 діб після опоросу	21 доба після опоросу
ЦІК, ммоль/л	контроль	85,3 $\pm$ 2,27	87,0 $\pm$ 1,53	85,3 $\pm$ 2,27
	1 дослідна	84,8 $\pm$ 2,70	86,5 $\pm$ 3,50	85,5 $\pm$ 3,50
	2 дослідна	86,8 $\pm$ 2,70	87,0 $\pm$ 1,00	87,0 $\pm$ 1,53
	3 дослідна	80,5 $\pm$ 3,50	88,0 $\pm$ 3,03*	84,0 $\pm$ 2,65
Лізоцимна активність, %	контроль	44,3 $\pm$ 1,08	40,5 $\pm$ 0,87	49,0 $\pm$ 0,58
	1 дослідна	46,5 $\pm$ 1,16	48,0 $\pm$ 0,58*	49,7 $\pm$ 0,85
	2 дослідна	46,0 $\pm$ 1,44	52,3 $\pm$ 1,67**	51,3 $\pm$ 0,64*
	3 дослідна	48,2 $\pm$ 1,11*	52,8 $\pm$ 1,38**	53,4 $\pm$ 0,7***
Бактерицидна активність, %	контроль	25,5 $\pm$ 0,59	35,8 $\pm$ 0,44	38,5 $\pm$ 2,16
	1 дослідна	31,1 $\pm$ 3,63	34,3 $\pm$ 1,80	37,4 $\pm$ 1,05
	2 дослідна	31,8 $\pm$ 3,65	44,8 $\pm$ 3,59*	45,3 $\pm$ 0,91*
	3 дослідна	34,4 $\pm$ 2,46**	47,5 $\pm$ 4,11*	47,7 $\pm$ 0,79**

Водночас після опоросу спостерігається коливання цих показників. Так, на 5 добу після опоросу БАСК вірогідно підвищується на 9,1 % ($P<0,05$) і 11,7 % ($P<0,05$) у другій та третій дослідних групах. Такі ж зміни спостерігаються і на 21 добу теж у другій та третій дослідній групах – 6,8 % ($P<0,05$) та 9,2 % ($P<0,05$) відносно контролю відповідно. Також спостерігається вірогідне підвищення лізоцимної активності на 5 добу після опоросу у всіх дослідних групах: в першій – на 2,5 % ($P<0,05$), другій – на 6,8 % ($P<0,01$) та третій – на 7,5 %

($P < 0,01$) відносно контролю. Таку ж тенденцію спостерігаємо і на 21 добу після опоросу. Зокрема вірогідне підвищення лізоцимної активності відносно контролю відбувається у другій та третій групах на 2,3 % ($P < 0,05$) та 4,4 % ($P < 0,001$) відповідно.

Утворення циркулюючих імунних комплексів у крові тварин (ЦІК) є одним з етапів ефекторної імунної відповіді, яка відіграє важливу роль у видаленні антигенів із організму. В процесі досліджень було встановлено, що у тварин усіх дослідних груп вміст цих комплексів був в межах фізіологічної норми, а саме 50-90 ммоль/л.

Виходячи з отриманих даних можна зробити висновок про те, що використання у раціоні свиноматок біодобавок Вікасол та Алкосель, як окремо так і разом, за порушення умов температурно-вологісного режиму у приміщенні, позитивно впливає на показники імунітету, що стимулює стійкість організму тварин до патологічних станів.

6. Зміна рівня інгредієнтів продуктів ПОЛ та активність ензимів АС у крові свиноматок

Результати численних наукових досліджень, проведених останніми роками, свідчать про те, що в організмі свиноматок у передопоросний період інтенсифікуються процеси пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ), тоді як активність системи антиоксидантного захисту (САЗ) суттєво знижується [16, 43]. Проведені нами дослідження (табл. 6–7) підтверджують ці спостереження: за умов підвищеної температури та вологості у приміщеннях для утримання тварин у крові свиноматок контрольних груп відзначено підвищений вміст продуктів ПОЛ — гідропероксидів ліпідів, дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду. Одночасно спостерігалось зниження активності основних ензимів антиоксидантного захисту — супероксиддисмутази, каталази та глутатіонпероксидази, що є свідченням розвитку оксидативного стресу в організмі свиноматок на

завершальному етапі поросності та в післяопоросний період. Аналогічні зміни були відзначені й в інших наукових роботах [4, 43].

Результати наших досліджень показують (табл. 6.), що згодовування вітамінного препарату Вікасол і оксидопротектора Алкосель та їх суміші у досліджуваних дозах суттєво впливає на вміст продуктів перекисного окислення ліпідів. Зокрема, за 5 діб до прогнозованого опоросу при використанні вказаних препаратів як окремо, так і сумісно, встановлено вірогідне зниження вмісту у крові дослідних тварин порівняно до тварин контрольної групи, гідропероксидів ліпідів на 9,8 – 33,3 % ($P < 0,05$ – 0,001); дієнових кон'югатів – на 10,1 – 28,4 % ($P < 0,01$ – 0,001); малонового діальдегіду – на 10,1 – 36,7 % ($P < 0,01$ – 0,001). Незначне підвищення вмісту дієнових кон'югатів на 3,6 % у крові тварин, порівняно із контролем, виявлено лише у групі, яка отримувала у складі комбікорму Вікасол (перший дослідний), що пояснюється незначною активністю процесів ліпопероксидації в органах і тканинах порослих свиноматок.

На 5 та 21 добу після опоросу за підвищення температури і відносної вологості повітря спостерігається підвищений рівень продуктів ПОЛ у крові тварин контрольної групи. Зокрема вміст гідропероксидів ліпідів у крові тварин контрольної групи був у 2,07 і 1,8 раза; дієнові кон'югати – у 1,1 та 0,9; малоновий діальдегід – 1,17 і 1,06 рази відповідно вищий ніж до опоросу. Однак при додаванні до раціону свиноматок біодобавок Вікасолу та Алкоселю, а також їх суміші спостерігається поступове зниження означених показників. Так при додавання суміші двох препаратів (третя дослідна група) на 5 добу спостерігається вірогідне зниження гідропероксидів ліпідів на 18,4 % ($P < 0,01$), малонового діальдегіду – при додаванні до раціону Вікасолу на 5 добу після опоросу на 16,4 % ($P < 0,05$) та суміші цих добавок на 18,5 % ($P < 0,01$); на 28 добу – при використанні у раціоні Алкоселю

даний показник знижується на 33,6 % ($P<0,01$) та суміші на 19,8 % ($P<0,05$).

Таблиця 6

Вміст продуктів пероксидного окислення ліпідів у крові піддослідних свиноматок, ($M\pm m$; $n=5$).

Показник	Група тварин	5 діб до опоросу	5 діб після опоросу	21 доба після опоросу
Гідропер- окси- ди од.Е 480/мл	контроль	1,02±0,04	2,12±0,06	1,9 ±0,12
	1 дослідна	0,8±0,04**	2,0±0,07	1,8±0,08
	2 дослідна	0,9±0,01*	2,05±0,07	1,8±0,05
	3 дослідна	0,7±0,02***	1,7±0,05***	1,6±0,15
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	контроль	1,7±0,03	1,9±0,07	1,5±0,15
	1 дослідна	1,8±0,03	1,7±0,11	1,3±0,15
	2 дослідна	1,5±0,04**	1,5 ±0,16	1,3±0,14
	3 дослідна	1,2±0,04***	1,3±0,16***	1,2±0,12
Малоновий діальдегід нмоль/мл	контроль	2,2±0,03	2,5±0,13	2,3±0,18
	1 дослідна	1,9±0,05**	2,1±0,09*	1,9±0,04
	2 дослідна	1,6±0,03***	2,3±0,09	1,5±0,14**
	3 дослідна	1,4±0,03***	2,07±0,03**	1,8±0,09*

Крім того нами також виявлено, що у крові свиноматок контрольної групи, в порівнянні з дослідними, дещо знижена активність ензимів першої лінії захисту від супероксиданіонрадикалів і пероксиду водню, а саме супероксиддисмутази (SOD) і каталази (КАТ), та підвищенням рівня продуктів ПОЛ на що вказують результати й інших дослідників [4, 13]. Згодовування свиноматкам Вікасолу та Алкоселю, а також поєднане використання цих препаратів у комбікормі, викликає підвищення у крові активності обох досліджуваних ензимів. Так за 5 діб до прогнозованого опоросу в крові свиноматок дослідних груп встановлено зростання активності SOD у першій групі на 8,3 % ($P<0,01$), другій – на 3,6 % ($P<0,001$), та третій – 15,54 % ($P<0,001$) відповідно, та КАТ — на 2,5 %; 2,04 % та 6,12 % ($P<0,05$)

відносно контролю. Таку ж тенденцію до зростання цих ензимів спостерігаємо і після опоросу. Зокрема, на 5 і 21 добу спостерігається підвищення відносно контрольної групи САТ у першій дослідній групі на 6,7 % та 3,8 %, у другій – на 26,2 % ($P<0,001$) та 16,9 %, третій – на 24,3 % ($P<0,01$) та 23,3 % ($P<0,05$) відповідно. Встановлено також і зростання активності SOD у крові свиноматок відносно контрольних тварин у вказаний період в першій групі на 5,2 % та 3,4 %, другій групі – на 6,3 % та 6,8 % і третій групі – на 15,3 % та 10,7 % відповідно (табл. 7).

Таблиця 7

Зміни активності каталази, супероксиддисмутази і глутатіонпероксидази у крові підслідних свиноматок, ($M\pm m$; $n=5$).

Групи тварин	5 дів до опоросу	5 дів після опоросу	21 доба після опоросу
Каталаза (CAT) мкмоль/хв*мг протеїну			
контроль	1,9±0,03	2,1±0,06	2,06±0,17
1 дослідна	2,01±0,04	2,2±0,08	2,1±0,06
2 дослідна	2,0±0,05	2,6±0,09***	2,4±0,06
3 дослідна	2,1±0,03*	2,6±0,14**	2,5±0,04*
Супероксиддисмутаза SOD, МО/ 1мг протеїну			
контроль	1,9±0,01	1,9±0,17	2,05±0,07
1 дослідна	2,0±0,02**	2,0±0,06	2,1±0,09
2 дослідна	2,1±0,03***	2,04±0,09	2,2 ±0,06
3 дослідна	2,2±0,07***	2,2±0,10	2,3±0,08
Глутатіонпероксидаза GPO, мкмоль/хв*мг протеїну			
контроль	0,29±0,02	0,24±0,04	0,25±0,04
1 дослідна	0,30±0,02	0,25±0,07	0,27±0,05
2 дослідна	0,302±0,04	0,297±0,05	0,3±0,11
3 дослідна	0,35±0,02	0,38±0,09	0,37±0,09

Як показують проведені дослідження, свідченням стану окислативного стресу в організмі свиноматок контрольної групи є також низький рівень активності глутатіонпероксидази

у крові. При аліментарному застосуванні означених оксидопротекторів окремо, а також їх поєднаного введення до раціону, протягом дослідного періоду активність глутатіонпероксидази у крові тварин дослідних груп, хоч не вірогідно, однак зростає з 3,45 % до 8 % у першій групі, з 4,1 % до 23,7 % - у другій та з 20,7 % до 48 % у третій групі відносно свиноматок контрольної групи, які не отримували таких добавок.

Отримані результати загалом свідчать про те, що підвищені, порівняно з нормативними, показники температури та відносної вологості повітря, а також наявність у повітрі приміщень для утримання порослих свиноматок шкідливих газів, таких як оксид вуглецю, сірководень, аміак, оксиди азоту та метан, чинять негативний вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин. Зокрема, ці чинники сприяють активації процесів пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) та зниженню активності ферментів антиоксидантної системи. Водночас, додавання до раціону свиноматок біодобавок Вікасолу, Алкоселю, а також їх комбіноване використання у визначених дозах, чинить виражену позитивну коригувальну дію на досліджувані біохімічні показники крові.

Висновок

Отже, результати проведених досліджень свідчать про те, що використання біодобавок — як окремо, так і в комбінації — у раціонах годівлі свиноматок за умов впливу мікрокліматичних чинників приміщень чинить позитивний вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин. Зокрема, у свиноматок підвищується рівень гемоглобіну, зростає кількість еритроцитів, лейкоцитів та окремих їх форм, активуються ензими антиоксидантного захисту у відповідь на оксидативний стрес. Крім того, спостерігається активація імунної відповіді, що свідчить про підвищення адаптивної резистентності організму на дію несприятливих параметрів мікроклімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабань О. А. Температурний стрес у свинوماتок. *Тваринництво сьогодні*. 2017. № 6. С. 52–55.
2. Бащенко М. І., Церенюк О. М., Іванов В. О. Удосконалення системи мікроклімату свинарських приміщень у племінних господарствах. Методичні рекомендації. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААНУ. 2024. 28 с.
3. Белозьорова Н. О. Вплив середовища та інноваційних технологій утримання що докорінно (цілеспрямовано) впливають на стан продуктивності та життєздатності свиней. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16 № 3 (60). Ч. 3. С. 255-271.
4. Бучко О. Система антиоксидантного захисту організму свиней за дії аскорбінової кислоти. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Випуск 71. С. 43–49.
5. Важливість вентиляції в сучасному свинарстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroclimate.com.ua/images/headers/6.pdf> . 2020.
6. Вербич І. В., Братковська Г. В. Вплив параметрів мікроклімату на весні та влітку на продуктивність під час вирощування та відхідовки свиней. *Розведення та генетика тварин*. (2022)Том 64, с. 16-26. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.02>
7. *ВНТП – АПК – 02.05* Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (Комплекси, ферми, малі ферми). Мінагрополітики України, Київ, 2005. 97 с.
8. Волощук В. М. Вплив умов утримання на репродуктивні якості свинوماتок. *Свинарство*. Полтава. 2013. Вип. 62. С.27 – 32.
9. Волощук В. М., Герасимчук В. М. Показники мікроклімату у відділенні для дорощування поросят залежно від способу вентилявання приміщення. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2017. Вип 1(93). С. 120–128.

10. Галдун Т. І. Водорозчинні вітаміни (комплекс вітамінів групи В (команди енергетиків) та аскорбінова кислота (борець з інфекцією)). *Вісник Луган. нац. ун-ту. Біологічні науки*. 2009. № 2(165). С. 16-30.
11. Гуцол А. В., Кирилів Я. І., Мазуренко М. О. Біохімічні показники крові свиней при згодовуванні ферментних препаратів. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2013. Вип. 13. С. 80–82.
12. Гришко В. А. Санітарно-гігієнічний контроль – основна умова при вирощуванні поросят-сисунів. *Аграрні вісті: всеукраїнський журнал*. 2008. № 1. С. 12-13.
13. Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці. Кам'янець-Подільський: Абетка, 2006. 192 с.
14. Демчук М. В., Решетнік А. О. Мікроклімат та ефективність роботи системи вентиляції в реконструйованих приміщеннях для свиней в різні періоди року. *Наук. вісн. ЛНАУМ*. Львів, 2006. Т. 8, 1(28). С. 36–42.
15. Дмитроца А. І. Вплив температурного режиму на продуктивні якості свиней. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, досягнення та перспективи аграрної науки і виробництва в умовах євроінтеграції»*, с. Оброшине, 2–3 червня 2022 р. с. 29 – 32.
16. Дмитроца А. І., Вовк С. О., Клим О. Я., Висоцька Ю. А.. Зміни рівня інгредієнтів продуктів ПОЛ і активності ензимів АС у крові свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень та їх корекції оксидопротекторами. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2), с.147-155. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-13.
17. Жижка С. В., Повод М.Г., Самохіна Є.А. Залежність параметрів мікроклімату та продуктивності лактуючих свиноматок і росту підсисних поросят від різних систем вентиляції у зимову пору року. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. Суми, 2018. Випуск 7(35). С. 268–285.

18. Засуха Ю. В., Грищенко С. М., Кузьменко М. В. Ефективність вирощування ремонтного і відгодівельного молодняку свиней. *Міжвід. темат. наук. зб. "Свинарство"*. 2012. Вип. 60. С. 40–45.
19. Лимар В. О., Волощук В. М., Хатько І. В. Прогресивні технології у свинарстві та їх переваги. *Міжвід. темат. наук. зб. "Свинарство"*. 2012. Вип. 60. С. 8–11.
20. Любасюк Н. В., Гуцол А. В. Гематологічні показники поросних свиноматок за згодовування БВМД Інтермікс. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2015. № 2. С. 118–120.
21. М. Брамм. Здоровий мікроклімат. Тваринництво. 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/zdorovyj-mikroklimat-dlya-svynej-na-svynokompleksi>.
22. Милостивий Р. В., Повод М. Г., Самохіна Є. А. Параметри мікроклімату в свинарських приміщеннях влітку за різних систем вентиляції та їхній вплив на продуктивність лактуючих свиноматок і ріст підсисних поросят. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. Суми, 2018. Випуск 2(34). С. 218–223.
23. Огородник Н. З. Метаболічний гомеостаз у свиней і роль імуноотропних препаратів у його регуляції: дис. на здобуття наукового ступеня доктора вет. наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія. — Інститут біології тварин НААН, Львів, 2016.
24. Повод М. Г. Динаміка параметрів мікроклімату у приміщеннях для дорощування поросят залежно від їх маси. та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. Суми, 2017. Випуск 7(33). С. 154–159.
25. Повод М. Г. Санітарно-гігієнічні детермінанти відтворювальних властивостей свиноматок та резистентність поросят. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Збірник наук. праць ХЗВА*. 2015. Вип. 31. Ч. 1. С. 261 – 270.

26. Расмуссен К. Система вентиляції як елемент біобезпеки господарств. *Прибуткове свинарство*. Випуск № 3(51). 2019р.

<http://profisvine.pigua.info/indexukr.php?action=issue&id>

27. Ремізова Ю. О. Вплив мікроклімату на гомеостаз організму свиней, продуктивність та якість свинини. Дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.02.04 – «Технологія виробництва продуктів тваринництва». Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України. Полтава, 2019, 148с.

28. Стародубець О. О. Вплив сезону року на відтворювальні якості свиноматок. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 4. Т. 2, с.100 – 103.

29. Ткачук О.Д. Вплив мікроклімату на основні показники резистентності свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2 •, с. 136 – 140.

30. Чумаченко В. В. Біохімічні та імунологічні основи системи профілактики стресу в свиней: автореф. дис. д-ра вет. наук. К., 2007. 24 с.

31. Шостя А. М. Динаміка перебігу вільнорадикального перекисного окислення у крові свинок впродовж відтворювального циклу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2008. №3-2 (38). С. 274-278

32. Шостя А. М. Особливості динаміки вмісту вітамінів антиоксидантної дії в різних тканинах свиноматок та плодів. Автореферат дисертації кандидата біологічних наук. - М. Полтава.-1998.-С.18

33. Baumgard L.H., Keating A. Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 2015. 39. С. 173–183. URL: <http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra>

34. Cao J, Guo F, Zhang L. Effects of dietary Selenomethionine supplementation on growth performance, antioxidant status, plasma selenium concentration, and immune function in weaning pigs. *J Anim Sci Biotechnol*. 2014 Oct 2;5(1):46. doi: 10.1186/2049-1891-5-46.
35. Curcumin ameliorates oxidative stress-induced intestinal barrier injury and mitochondrial damage by promoting Parkin dependent mitophagy through AMPK-TFEB signal pathway. Cao, S., Wang, C., Yan, J., et al. *Free Radic. Biol. Med.* 2020, 147, 8–22
36. Das S., Char D., Sarkar S. Study of hematological parameters in pregnancy. *IOSR Journal of Dental Medical Sciences*. 2013. 12(1): 42–44.
37. Datta S., Kodali B. S., Segal, S. Maternal physiological changes during pregnancy, labor and the postpartum period. In: *Obstetric Anesthesia Handbook Springer*. New York. 2010. NY, 1–14.
38. Dietary L-Tryptophan Supplementation with Reduced Large Neutral Amino Acids Enhances Feed Efficiency and Decreases Stress Hormone Secretion in Nursery Pigs under Social-Mixing Stress. Bin Shen, Y.; Voilqué, G.; Odle, J.; Kim, S.W *J. Nutr.* 2012, 142, 1540–1546.
39. Dietary zinc source impacts intestinal morphology and oxidative stress in young broilers. De Grande, A.; Leleu, S.; Delezie, E.; et al. Goossens, E.; Haesebrouck, F.; Van Immerseel, F.; Ducatelle, R. *Poult. Sci.* 2020, 99, 441–453.
40. Dmytrotso A. I. Metabolic processes in pigs and their productivity depending on the microclimate of the premises. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 70 (2), с.124 – 137. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-10.
41. Dmytrotso A. I. Optimizing the microclimate is an important condition for increasing the productivity of pigs. Forecasts and prospects of scientific discoveries in agricultural sciences and food. August 30–31, 2022, p.138 – 140. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-238-8-33>.

42. Haley, P. The Immune System of Pigs. *The Minipig in Biomedical Research*, 2011. 343–356. <https://doi.org/10.1201/b11356-298>.
43. Harvey A. J., Kind K. L., Thompson J. G. Redox regulation of early embryo development. *Reproduction*. 2002. Vol. 123. P. 479–486.
44. Jiang, Y., Xiong, Y., et al. Oxidative stress and immune suppression in pigs under heat stress: A review. *Animal Bioscience*, 2021, 34(2), 199–210. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0313>
45. N-acetylcysteine attenuates intrauterine growth retardation-induced hepatic damage in suckling piglets by improving glutathione synthesis and cellular homeostasis. Zhang H., Su W., Ying Z., Chen Y., et al. *Eur. J. Nutr.* 2018, 57, 327–338.
46. L-cysteine protects intestinal integrity, attenuates intestinal inflammation and oxidant stress, and modulates nf-kb and nrf2 pathways in weaned piglets after lps challenge. Song, Z., Tong, G., Xiao, K., et al. *Innate Immun.* 2016, 22, 152–161.
47. L-Tryptophan Activates Mammalian Target of Rapamycin and Enhances Expression of Tight Junction Proteins in Intestinal Porcine Epithelial Cells. Wang, H.; Ji, Y.; Wu, G.; et al. *J. Nutr.* 2015, 145, 1156–1162.
48. Ortman K., Pehrson B: Selenite and selenium yeast as feed supplements to growing fattening pigs. *J Vet Med A*. 1998, 45: 551-557.
49. Oxidative stress, antioxidants and intestinal calcium absorption. Barboza, G. D. D., Guizzardi, S., Moine, L., Talamoni, N. T. D. *World Journal of Gastroenterology*, 2017, v.23(16), p. 2841. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i16.2841>.
50. Peretz A, Nève J, Desmedt J. Lymphocyte response is enhanced by supplementation of elderly subjects with selenium-enriched yeast. *Am J Clin Nutr.* 1991, 53: 1323-1328.
51. Radwan, R. R.; Karam, H. M. Resveratrol attenuates intestinal injury in irradiated rats via PI3K/Akt/mTOR signaling pathway. *Environ. Toxicol.* 2020, 35, 223–230.

52. 4951. Redox control of cancer cell destruction. Hegedűs, C., Kovács, K., Polgár, Z., Regdon, Z., et al. *Redox Biology*, 2018. 16, 59–74. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.01.015>
53. Reproductive performance of purebred Swedish landrace and Swedish Yorkshire sows, I. Seasonal variation and parity influence. Tummaruk P., Lundeheim N. Einarsson S., Dalin A.M. *Acta Agric Scand Sect A Anim Sci*. 2010. Issue 50. P. 205–216.
54. Resveratrol improves intestinal barrier function, alleviates mitochondrial dysfunction and induces mitophagy in diquat challenged piglets. Cao, S.; Shen, Z.; Wang, C.; Zhang, Q.; et al. *Food Funct*. 2019, 10, 344–354.
55. Seasonal variation in the ovarian function of sows. Bertoldo M. J., Holyoake P. K., Evans G., Grupen C. G. *Reprod Fertil Dev*. 2012. Issue 24. P. 822–834.
56. Se deficiency induces renal pathological changes by regulating selenoprotein expression, disrupting redox balance, and activating inflammation. Li, S.; Zhao, Q.; Zhang, K.; et al. *J. Met*. 2020, 12, 1576–1584.
57. Starodubets A., Bondar, A. Dependence of reproduction quality of pig population on the season of the year. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 2015. 2 (84), 100–103 (in Ukrainian).
58. Starodubets O. The influence of year season on reproductive qualities of sows. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2015, 2(94), 155–161 (in Ukrainian).
59. Surai P. F, Fisinin V. I. Antioxidant-Prooxidant Balance in the Intestine: Applications in Chick Placement and Pig Weaning. *J Veter Sci Med*. 2015;3(1):16. : <https://www.researchgate.net/publication/274137438>.
60. Vitamin K3 (menadione) redox cycling inhibits cytochrome P450-mediated metabolism and inhibits parathion intoxication. Jan, Y.-H., Richardson, J. R., Baker, A. A., et al.

Toxicology and Applied Pharmacology, 2015. V. 288(1), p. 114–120. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2015.07.023>.

61. Voloshchuk V. M., Herasymchuk V. N. Level of harmful gases in air of the section for farrow at different seasons of a year and conditions of microclimate. *Scientific Reports National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2017., 2, 1–11 (in Ukrainian).

62. Yue Hao, Mingjie Xing, Xianhong Gu. Research Progress on Oxidative Stress and Its Nutritional Regulation Strategies in Pigs. *Animals*. **2021**, 11(5), 1384; <https://doi.org/10.3390/ani11051384>

63. Zhyzhka, S. V., Povod, M. H., Mylostyvyi, R. V. Influence of various ventilation type on microclimate parameters, productivity of lactating sows, and growth of suckling piglets in spring and autumn seasons. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 2019. 7(2), 90–96. doi:10.32819/2019.71016

Науково-практичне видання

**КОРЕКЦІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН У СВИНОМАТОК ЗА
ПОРУШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ**

Підписано до друку 13.06.2025.

Формат 30х42/4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк офсетний. Умовн. друк. арк. **3,03**

Тираж 10 прим.

Видавець та виготовлювач

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну, Львівської обл., 81115

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.

inagrokarpat@isgkr.com.ua

[www.isgkr.com.ua](https://isgkr.com.ua/)



<https://isgkr.com.ua/>