

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДМИТРОЦА АНДРІЯНА ІВАНІВНА

УДК 636.4:614.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ ТА ЇХ
КОРЕКЦІЯ БІОДОБАВКАМИ ЗА ДИСКОМФОРТНИХ УМОВ
МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ**

Спеціальність 091 – «Біологія та біохімія»

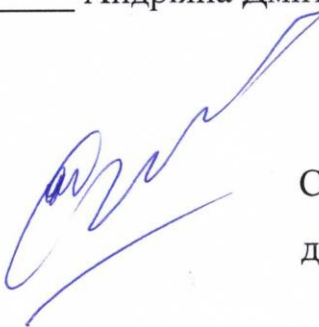
Галузь знань 09 – «Біологія»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 Андріяна Дмитроца

Науковий керівник:



Стах БОБК,
доктор біологічних наук, професор

Оброшине 2025

АНОТАЦІЯ

Дмитроца А. І. *Метаболічні процеси в організмі свиней та їх корекція біодобавками за дискомфортних умов мікроклімату приміщень* –

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії 091 – «Біологія та біохімія» (91 – «Біологія»). Інститут сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України, Оброшине, 2025.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню метаболічних процесів в організмі свиней, зокрема поросних і лактуючих свиноматок та поросят за дискомфортних умов утримання і використання у раціонах годівлі імуностимулюючих і оксидопротекторних біодобавок.

У *вступі* обґрунтовано актуальність вибору теми дисертаційних досліджень, зв'язок з науковими програмами, відображено мету і завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження. На їх основі висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У *першому розділі* дисертаційної роботи «Метаболічні процеси в організмі свиней та їх корекція біодобавками за дискомфортних умов мікроклімату приміщень» (огляд літератури) проаналізовано результати досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців щодо обраного напрямку досліджень, зокрема описано основні параметри мікроклімату та їх вплив на організм свиней, особливості формування імунної та антиоксидантної систем у свиноматок та поросят за дискомфортних умов мікроклімату приміщення, а також можливі способи корекції імунного статусу та окисно-відновних процесів в їх організмі імуностимуляторами та біодобавками.

У *другому розділі* «Умови, матеріал та методика проведення досліджень» охарактеризовано місце проведення експериментів, описано

схему та основні методи, які використовували при проведенні імунологічних, біохімічних, санітарно-гігієнічних та зоотехнічних досліджень.

У *третьому розділі* «Перебіг імунних і окисно-відновних процесів в організмі свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень та їх корекція біодобавками» проаналізовано вплив параметрів мікроклімату на біохімічні показники крові та активність імунної системи свиноматок у різні фізіологічні періоди, а також ефективність корекції цих порушень шляхом застосування біодобавок Вікасол, Алкосель та їх поєднання.

Встановлено, що умови утримання свиноматок у дослідному господарстві не відповідали вимогам щодо температурно-вологісного режиму згідно з ВНТП–АПК–02.05, що спричинило розвиток теплового стресу. Водночас включення до раціонів біодобавок Вікасолу й Алкоселю — як окремо, так і у поєднанні — виявило позитивну оптимізуючу дію на імунні та окисно-відновні процеси в організмі тварин за умов порушеного мікроклімату.

Зокрема, при згодовуванні Вікасолу у крові свиноматок вірогідно підвищувався вміст гемоглобіну на 11,3–13,8 % ($P < 0,001$), при застосуванні Алкоселю — на 9,8 % ($P < 0,01$) до 13,7 % ($P < 0,001$), а при одночасному використанні обох добавок — на 15,2–29,2 % ($P < 0,001$) порівняно з контролем. Водночас спостерігалось зниження кількості еритроцитів у крові свиноматок після опоросу: на 5-ту добу — в 1,2 разу, на 21-шу добу — в 1,1–1,3 разу залежно від дослідної групи, відносно рівня до опоросу.

Використання досліджуваних біодобавок також суттєво впливало на рівень лейкоцитів. За 5 діб до опоросу кількість лейкоцитів достовірно зростала на 8,5–21,1 % ($P < 0,01–0,001$), на 5-ту добу — на 13,2–30,9 % ($P < 0,05–0,001$) і на 21-шу добу — на 2,11–5,5 % ($P < 0,05$) порівняно з контролем.

Підвищений рівень лімфоцитів у свиноматок контрольної групи до опоросу вказував на імунодефіцитний стан. Додавання Вікасолу та Алкоселю сприяло зниженню цього показника: на 2,5–5,3 % до опоросу та на 1,2–7,2 %

після опоросу, що свідчить про зниження імунного навантаження на організм тварин.

Аналіз лейкоцитарної формули показав, що кількість еозинофілів, моноцитів і паличкоядерних нейтрофілів достовірно не змінювалась. Проте, за введення біодобавок зростала кількість сегментоядерних нейтрофілів: у першій групі — з 2,4 % до 3,0 %, у другій — з 3,2 % до 4,8 %, у третій — з 3,9 % до 6,0 % ($P < 0,05$).

Біодобавки сприяли підвищенню фагоцитарної активності нейтрофілів. За 5 діб до опоросу цей показник зростав: на 2,0 % ($P < 0,05$) у першій групі, на 4,3 % ($P < 0,01$) — у другій і на 8,0 % ($P < 0,001$) — у третій. Після опоросу спостерігалось подальше підвищення на 3,0–6,0 % ($P < 0,05–0,01$) залежно від групи.

Концентрація загального білка та його фракцій залишалась у межах фізіологічної норми протягом усього дослідного періоду, але за використання біодобавок фіксувалось їх незначне підвищення.

Застосування Вікасолу, Алкоселю та їх поєднання сприяло підвищенню неспецифічної резистентності організму. За 5 діб до опоросу рівень бактерицидної активності сироватки крові (БАСК) зростав у першій групі на 5,6 %, у другій — на 6,3 %, у третій — на 8,8 % ($P < 0,01$). Аналогічна тенденція спостерігалася щодо лізоцимної активності сироватки крові (ЛАСК): приріст становив 0,3 %, 1,8 % та 3,9 % відповідно ($P < 0,05$).

Після опоросу також фіксувалось достовірне підвищення цих показників. На 5-ту добу показник БАСК підвищувався на 9,1 % і 11,7 %, а ЛАСК — на 2,5–7,5 % ($P < 0,01$) у дослідних групах порівняно з контролем. На 21-шу добу після опоросу ці показники залишалися вищими у другій та третій дослідних групах.

Вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) у крові всіх тварин дослідних груп залишався в межах фізіологічної норми (50–90 ммоль/л), що свідчить про відсутність патологічної імунної відповіді.

Відзначено зниження інтенсивності пероксидного окислення ліпідів у крові за впливу біодобавок. Одночасно спостерігалось достовірне підвищення активності антиоксидантних ферментів — супероксиддисмутази (SOD), каталази (CAT) та глутатіонпероксидази (GSH-Px). Перед опоросом активність SOD підвищувалася на 8,3–15,5 % ($P<0,01$ – $0,001$), а CAT — на 2,5–6,1 % ($P<0,05$). Після опоросу ця тенденція зберігалася: на 5-ту та 21-шу добу активність CAT зростала до 24,3 % і 23,3 % ($P<0,01$ – $0,05$), SOD — до 15,3 % та 10,7 % відповідно. Активність глутатіонпероксидази також зростала у всіх дослідних групах, особливо у третій — на 48 % порівняно з контрольною.

Щодо продуктивності свиноматок, то встановлено, що середня кількість новонароджених поросят на одну свиноматку становила 8,8 — у першій дослідній групі, 9,7 — у другій, 10,9 — у третій, тоді як у контрольній групі — 8,0, що на 10,0 %, 21,3 % та 36,2 % ($P<0,05$) відповідно менше.

Маса гнізда при народженні складала: у першій групі — 10,7 кг, у другій — 12,5 кг, у третій — 14,3 кг, що на 11,5 %, 30,2 % ($P<0,01$) та 48,9 % ($P<0,001$) перевищує контроль. При відлученні кількість поросят по групах була вищою на 15,5 %, 26,7 % та 46,5 % відповідно, а маса гнізда — 56,6 кг, 63,1 кг та 76,9 кг.

Найвища збереженість поросят до 28-добового віку спостерігалася у третій дослідній групі — 95,4 %, у першій — 93,2 %, у другій — 92,3 %, що значно перевищує показники контрольної групи.

Застосування у раціоні свиноматок біодобавок Вікасол та Алкосель за впливу мікроклімату приміщень сприяло нормалізації гематологічних показників, покращенню функціонального стану та активації імунного та антиоксидантного захисту їх організму, з одночасним пригніченням процесів пероксидного окиснення ліпідів та утворення вільних радикалів.

У *четвертому розділі* «Вплив параметрів мікроклімату приміщень на формування імунної та антиоксидантної систем в організмі поросят раннього віку і їх корекція біодобавками» проаналізовано механізм формування

імунної та антиоксидантної систем у поросят раннього віку та після відлучення за впливу параметрів мікроклімату та використання у раціонах годівлі біодобавок, а також проведено оцінку їх продуктивних якостей.

Проведені нами дослідження підтвердили дані інших авторів щодо впливу несприятливих параметрів мікроклімату (підвищена температура, відносна вологість, наявність шкідливих газів) на новонароджених і відлучених поросят, зокрема на зміну біохімічних показників крові. У тварин контрольної групи протягом дослідного періоду спостерігали коливання вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів і лейкоцитів, а також їх окремих фракцій. Проте введення до складу престоартерного комбікорму біодобавок Вікасол і Алкосель сприяло корекції цих змін. Так, на 5-ту добу життя вміст гемоглобіну в дослідних групах зростав на 10,7 % ($P < 0,001$) і 12,8 % ($P < 0,01$) відповідно до контролю. Встановлено вірогідне підвищення кількості еритроцитів: на 5-ту добу – до 4 г/л, а на 5-ту добу після відлучення – до 5,2 г/л (в 1,3 разу більше). На 14-ту добу кількість еритроцитів зростала на 12,5 % ($P < 0,01$) – 24,1 % ($P < 0,01$), а на 21-шу – на 17,5 % ($P < 0,01$) відносно контролю.

Кількість лейкоцитів у крові поросят також збільшувалась: на 5-ту добу – з 3,1 % до 13,8 %, на 14-ту – з 5 % до 8,8 % ($P < 0,05$) і 22,1 % ($P < 0,05$), на 21-шу – з 6,3 % до 8,9 % ($P < 0,05$), а на 5-ту добу після відлучення – з 5,9 % до 10,6 % ($P < 0,01$).

Аналіз лейкоцитарної формули показав вірогідне зростання кількості сегментоядерних нейтрофілів за впливу біодобавок. Зокрема, на 5-ту добу – з 1,8 % до 2,3 % ($P < 0,001$), на 14-ту – з 1,8 % ($P < 0,05$) до 2,0 % ($P < 0,001$), на 21-шу – з 3,8 % ($P < 0,001$) до 4,7 % ($P < 0,001$), після відлучення – з 4,5 % ($P < 0,05$) до 5,0 % ($P < 0,05$).

Інша тенденцію відзначено щодо лімфоцитів: у контрольній групі їх вміст був стабільно вищим, тоді як в дослідних групах відзначено достовірне зниження до меж фізіологічної норми: на 5-ту добу – на 3,2 % ($P < 0,01$) у другій групі та 4,5 % ($P < 0,01$) – у третій. На 21-шу добу та 5-ту після

відлучення це зниження сягало 2,6–3,8 % ($P<0,001$) і 6,2–8,7 % ($P<0,001$) відповідно.

При дослідженні фагоцитарної активності нейтрофілів встановлено достовірне зростання у третій групі: на 5-ту добу – на 8,7 % ($P<0,001$), на 14-ту – з 0,7 % до 3,0 %, на 21-шу – з 1,7 % до 3,0 %, на 5-ту після відлучення – на 1,5–6,7 %.

Вміст загального протеїну в крові поросят достовірно підвищувався за введення Вікасолу з 49,5 г/л (контроль) до 60,9 г/л на 5-ту добу після відлучення. Алкосель підвищував рівень протеїну на 6,9 % (5-та доба) та 24,4 % (21-ша доба; $P<0,05$). Застосування суміші Вікасолу і Алкоселю достовірно підвищувало концентрацію протеїну на 5-ту добу – на 8,8 %, на 14-ту – на 2 %, на 5-ту після відлучення – на 10,5 % ($P<0,05$).

При дослідженні фракційного складу протеїну з віком спостерігалось зростання вмісту альбумінів як у контрольній, так і дослідній групах. Дещо інші показники демонструє глобулінова фракція. Зокрема, у тварин контрольної групи вміст γ -глобулінів становив 23,9 %, що пояснюється надходженням імуноглобулінів з молозивом. Проте до кінця дослідного періоду їх вміст знижується.

Комплекси імунних циркулюючих комплексів (ЦК) на 5-ту добу зростали: у першій групі – на 8,4 % ($P<0,001$), другій – 10,6 % ($P<0,001$), третій – 22,5 % ($P<0,05$); на 21-шу добу рівень ЦК знижувався на 9,1 % ($P<0,05$), 1,7 % ($P<0,01$) та 7,9 % ($P<0,05$) відповідно. Після відлучення вміст ЦК знову зростав, хоч і без вірогідної різниці.

Лізоцимна активність сироватки крові залишалася в межах норми, але достовірно зростала за дії Алкоселю: на 5-ту добу – на 4,5 % ($P<0,05$), 14-ту – 4,8 % ($P<0,05$), після відлучення – на 3,5 % ($P<0,05$). Суміш біодобавок підвищувала ЛАСК на 5-ту добу – на 5,9 %, 14-ту – на 6,0 %, 21-шу – на 6,4 % і 5-ту після відлучення – на 6,8 % ($P<0,01$).

Бактеріальна активність сироватки крові (БАСК) вірогідно підвищувалася у другій групі – з 6,1 % до 10,3 % ($P<0,05-0,01$), а в третій –

ще вище: на 5-ту добу – на 7,0 % ($P<0,01$), 14-ту – 9,0 % ($P<0,001$), 21-шу – 10,3 % ($P<0,01$), після відлучення – 10,5 % ($P<0,001$), що свідчить про синергізм дії обох добавок.

Важливим маркером оксидативного стресу є підвищення рівня продуктів пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) та зниження активності ензимів антиоксидантного захисту. Застосування біодобавок достовірно знижувало рівень продуктів ПОЛ: гідропероксидів – на 9,7–24,2 % ($P<0,05$), дієнових кон'югатів – на 30 % ($P<0,01$), малонового діальдегіду – на 9,5 % ($P<0,05$), а після відлучення – на 6,8–13 %.

У другій і третій групах також підвищувалась активність ензимів антиоксидантного захисту: каталази – на 2,7–14,5 %, супероксиддисмутази – на 4,8–23,2 %, глутатіонпероксидази – у всі періоди, порівняно з контролем.

Сумісне використання Вікасолу та Алкоселю сприяло істотному зростанню приростів живої маси: у третій групі абсолютний приріст на момент відлучення становив 6,28 кг (на 21,9 % більше, $P<0,01$), середньодобовий – 223,8 г (на 21,7 %, $P<0,05$), відносний – 106,5 % (на 42,3 %, $P<0,01$) порівняно до контролю.

Застосування даних біодобавок підвищує адаптаційні можливості організму поросят у ранньому віці та допомагає у профілактиці розвитку оксидативного стресу, який пов'язаний з відлученням від свиноматки.

Ключові слова: поросні і лактуючі свиноматки, поросята, кров, гемоглобін, еритроцити, лейкоцити, імунна система, фагоцитарна активність, бактерицидна активність, лізоцимна активність, процеси пероксидного окислення ліпідів, ензими антиоксидантної системи, продуктивність, інтенсивність росту, мікроклімат, стрес, біодобавки.

ANNOTATION

Dmytrotsa A. I. *Metabolic processes in the body of pigs and their correction with bio-additives under uncomfortable indoor microclimate conditions* - Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy 091 – «Biology and Biochemistry» (91 – «Biology»). Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS of Ukraine, Obroshyne, 2025.

The dissertation is devoted to the study of metabolic processes in pigs, in particular pregnant and lactating sows as well as piglets, under suboptimal housing conditions and the use of immunostimulating and antioxidant feed additives in their diets.

The introduction substantiates the relevance of the chosen research topic, its connection with scientific programs, and outlines the aim, objectives, object, subject, and methods of the study. Based on this, the scientific novelty and practical significance of the obtained results are highlighted.

The first chapter of the dissertation, “*Metabolic processes in the organism of pigs and their correction with feed additives under adverse microclimatic conditions in livestock buildings*” (literature review), analyzes the findings of domestic and foreign researchers related to the chosen direction of the study. In particular, it describes the main microclimate parameters and their effects on pigs’ bodies, the peculiarities of immune and antioxidant system formation in sows and piglets under stressful microclimatic conditions, as well as possible methods of correcting immune status and redox processes using immunostimulants and feed additives.

The second chapter, “*Conditions, materials, and methods of research*”, characterizes the place of the experiments, and describes the design and main methods used for immunological, biochemical, sanitary-hygienic, and zootechnical studies.

Chapter Three: *“Immune and Redox Processes in the Organism of Sows under Disrupted Microclimate Parameters and Their Correction with Feed Additives”*. This chapter analyzes the influence of microclimatic parameters on the biochemical blood indices and immune system activity of sows during different physiological periods, as well as the effectiveness of correcting these disorders through the use of the feed additives Vikasol, Alkosel, and their combination.

It was established that the housing conditions of the sows in the experimental farm did not meet the requirements for temperature and humidity according to VHTP-APK-02.05, which led to the development of heat stress. The inclusion of Vikasol and Alkosel in the diet—both separately and in combination—had a positive normalizing effect on the immune and redox processes in the animals under adverse microclimatic conditions.

Specifically, feeding Vikasol resulted in a statistically significant increase in hemoglobin content in sow blood by 11.3–13.8% ($P < 0.001$); administration of Alkosel led to an increase of 9.8% ($P < 0.01$) to 13.7% ($P < 0.001$); while their combined use resulted in a 15.2–29.2% ($P < 0.001$) increase compared to the control. At the same time, a reduction in erythrocyte count was observed in sows after farrowing: on day 5 — by a factor of 1.2, and on day 21 — by 1.1 to 1.3 times depending on the experimental group, relative to pre-farrowing levels.

The use of these feed additives also significantly affected leukocyte levels. Five days before farrowing, the leukocyte count increased significantly by 8.5–21.1% ($P < 0.01$ – 0.001); on day 5 — by 13.2–30.9% ($P < 0.05$ – 0.001); and on day 21 — by 2.11–5.5% ($P < 0.05$) compared to the control group.

The elevated lymphocyte count in control sows before farrowing indicated an immunodeficient state. The addition of Vikasol and Alkosel contributed to a reduction in this parameter by 2.5–5.3% before farrowing and by 1.2–7.2% afterward, indicating reduced immune stress on the animals' bodies.

Analysis of the leukogram showed no significant changes in the number of eosinophils, monocytes, and band neutrophils. However, the number of segmented neutrophils increased with additive supplementation: in the first group from 2.4%

to 3.0%, in the second — from 3.2% to 4.8%, and in the third — from 3.9% to 6.0% ($P<0.05$).

The additives promoted increased phagocytic activity of neutrophils. Five days before farrowing, this parameter rose by 2.0% ($P<0.05$) in the first group, 4.3% ($P<0.01$) in the second, and 8.0% ($P<0.001$) in the third. After farrowing, the increase continued: 3.0–6.0% ($P<0.05$ –0.01), depending on the group.

The total protein concentration and its fractions remained within physiological norms throughout the experimental period, though a slight increase was observed with the use of feed additives.

The administration of Vikasol, Alkosel, and their combination contributed to an increase in the animals' nonspecific resistance. Five days before farrowing, the blood serum bactericidal activity (BSBA) increased by 5.6% in the first group, 6.3% in the second, and 8.8% in the third ($P<0.01$). A similar trend was observed for serum lysozyme activity (SLA), which increased by 0.3%, 1.8%, and 3.9%, respectively ($P<0.05$).

After farrowing, these indicators continued to rise: on day 5, BSBA increased by 9.1% and 11.7%, and SLA — by 2.5–7.5% ($P<0.01$) in the experimental groups compared to the control. On day 21 post-farrowing, both parameters remained higher in the second and third experimental groups.

The concentration of circulating immune complexes (CIC) in all experimental animals remained within the physiological range (50–90 mmol/L), indicating the absence of a pathological immune response.

A decrease in the intensity of lipid peroxidation was noted under the influence of feed additives. Simultaneously, a significant increase in the activity of antioxidant enzymes—superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GSH-Px)—was observed. Before farrowing, SOD activity increased by 8.3–15.5% ($P<0.01$ –0.001), and CAT — by 2.5–6.1% ($P<0.05$). This trend continued post-farrowing: on days 5 and 21, CAT activity rose to 24.3% and 23.3% ($P<0.01$ –0.05), and SOD — to 15.3% and 10.7%, respectively. GSH-Px

activity also increased in all experimental groups, particularly in the third group—by 48% compared to the control.

As for sow productivity, it was found that the average number of piglets born per sow was 8.8 in the first experimental group, 9.7 in the second, and 10.9 in the third, compared to 8.0 in the control group—10.0%, 21.3%, and 36.2% ($P<0.05$) more, respectively.

The litter weight at birth was: 10.7 kg in the first group, 12.5 kg in the second, and 14.3 kg in the third, which exceeded the control by 11.5%, 30.2% ($P<0.01$), and 48.9% ($P<0.001$), respectively. At weaning, the number of piglets per group was higher by 15.5%, 26.7%, and 46.5%, respectively, and the litter weights were 56.6 kg, 63.1 kg, and 76.9 kg.

The highest piglet survival rate by 28 days of age was observed in the third experimental group — 95.4%, followed by 93.2% in the first and 92.3% in the second, significantly exceeding the control group values.

The inclusion of Vikasol and Alkosel in the diets of sows under adverse microclimatic conditions contributed to the normalization of hematological indices, improvement of functional status, and activation of the immune and antioxidant defense systems, while simultaneously suppressing lipid peroxidation and free radical formation.

In Chapter Four, *"The Influence of Microclimate Parameters in Pig Housing on the Development of the Immune and Antioxidant Systems in Young Piglets and Their Correction Using Feed Additives,"* the mechanisms of immune and antioxidant system development in young and weaned piglets were analyzed under the influence of microclimate parameters and the inclusion of feed additives in their diet. The productive traits of the animals were also evaluated.

Our research confirmed previous findings by other authors regarding the impact of adverse microclimate conditions (elevated temperature, relative humidity, and harmful gases) on newborn and weaned piglets, particularly concerning changes in blood biochemical parameters. In the control group, fluctuations in hemoglobin levels, red and white blood cell counts, and their

specific fractions were observed throughout the study. However, the inclusion of the feed additives Vikasol and Alkosel in the prestarter compound feed helped correct these changes. By day 5 of life, hemoglobin levels in the experimental groups increased by 10.7% ($P<0.001$) and 12.8% ($P<0.01$), respectively, compared to the control. A significant increase in red blood cell count was observed: up to 4 g/L on day 5, and 5.2 g/L on day 5 post-weaning (a 1.3-fold increase). On day 14, the red blood cell count rose by 12.5% ($P<0.01$) to 24.1% ($P<0.01$), and by day 21, by 17.5% ($P<0.01$) compared to the control.

White blood cell counts also increased: by day 5 – from 3.1% to 13.8%; by day 14 – from 5% to 8.8% ($P<0.05$) and 22.1% ($P<0.05$); by day 21 – from 6.3% to 8.9% ($P<0.05$); and on day 5 post-weaning – from 5.9% to 10.6% ($P<0.01$).

Leukocyte differential analysis showed a significant increase in segmented neutrophils due to the additives. Specifically, on day 5 – from 1.8% to 2.3% ($P<0.001$); day 14 – from 1.8% ($P<0.05$) to 2.0% ($P<0.001$); day 21 – from 3.8% ($P<0.001$) to 4.7% ($P<0.001$); and post-weaning – from 4.5% ($P<0.05$) to 5.0% ($P<0.05$).

A different trend was noted for lymphocytes: their content was consistently higher in the control group, while in the experimental groups a significant reduction within physiological norms was observed: by day 5 – by 3.2% ($P<0.01$) in the second group and 4.5% ($P<0.01$) in the third. By day 21 and day 5 post-weaning, this reduction reached 2.6–3.8% ($P<0.001$) and 6.2–8.7% ($P<0.001$), respectively.

Investigation of neutrophil phagocytic activity revealed a significant increase in the third group: by 8.7% ($P<0.001$) on day 5, from 0.7% to 3.0% on day 14, from 1.7% to 3.0% on day 21, and by 1.5–6.7% on day 5 post-weaning.

Total protein levels in piglet blood increased significantly following Vikasol administration, from 49.5 g/L (control) to 60.9 g/L by day 5 post-weaning. Alkosel increased protein levels by 6.9% on day 5 and 24.4% on day 21 ($P<0.05$). The combination of Vikasol and Alkosel significantly increased protein concentration

on day 5 – by 8.8%, on day 14 – by 2%, and on day 5 post-weaning – by 10.5% ($P<0.05$).

Analysis of protein fractions showed an age-related increase in albumin content in both control and experimental groups. Different patterns were seen in the globulin fraction. In the control group, the γ -globulin level was 23.9%, attributed to immunoglobulin intake from colostrum, but this level decreased by the end of the study.

The levels of circulating immune complexes (CICs) increased on day 5: by 8.4% ($P<0.001$) in the first group, 10.6% ($P<0.001$) in the second, and 22.5% ($P<0.05$) in the third; by day 21, CIC levels decreased by 9.1% ($P<0.05$), 1.7% ($P<0.01$), and 7.9% ($P<0.05$), respectively. After weaning, CIC levels rose again, though without statistical significance.

Serum lysozyme activity remained within the normal range but significantly increased with Alkosel supplementation: on day 5 – by 4.5% ($P<0.05$), day 14 – by 4.8% ($P<0.05$), and post-weaning – by 3.5% ($P<0.05$). The combination of feed additives raised lysozyme activity on day 5 – by 5.9%, day 14 – by 6.0%, day 21 – by 6.4%, and day 5 post-weaning – by 6.8% ($P<0.01$).

Bactericidal activity of serum (BAS) significantly increased in the second group – from 6.1% to 10.3% ($P<0.05$ – 0.01), and even more in the third: on day 5 – by 7.0% ($P<0.01$), day 14 – by 9.0% ($P<0.001$), day 21 – by 10.3% ($P<0.01$), and post-weaning – by 10.5% ($P<0.001$), indicating a synergistic effect of the two additives.

An important marker of oxidative stress is an increase in lipid peroxidation (LPO) products and a decrease in antioxidant enzyme activity. The use of feed additives significantly reduced LPO products: hydroperoxides – by 9.7–24.2% ($P<0.05$), diene conjugates – by 30% ($P<0.01$), malondialdehyde – by 9.5% ($P<0.05$), and post-weaning – by 6.8–13%.

In the second and third groups, the activity of antioxidant enzymes also increased: catalase – by 2.7–14.5%, superoxide dismutase – by 4.8–23.2%, and glutathione peroxidase – at all time points compared to the control.

The combined use of Vikasol and Alkosel led to a substantial increase in weight gain: in the third group, absolute gain by weaning reached 6.28 kg (21.9% more, $P<0.01$), average daily gain – 223.8 g (21.7% increase, $P<0.05$), and relative gain – 106.5% (42.3% increase, $P<0.01$) compared to the control.

The use of these feed additives enhances the adaptive capacity of piglets during early life and helps prevent oxidative stress associated with weaning from the sow.

Key words: gestating and lactating sows, piglets, blood, hemoglobin, red blood cells, white blood cells, immune system, phagocytic activity, bactericidal activity, lysozyme activity, lipid peroxidation processes, antioxidant system enzymes, productivity, growth intensity, microclimate, stress, supplements.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. **Dmytrotsa 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](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-2-10).

2. **Dmytrotsa A. I.** Hematological indicators and activity of transaminases in the blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2), с.153 – 163. DOI: [10.32636/01308521.2022-\(72\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-2-9).

3. **А. І. Дмитроца.** Активність ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок залежно від мікроклімату приміщень. *Вісник аграрної науки* 2023, № 9 (846). С. 82 – 86. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-10>.

4. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк, О. Я. Клим, Ю. А. Висоцька.** 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](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-13).

Статті у журналах, які індексуються у наукометричній базі Web of Science

1. **Dmytrotsa A., Vovk S., Vorobel M., Klym O.** 2023, Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, Vol. LXVI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 289-293. <https://animalscience-journal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/26-articles-2023-issue-2>.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. **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.
2. **Dmytrotsa 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>.
3. **Дмитроца А. І.** Особливості антиоксидантної дії вікасолу за використання його добавок у раціонах годівлі поросних свиноматок. Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни», с. Оброшине, 10 листопада 2022 р. с.35-37.
4. **А. Дмитроца, С. Вовк.** Зміни активності ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Василя Юхимовича ШАВКУНА 18–19 травня 2023 року*, м. Львів, Україна, с. 57. DOI: [10.15407/animbiol25.02](https://doi.org/10.15407/animbiol25.02).
5. **A. Dmytrotsa, S. Vovk, M. Vorobel, O. Klym.** Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *International Conference “Agriculture For Life, Life For Agriculture”, Section 3 Animal Science, (8-10 June 2023 Bucharest)*, Bucharest, 2023. С. 128-129.
6. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк.** Гематологічні показники і активність амінотрансфераз у крові свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. Матеріали міжнародної наукової

конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування» 27-28 квітня 2023 р., Харків, 2023, с. 228

7. **А. І. Дмитроца**, С. О. Вовк, Я. Я. Ковальчук. Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту в організмі порослих свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату. Матеріали міжнародної науково-практичної конференція «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» присвяченої 100-річному ювілею ректора С. В. Стояновського, 25-26 травня 2023 р., ЛНУВМБ ім.. С.З. Гжицького, Львів, 2023 р., с. 18-19

8. **А. І. Дмитроца**. Амінотрансферазна активність крові свиноматок та її корекція оксидопротекторами за порушення параметрів мікроклімату приміщень. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом»* (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.).Оброшине, 2024, с. 32-34

9. **А. Дмитроца**. Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава ФЕДОРУКА (11.08.1949 — 21.06.2023)* 19–20 вересня 2024 року, м. Львів, с 143. DOI: [10.15407/animbiol26.03](https://doi.org/10.15407/animbiol26.03)

10. **А. І. Дмитроца** Формування імунітету в поросят раннього віку за дискомфортних умов утримання. *Матеріали XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період»* 19 листопада 2024 р., с. Оброшине, с. 26-28.

Науково-практичні рекомендації

Корекція обміну речовин у свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень. (Науково-методичні рекомендації) / Дмитроца А. І., Вовк С. О., Пундик В. П., Ковальчук Я. Я., Пехів Б. В. Оброшине, 2025. 54 с.

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

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ.....	20
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ.....	32
1.1. Характеристика основних параметрів мікроклімату приміщень та їх вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі свиней.....	32
1.1.1. Роль температури, вологості та освітлення приміщень у обмінних процесах в організмі свиней	39
1.1.2. Вплив шкочочинних газів на процеси метаболізму у організмі свиней.....	42
1.2. Особливості формування імунної та антиоксидантної систем у свиноматок та поросят раннього віку та їх порушення за дискомфортних умов мікроклімату приміщень.....	45
1.3. Корекція імунного статусу та окисно-відновних процесів в організмі свиноматок і поросят імуностимуляторами та біодобавками за порушень параметрів мікроклімату приміщень	51
Висновки до розділу 1.....	64
Публікації за розділом 1.....	65
РОЗДІЛ 2.УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	67
2.1. Місце, умови та схеми проведення досліджень.....	67
2.2. Методи і методики проведення досліджень.....	72
2.3. Статистична обробка отриманих даних.....	83
РОЗДІЛ 3.ПЕРЕБІГ ІМУННИХ І ОКИСНО-ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ В ОРГАНІЗМІ СВИНОМАТОК ЗА ПОРУШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ	

МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ БІОДОБАВКАМИ.....	84
3.1. Оцінка параметрів мікроклімату приміщень для утримання свиноматок.....	84
3.2. Гематологічні показники та активність трансфераз у сироватці крові свиноматок	87
3.3. Імунологічні показники у крові свиноматок за дискомфортних умов.....	92
3.4. Зміна рівня інгредієнтів продуктів ПОЛ та активність ензимів АС у крові свиноматок	103
3.5. Продуктивні якості свиноматок	108
Висновки до розділу 3.....	109
Публікації за розділом 3.....	110
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ НА ФОРМУВАННЯ ІМУННОЇ ТА АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМ В ОРГАНІЗМІ ПОРОСЯТ РАННЬОГО ВІКУ І ЇХ КОРЕКЦІЯ БІОДОБАВКАМИ.....	112
4.1. Оцінка параметрів мікроклімату приміщень для утримання поросят.....	112
4.2. Формування клітинної та гуморальної ланок імунітету в поросят раннього віку в умовах порушення параметрів мікроклімату.....	114
4.3. Стан антиоксидантної системи в організмі поросят за дискомфортних умов та його корекція біодобавками.....	126
4.4. Інтенсивність росту поросят	130
Висновки до розділу 4.....	133
Публікації за розділом 4.....	134
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	135
ВИСНОВКИ.....	145
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	148
ДОДАТКИ.....	177

ВСТУП

Багаточисленими дослідженнями, проведеними останніми роками як у нашій країні, так і за її межами переконливо доведено, що на перебіг метаболічних процесів, у тому числі окисно-відновних, в організмі свиней суттєвий вплив виявляють селекційно-генетичні фактори та умови навколишнього середовища. Встановлено також, що саме незадовільні параметри мікроклімату приміщення для утримання свиней є частою причиною порушень антиоксидантного статусу організму, зниження імунних функцій та продуктивних якостей тварин. Разом з тим показано, що використання у раціонах годівлі свиней біодобавок, за таких умов, істотно знижує прояви оксидативних стресів, оптимізує метаболічні та імунні процеси в організмі, підвищує продуктивні якості тварин.

Актуальність теми.

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

Відомо, що продуктивність свинарства в значній мірі залежить від рівня і якості годівлі тварин, селекційно-генетичних факторів, умов утримання та мікроклімату в тваринницьких приміщеннях (Вербич І. В., Братковська Г. В., 2022). Останні два фактори виявляють значний вплив на ефективність ведення свинарської галузі (Нечмілов В. М., 2019.). Тому створення комфортних умов для утримання свиней є однією із ключових складових технології їх вирощування, оскільки доведено, що чим більше енергії витрачається тваринами на подолання негативних факторів мікроклімату приміщень тим нижча їх продуктивність (Милостивий Р.В., Повод М.Г., Самохіна Є. А., 2018).

З метою корекції метаболічних порушень в організмі тварин, обумовлених дискомфортними параметрами мікроклімату приміщень, у сучасних технологіях ведення галузей тваринництва використовують низку антистресових та антиоксидантних препаратів (Бучко, 2014).

Багаточисленними науковими дослідженнями, проведеними в останні роки встановлено, що вітамінні препарати, зокрема Вікасол (вітамін К₃), проявляють широкий спектр дії і здебільшого використовуються як антиоксиданти у моделюванні оксидативного стресу в клітинах (Jan et al., 2015; Wiraswati et al., 2016). Вікасол здатний підсилювати транспорт електронів через дихальний ланцюг мітохондрій (Briere J. J. et al., 2004) та активувати компоненти антиоксидантного захисту у клітинах органів і тканин тварин (Rasheed R. et al., 2018). Аналіз теперішніх публікацій демонструє, що цей вітамін знаходить широке застосування у годівельній практиці тварин та ветеринарній медицині (Kim et al., 2013; Oh et al., 2013; Carpentieri et al., 2014; Vukomanovic et al., 2014; Jan et al., 2015). Окрім цього препарати на основі вітаміну К₃ проявляють високу антиканцерогенну дію в організмі тварин, що значно підвищило інтерес науковців до поглибленого з'ясування їхньої метаболічної дії в організмі за аліментарного та парентерального використання. (Baran et al., 2014; Wiraswati et al., 2016; Chen et al., 2018).

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури останніх років свідчить про те, що більшість експериментальних досліджень щодо використання Вікасолу та препаратів на їх основі, у галузі тваринництва і ветеринарної медицини стосується переважно їх впливу на окремі ланки обміну речовин та продуктивні якості тварин (Richardson, 2015), і лише окремі праці присвячені їхній антиоксидантній дії в організмі (Wiraswati, Hangen, 2016).

Що стосується свиней, то у сучасних літературних джерелах нами виявлено лише поодинокі наукові праці стосовно використання препаратів на основі вітаміну К₃ з метою корекції окисно-відновних процесів в організмі

свиней за умов порушення параметрів мікроклімату приміщень (Тапро, Yonaha, 1996).

Слід зазначити, що для корекції окисно-відновних процесів в організмі свиней за їх порушення досить часто, крім вітамінних препаратів, застосовують також антиоксиданти. Зокрема встановлено, що використання у раціонах свиней добавок на основі хлібопекарських дріжджів, оброблених селенметіоніном, активують редокс-систему, покращують імунний статус та підвищують їх продуктивні якості (Ткачик Л. В., Ткачук С. А., 2019 р.).

Разом з тим результати численних наукових досліджень (Mellado et al., 2018) свідчать, про те що за умов утримання свиней в приміщеннях із недосконалими вентиляційними системами, веде до істотного порушення параметрів мікроклімату, зокрема некомфортного температурного режиму, підвищення вологості і запиленості та вмісту шкочинних газів у повітрі. Це призводить до підвищення захворюваності тварин, знижує продуктивність, підвищує смертність (особливо поросят після народження та відлучення), а також веде до перевитрат кормів на одиницю продукції. (Бугаєвський В.М., Остапенко О.М., Данильчук М.І., 2010р.). Необхідно наголосити також на тому, що в умовах порушення нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях для утримання свиней, і зокрема підвищеного рівня шкочинних газів у повітрі (CH_4 , NO , NH_4 , CO_2 , H_2S), у тварин, насамперед, порушуються окисно-відновні процеси в організмі, знижується природна резистентність та імунологічна реактивність до захворювань (М.І. Башенко, О.М. Церенюк, В.О. Іванов, М.С. Небилиця, О.В. Бойко, Ю.М. Сотніченко, 2024).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Дисертаційна робота є складовою частиною експериментальних досліджень лабораторії екології на 2021–2023 рр. відповідно до ПНД 9 «Використання аграрного ресурсно-виробничого потенціалу Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних пріоритетів» («Сталий розвиток Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних

процесів») за темою 09.02.02.04.П «Дослідження рівня емісії парникових газів (CH_4 , NH_3 , H_2S , CO_2 , NO) при веденні галузі свинарства та розроблення способу їх зниження», № держреєстрації 0121U100026.

Мета і завдання досліджень.

Метою дисертаційної роботи було встановити біологічні закономірності змін імунних реакцій, окисно-відновних процесів і продуктивності у поросних і лактуючих свиноматок та підсисних поросят за впливу несприятливих мікрокліматичних факторів утримання та обґрунтувати ефективність їх аліментарної корекції із застосуванням Вікасолу і антиоксидантного препарату Алкоселю.

Відповідно до мети досліджень поставлено наступні завдання:

- з'ясувати вплив мікроклімату приміщення на фізіологічні і біохімічні показники крові поросних та лактуючих свиноматок та їх корекція біодобавками Вікасолу та Алкоселю як окремо, так за експериментального поєднання;
- встановити вплив означених добавок на перебіг процесів пероксидного окислення ліпідів та активності ензимів антиоксидантної системи в організмі свиноматок за дискомфортних умов;
- дослідити вплив мікроклімату приміщення на функціонування імунної системи свиноматок та підтримки за допомогою біодобавок;
- дослідити вплив умов утримання на формування імунної системи в організмі поросят за умов теплового стресу;
- дослідити активність ензимів антиоксидантної системи та перебіг процесів пероксидації в організмі поросят за дискомфортних умов утримання;
- встановити вплив біодобавок у комбікормі свиней різного віку на інтенсивність їх росту і розвитку в умовах порушення параметрів мікроклімату приміщень.

Об'єкт досліджень.

Формування імунної відповіді, процеси фізіологічної адаптації, окисно-

відновної регуляції та продуктивності поросних і лактуючих свиноматок і підсисних поросят за впливу мікрокліматичних чинників утримання.

Предмет досліджень.

Біохімічні показники імунної системи, окисно-відновні процеси в крові та продуктивні якості тварин за умов впливу параметрів мікроклімату приміщень і їх аліментарної корекції Вікасом та антиоксидантом Алкосель.

Методи досліджень.

Основними методами, які будуть використані при виконанні програми дисертаційної роботи є: імунологічні (дослідження лізоцимної і бактерицидної активності крові та рівня у ній ЦІК); біохімічні: (визначення у крові вмісту загального білку, кількості еритроцитів та лейкоцитів, вмісту гемоглобіну; вмісту дієнових кон'югатів, малонового диальдегіду (МДА), гідропероксидів ліпідів; активності ензимів преамінування аланін-амінотрансферази (АЛТ) і аспартатамінотрансферази (АСТ); ензимів антиоксидантної системи: каталази (CAT), супероксиддесмутази (SOD) та глутатіонпероксидази (GPO); санітарно-гігієнічні (параметри мікроклімату приміщень); зоотехнічні (продуктивні якості поросних і лактуючих свиноматок та підсисних поросят); аналітичні (опрацювання літератури); статистичні (варіаційно-статистичне опрацювання отриманих результатів).

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше на системному рівні досліджено біохімічні зміни в імунній та антиоксидантній системах організму поросних і лактуючих свиноматок та підсисних поросят за дії несприятливих параметрів мікроклімату. Показано взаємозв'язок між параметрами мікроклімату приміщень (таких як, температура, вологість та рівень шкочинних газів (CH_4 , NO , NH_3 , CO_2 , H_2S) для утримання свиноматок і поросят та змінами біохімічних показників, що характеризують імунну відповідь, інтенсивність пероксидного окислення ліпідів та активність ензимів антиоксидантного захисту.

Вперше встановлено ефективність аліментарного застосування Вікасолу і антиоксиданту Алкоселю для корекції окисного стресу, нормалізації

гомеостазу і покращення продуктивних якостей тварин. Науково обґрунтовано доцільність застосування Вікасолу та Алкоселю як аліментарних коректорів, що сприяють нормалізації окисно-відновного гомеостазу, підвищенню резистентності та продуктивності поросних і лактуючих свиноматок і підсисних поросят.

Отримані результати розширюють уявлення про адаптивні біохімічні механізми у тварин за умов техногенних впливів на середовище.

Практичне значення одержаних результатів.

На основі одержаних результатів дисертаційних досліджень запропоновано оптимізувати склад комбікормів для годівлі свиноматок і поросят за умов порушень параметрів мікроклімату приміщень додаванням рекомендованих доз Вікасолу та Алкоселю з метою корекції в організмі тварин перебігу окисно-відновних та імунних процесів, подано заявку на корисну модель “Спосіб корекції імунного статусу та окисно-відновних процесів в організмі свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень” № u 202502165, розроблено науково-методичні рекомендації «Корекція обміну речовин у свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень».

Результати наукових досліджень впроваджено у навчальні програми кафедри нормальної та патологічної фізіології ім. С. Стояновського Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького для викладання дисциплін «Фізіологія тварин», «Ветеринарна патофізіологія», «Ветеринарна нутриціологія» та кафедри фізіології людини і тварини Львівського національного університету ім. І. Франка при вивченні дисципліни «Фізіологія крові та кровообігу».

Особистий внесок здобувача.

Пошукачем спільно з науковим керівником сформовано і обґрунтовано напрям і тему дисертаційних досліджень. Матеріали дисертаційної роботи є власним надбанням дисертантки, яка особисто здійснила інформаційний пошук та аналіз вітчизняних і зарубіжних джерел літератури за темою

роботи, обґрунтувала мету і завдання наукових досліджень, освоїла методи і методики їх проведення, організувала і провела науковий дослід, здійснила лабораторні дослідження, проаналізувала та біометрично опрацювала отримані цифрові експериментальні дані, підготувала наукові публікації та рукопис дисертації.

Апробація результатів дисертації.

- **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.
- **Dmytrotsa 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>.
- **Дмитроца А. І.** Особливості антиоксидантної дії вікасолу за використання його добавок у раціонах годівлі поросних свиноматок. Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених *«Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни»*, с. Оброшине, 10 листопада 2022 р. с.35-37.
- **А. Дмитроца, С. Вовк.** Зміни активності ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Василя Юхимовича ШАВКУНА 18–19 травня 2023 року*, м. Львів, Україна, с. 57. DOI: [10.15407/animbiol25.02](https://doi.org/10.15407/animbiol25.02).
 - **Dmytrotsa, S. Vovk, M. Vorobel, O. Klym.** Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *International Conference “Agriculture For*

Life, Life For Agriculture”, Section 3 Animal Science, (8-10 June 2023 Bucharest), Bucharest, 2023. С. 128-129.

- **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк.** Гематологічні показники і активність амінотрансфераз у крові свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. Матеріали міжнародної наукової конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування» 27-28 квітня 2023 р., Харків, 2023, с. 228

- **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк, Я. Я. Ковальчук.** Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту в організмі поросних свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату. Матеріали міжнародної науково-практичної конференція «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» присвяченої 100-річному ювілею ректора С. В. Стояновського, 25-26 травня 2023 р., ЛНУВМБ ім.. С.З. Гжицького, Львів, 2023 р., с. 18

- **А. І. Дмитроца.** Амінотрансферазна активність крові свиноматок та її корекція оксидопротекторами за порушення параметрів мікроклімату приміщень. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом»* (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.).Оброшине, 2024, с. 32-34

- **А. Дмитроца.** Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава ФЕДОРУКА (11.08.1949 — 21.06.2023)* 19–20 вересня 2024 року, м. Львів, с 143. DOI: [10.15407/animbiol26.03](https://doi.org/10.15407/animbiol26.03)

- **А. І. Дмитроца** Формування імунітету в поросят раннього віку за дискомфортних умов утримання. *Матеріали XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «актуальні проблеми*

агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період» 19 листопада 2024 р., с. Оброшине, с. 26-28.

Публікації.

За матеріалами дисертаційної роботи видано 15 публікацій, із них 4 статті у фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття у зарубіжних виданнях, яка входить до міжнародних наукометричних баз даних, 10 публікацій апробаційного характеру.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація містить такі розділи: “Перелік скорочень, умовних познач, одиниць і термінів”, “Вступ”, “Розділ 1: Загальна характеристика мікроклімату приміщень та його вплив на метаболічні процеси в організмі свиней”, “Розділ 2: Умови, матеріал та методика проведення досліджень”, “Розділ 3: Перебіг імунних і окисно-відновних процесів в організмі свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень та їх корекція біодобавками”, “Розділ 4: Вплив параметрів мікроклімату приміщень на формування імунної та антиоксидантної систем в організмі поросят раннього віку і їх корекція біодобавками”, “Висновки”, “Аналіз та узагальнення результатів досліджень”, “Список використаних джерел літератури”, “Додатки”. Дисертацію викладено на 185 сторінках друкованого тексту і проілюстровано 14 рисунками та 15 таблицями.

Список літератури включає 250 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ (огляд наукової літератури)

1.1 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 [4, 1]. Визначення мікроклімату в свинарстві, надане М. В. Демчуком [28], 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 [2]. 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. [12, 16].

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 [17,]. 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 [15, 43, 44].

Вплив мікроклімату на тварин є комплексним і визначається сукупністю різноманітних факторів зовнішнього середовища [52, 54]. 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 свинوماتок) 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 [4, 30, 86]. 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 [22, 52, 83].

Як показують дослідження [102, 109, 110] 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 [59, 78]. 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 [60, 67]. Як встановлено як вітчизняними так і зарубіжними дослідженнями, більш комфортно свиноматки м'ясного напрямку продуктивності себе почувають при температурі 17-23 °C, вони швидше та краще приходили в охоту (на 4 %) у порівнянні з тими тваринами, які утримувались при температурі 13-19 °C [68, 69, 71, 202, 203].

Вплив на стан здоров'я і продуктивність тварин такого показника мікроклімату як відносна вологість слід розглядати у зв'язку з температурою [68, 79, 81]. Як показують дослідження [67, 68], 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 [171]. 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 [172, 250]. 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 [133]. 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 [138].

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 [130, 131, 134]. 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 [142].

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 [133, 143, 146].

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 [221]. 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 [15]. 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, 77, 102]. 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 окупити витрати на її встановлення вже протягом 4–6 місяців лише за рахунок підвищення продуктивності тварин [191, 210]. 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 [57]. 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 [11].

1.1.1 Вплив температури, вологості та освітлення приміщень на процеси метаболізму в організмі свиней

Сучасне промислове свиначство, засноване на широкому впровадженні механізації та автоматизації за умов високої концентрації тварин у виробничих приміщеннях, потребує створення оптимальних умов утримання. Такі умови повинні забезпечувати реалізацію генетичного потенціалу продуктивності свиней, підтримання їхнього здоров'я, комфортні умови праці персоналу, а також довготривале збереження технічного обладнання та будівель. Одним із ключових чинників, що визначає рівень продуктивності тварин та ефективність використання кормів, є температура повітря в приміщеннях [43]. У межах оптимального температурного інтервалу (табл. 1.1) свині демонструють максимальні показники продуктивності за мінімального споживання кормової енергії. Зміна температурного режиму у виробничих приміщеннях може призвести до коливань продуктивності тварин у межах 10–30 %, залежно від температурного інтервалу, виду, породи та напрямку продуктивного використання тварин.

Таблиця 1.1

Нормативні параметри повітря в приміщенні свиноферм

Група тварин	Температура повітря °C		Відносна вологість повітря, %	
	макс.	мін.	макс.	мін.
Новонароджені поросята	33	30	60	55
Поросята вагою: до 7кг до 25кг	26	24	70	40
	22	18	70	40
Поросята на дорощуванні 25-45кг	20	15	70	40
Відгодівля 45-100 кг (без підстилки)	20	14	70	40
Матки поросні	19	13	70	40
Матки підсисні	22	16	70	40

Як показують численні дослідження, свині є надзвичайно чутливими до теплового стресу — складної реакції організму на вплив високих температур, що супроводжується змінами у всіх системах органів і провокує розвиток оксидантного стресу [78]. У зв'язку з цим на свинофермах необхідно постійно контролювати температурний режим у приміщеннях. Враховуючи відсутність потових залоз, терморегуляція у свиней відбувається переважно за рахунок дихання, і комфортне існування можливе лише у вузькому діапазоні температур.

Найбільш виражені фізіологічні зміни за дії теплового стресу спостерігаються в серцево-судинній, дихальній системах та шлунково-кишковому тракті. Порушення функціонування серцево-судинної системи виникає внаслідок впливу гіпертермії на центральну нервову систему. Зокрема, у спекотний період змінюється тонус судин, спостерігається їх розширення, виникає тахікардія, аритмія, зниження артеріального тиску. У міру прогресування перегрівання активується серцева діяльність, однак при граничному підвищенні температури кровообіг зменшується внаслідок виснаження серцевої функції [78, 92].

Тривалий тепловий вплив може призвести до теплового удару. За даними [59], вже при температурі $+23...25^{\circ}\text{C}$ частота дихання у свиней зростає в півтора рази, а пульс — на 20–30 уд/хв. При цьому підвищується нервово-м'язова збудливість, що може супроводжуватись гіпертонусом м'язів, судомами та тетанією. Поведінкові реакції тварин варіюються від збудженого до пригніченого стану.

Тепловий стрес також суттєво впливає на функціонування шлунково-кишкового тракту. Відзначається пригнічення секреції шлункового соку, зменшення його бактерицидної активності, зниження активності ферментів (пепсину, трипсину, ентерокинази), що призводить до порушення процесів травлення й уповільнення всмоктування амінокислот [72]. Пригнічується також секреторна активність підшлункової залози та моторика кишечника, що в комплексі викликає зниження апетиту і, як наслідок, зниження

продуктивності тварин. Зокрема, при температурі $+15...17^{\circ}\text{C}$ для досягнення 40 кг приросту живої маси необхідно 120–140 кг корму, тоді як при $+29^{\circ}\text{C}$ — до 480 кг [70].

Ще одним важливим фактором мікроклімату є відносна вологість повітря (табл. 1.1). Підвищення цього показника з 70 до 95 % може спричинити збільшення падежу свиней з 0,05 до 17,5 %. Висока вологість знижує перетравність поживних речовин: при 85 % приріст маси становить 653 г, а при 91,8 % — лише 553 г [97, 188]. Температура і вологість перебувають у тісному взаємозв'язку та комплексно впливають на теплорегуляцію і обмін речовин в організмі тварин. У зимовий та перехідний періоди відносна вологість у приміщеннях може сягати 100 % [151], хоча оптимальним вважається рівень 60–80 %, а гранично допустимий — 85 % [77].

Негативний вплив низької температури повітря у поєднанні з підвищеною вологістю на неспецифічну резистентність організму свиней було також підтверджено у дослідженнях Н.О. Белозьорової [4].

До показників мікроклімату належить і освітлення, яке впливає на морфо-фізіологічний стан свиней. За умов недостатньої освітленості відзначається збільшення відкладення підшкірного жиру на 15 % при однаковому рівні годівлі [45, 58]. Водночас, безперервне освітлення має пригнічувальну дію на продуктивність тварин.

Одним із ефективних засобів покращення продуктивних показників у промисловому свиначстві є ультрафіолетове опромінення. Його регулярне застосування активізує метаболізм, сприяє нарощуванню м'язової маси, підвищенню вмісту поживних речовин у м'ясі, таких як глікоген, суха речовина, загальний азот [230]. Крім того, під дією ультрафіолету у шкірі тварин відбувається утворення вітаміну D з його попередників, що надходять з кормом [49].

1.1.2 Вплив шкочочинних газів на перебіг метаболічних процесів у організмі свиней

Повітря у закритих тваринницьких приміщеннях значно відрізняється за хімічним складом від атмосферного, що зумовлено інтенсивними біологічними процесами, які відбуваються внаслідок життєдіяльності тварин і розкладання органічних речовин, зокрема гною [229, 245, 246]. Із повітрям, що видихається свинями, у довкілля надходить велика кількість вуглекислого газу, тоді як вміст кисню, навпаки, знижується. Водночас, у процесі мікробіологічного розщеплення гною у повітря тваринницьких приміщень виділяється значна кількість аміаку, вуглекислого газу, сірководню, а також низка інших газоподібних речовин із характерним неприємним запахом.

Основними шкідливими газовими домішками у повітрі свинарників прийнято вважати вуглекислий газ (CO_2), аміак (NH_3), сірководень (H_2S), оксиди азоту (NO_x) та метан (CH_4). Допустимі граничні концентрації цих сполук наведені в табл. 1.2. Перевищення їх вмісту в повітрі є потенційно небезпечним як для тварин, так і для персоналу.

Зокрема, ці гази чинять токсичний вплив на організм, спричиняючи порушення функціонування дихальної та нервової систем, зниження продуктивності тварин і розвиток хронічних захворювань. Найбільшим джерелом емісії шкідливих газів у приміщеннях для утримання свиней є гній. Саме з нього внаслідок ферментаційних процесів в атмосферу вивільняються чотири основні гази-забруднювачі: сірководень, метан, аміак та вуглекислий газ [88]

Таблиця 1.2

Допустимі концентрації газів в повітрі свинарників

Назва показника мікроклімату	Межі загальноприйнятих норм ВНТП–АПК–02.05,
Метан, % об	Не нормується
Оксид вуглецю (IV), % об.	0,2
Сірководень, мг/м ³	10
Аміак, мг/м ³	20
Оксид азоту, мг/м ³	Не нормується

Результати численних досліджень свідчать про те, що у тваринницьких приміщеннях із підвищеним вмістом аміаку, сірководню та вуглекислого газу знижується продуктивність свиней, зростає відсоток вибракування, а також підвищується витрата кормів на одиницю продукції [96, 98].

Суттєвою проблемою є зниження природної резистентності та імунологічної реактивності організму тварин в умовах незадовільного мікроклімату. Поряд із цим, надмірна концентрація шкідливих газів негативно впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу, а також скорочує термін експлуатації обладнання і механізмів [60, 134].

Метан (CH_4), хоч і не має запаху, становить серйозну небезпеку. У високих концентраціях він діє як токсичний агент, провокуючи тахікардію, набряк легень, задуху та в окремих випадках – втрату свідомості або загибель [88, 144, 145].

Вуглекислий газ (CO_2) – безбарвна, негорюча речовина зі слабокислим запахом і смаком – є продуктом обміну речовин і надходить у повітря в основному внаслідок дихання тварин, а також частково в результаті розкладання екскрементів і залишків кормів. Обсяг виділення CO_2 залежить від виду, віку, годівлі та продуктивності тварин. Підвищена концентрація вуглекислого газу в повітрі тваринницьких приміщень викликає гіпоксію, порушення функції дихання, загальмованість, зниження продуктивності й опірності організму, а при тривалому впливі – хронічні отруєння [201].

Особливо небезпечним газом є аміак (NH_3) – речовина з різким специфічним запахом, що відчувається навіть при низьких концентраціях. Його дія може призводити до подразнення слизових оболонок очей, дихальних шляхів і розвитку хімічних опіків [143, 250]. Високі концентрації аміаку викликають виразки рогівки, нудоту, блювоту, тахікардію, судоми [138, 200]. На думку Ye Z. та Xu W., аміак виступає одним із найпоширеніших екологічних стресорів у промисловому свиначстві [245, 246].

За даними М. Parker, навіть при допустимому рівні, аміак у поєднанні з незадовільним рівнем освітлення негативно впливає на фізіологічний стан та продуктивність тварин [234]. R. R. Manuel зазначає, що концентрація аміаку у приміщеннях для опоросу змінюється залежно від температури повітря: уночі, коли температура знижується, інтенсивність вентиляції слабшає, що призводить до накопичення аміаку, тоді як вдень вентиляція активізується, й рівень газу зменшується [104, 146].

Z. Ye та Z. Cheng встановили, що рівень емісії аміаку істотно знижується за умови належного вентилявання приміщень. Їхні дослідження показали, що середні показники викидів аміаку у свинарниках найвищі навесні й влітку, тоді як восени та взимку вони зменшуються. Влітку середній рівень викидів аміаку на одиницю площі приміщення для опоросу майже втричі перевищував зимові значення [116, 246].

Сірководень (H_2S) – один із найтоксичніших газів, що утворюється внаслідок анаеробного розкладу органічних речовин, багатих на білок, насамперед у гної [78]. Він має характерний запах тухлого яйця. У низьких концентраціях викликає подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів, у вищих – головний біль, нудоту, запаморочення [130]. При тривалому впливі навіть у малих кількостях можливий розвиток гострої дихальної недостатності й загибелі тварин. Сірководень блокує активність ферментів, відповідальних за клітинне дихання, що спричиняє параліч дихальної системи [117].

Крім зазначених газів, у повітрі свинарників за неналежної вентиляції можуть накопичуватись органічні сполуки, які є джерелом специфічного неприємного запаху – скатол, меркаптани та ін. Ці речовини на сьогодні складно піддаються кількісному визначенню за допомогою портативних приладів, однак їх наявність чітко ідентифікується органолептично [114]. Скатол утворюється при бактеріальному розкладанні триптофану – амінокислоти білкової природи – та є основною причиною специфічного запаху екскрементів. Меркаптани – це сірковмісні органічні сполуки, у яких

атом кисню в гідроксильній групі заміщений атомом сірки, що надає їм різко вираженого запаху [134]

1.2 Особливості формування імунної та антиоксидантної систем у свинوماتок та поросят раннього віку та їх порушення за дискомфортних умов мікроклімату приміщень

Усі живі організми знаходяться під впливом певних факторів навколишнього середовища, які активують вільнорадикальні процеси пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ). Продукти ПОЛ мають здатність накопичуватися у тканинах живого організму, і тим самим порушують його нормальне функціонування. Антиоксидантна система виконує функції профілактики таких порушень за рахунок своєчасного знешкодження прооксидантів, вільних радикалів і їх токсичних продуктів [27].

У процесі еволюції природа створила цілу систему захисту проти руйнівної дії вільних радикалів (ВР) — антиоксидантну систему. Антиоксиданти здатні віддавати вільним радикалам необхідний електрон не стаючи при цьому нестабільними (реактивними). Таким чином, вони обривають вільнорадикальний ланцюг і захищають від окиснення життєво важливі молекули, діючи як своєрідний буфер. Природні антиоксиданти — це речовини, які взаємодіють з вільними радикалами і таким чином припиняють ланцюгові реакції, тим самим гальмують окиснення органічних сполук і появу їх токсичних продуктів. Антиоксиданти містяться в різних частинах і органах живого організму. Разом вони утворюють єдину антиоксидантну систему. При нестачі тих чи інших антиоксидантів в організмі тварин, посилюються переокисні процеси, які призводять до посиленого утворення продуктів ПОЛ та розвитку імунодефіцитних станів. Тому, важливе значення має забезпечення тварин повноцінною, збалансованою годівлею та за необхідності додатковим введенням антиоксидантів у формі препаратів і біологічно активних добавок до

основного раціону [63].

Імунна система є інтегральним поєднанням специфічних фізіолого-біохімічних процесів, що відбуваються в органах і тканинах з метою захисту організму тварини від різноманітних патологічних агентів шляхом виявлення та знешкодження чужорідних тіл [25, 46]. Її основна функція полягає у розпізнаванні генетично чужорідних антигенів і специфічній імунній відповіді, спрямованій на їх нейтралізацію та елімінацію [50, 78]. Функціонування імунної системи свиней тісно пов'язане з генетичними характеристиками організму, віковими та фізіологічними особливостями. Інтенсивність імунних реакцій безпосередньо залежить від метаболічних процесів і перебуває під впливом зовнішніх чинників, зокрема умов навколишнього середовища [84, 89]. Зміни у життєдіяльності організму можуть відбуватися в межах адаптаційних можливостей лише за умов незначного впливу зовнішніх факторів, що дозволяє підтримувати гомеостаз — фізіологічну сталість основних параметрів: температури тіла, біохімічного профілю крові, кількості формених елементів, білкового складу, вмісту вітамінів, мінералів і активності ферментів [90, 91].

Схильність свиней до захворювань, а також характер перебігу хвороб, переважно визначаються рівнем імунної стійкості організму, що формується з моменту народження. За однакових умов утримання одні тварини залишаються здоровими і зберігають високу продуктивність, інші переносять захворювання у легкій формі зі зниженням продуктивності, а деякі — у тяжкій формі з розвитком ускладнень. Така різниця зумовлена індивідуальним рівнем захисних та адаптаційних механізмів, які об'єднуються узагальненими поняттями резистентність та імунітет [43, 91, 106].

Імунна стійкість, як компонент загальної адаптивної здатності організму, тісно пов'язана з умовами зовнішнього середовища, годівлею, мікрокліматом та рівнем стресу у тварин [41, 97, 112]. Встановлено, що несприятливі фактори середовища (перегрівання, переохолодження, висока вологість

повітря, вентиляційні порушення) можуть спричинити імунодепресивні стани, знижуючи опірність організму до інфекційних агентів [85, 111, 118].

Важливою ланкою у підтриманні гомеостазу є фактори неспецифічного та специфічного імунного захисту — сукупність механізмів, які регулюють процеси розвитку та життєдіяльності організму. У свиней ключову роль в адаптації до впливу стрес-чинників відіграє природна (вроджена) резистентність, яка забезпечує першу лінію захисту проти патогенів до активації специфічного імунітету [85, 147, 148].

Спільне функціонування нервової, імунної та антиоксидантної систем є основою ефективної адаптації організму до впливу зовнішніх та внутрішніх подразників. Їх взаєморегуляція забезпечує координацію захисних реакцій, тоді як порушення у роботі будь-якої з цих систем може спричинити каскад змін, що активують захисно-адаптивні механізми у відповідь на дію чинників як екзогенного, так і ендогенного походження [82, 99, 223].

Профілактика стресів у свинарстві на сьогоднішній день є одним із ключових завдань, що має важливе значення для підвищення рентабельності галузі. В умовах інтенсивного ведення тваринництва повністю запобігти дії стрес-чинників практично неможливо, оскільки свині вирізняються високою чутливістю до екзогенних подразників. Під їх впливом відбуваються глибокі зміни у функціонуванні нервової, ендокринної та імунної систем, що зумовлює зниження загальної резистентності організму і може призводити до розвитку імунозалежних патологій [110, 122].

Найбільш чутливими до дії стресу залишаються імунна та антиоксидантна системи, які першими реагують на порушення гомеостазу. Імунна система, як комплекс клітинних і гуморальних механізмів захисту, страждає від зниження активності фагоцитозу, продукції антитіл та функції лімфоцитів. Антиоксидантна система, що включає ферментні (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) та неферментні (вітаміни С, Е, каротиноїди) компоненти, в умовах стресу виснажується через посилення утворення активних форм кисню (АФК) і продуктів пероксидного

окиснення ліпідів, що викликає оксидативний стрес [9, 103, 119].

Дія стресу призводить до змін як вродженої, так і набутої імунної відповіді [183]. Сучасні дослідження молекулярних механізмів дії стрес-чинників підтверджують вільнорадикальну теорію стресу, згідно з якою вільні радикали є ключовими медіаторами клітинних ушкоджень. Ці високоактивні сполуки здатні пошкоджувати всі основні типи біомолекул — ліпіди, білки та нуклеїнові кислоти [187, 193, 198]. У відповідь на їхню дію в організмі активуються захисні механізми, спрямовані на підтримання клітинного гомеостазу, зокрема синтезуються антитіла та специфічні білки (гострофазові), які можуть сприяти деструкції пошкоджених клітин і запуску процесів аутолізу [189]. У механізмах протидії вільнорадикальному стресу провідну роль відіграє система антиоксидантного захисту, до якої належать ферментні й неферментні компоненти. Водночас важливим елементом стрес-лімітуючої відповіді організму є система оксиду азоту (NO), який виступає як сигнальна молекула та регулятор імунного і судинного гомеостазу [7, 48].

Антиоксидантна система в організмі тварин представлена двома основними ланками — ферментною та неферментною. Ферментну ланку антиоксидантного захисту представляють ензими: глутатіонпероксидаза, супероксиддисмутаза, каталаза. Неферментну ланку становлять глутатіон, вітаміни А, Е, С. Це сполуки, які володіють опосередкованою антирадикальною дією [10].

Система антиоксидантного захисту (САЗ) живої клітини складається з трьох рівнів. Перший рівень антиоксидантного захисту формують жиророзчинні (вітаміни Е і А, каротиноїди, убіхінони) і водорозчинні антиоксиданти (аскорбінова кислота, відновлений глутатіон та ін.). Ці речовини здатні вловлювати вільні радикали і тим самим розривати ланцюги вільнорадикальних реакцій. Другий рівень захисту відповідає за знешкодження вільних радикалів і здійснюється за участю ензимів: супероксиддисмутази (СОД), глутатіонпероксидази (GSH-Px), каталази. Саме глутатіонпероксидаза є найбільш активною у плані знешкодження перекису

водню. Третій рівень САЗ забезпечує відновлення або усунення пошкоджених молекул. Таким чином, взаємодія всіх трьох рівнів забезпечує ефективну дію антиоксидантної системи в організмі [99].

Одним з найважливіших ензимів антиоксидантної системи в організмі тварин є селензалежна глутатіонпероксидаза (GSH – Px). Молекула ензиму утворюється з чотирьох ідентичних субодиниць, кожна з яких містить один селеноцистеїновий залишок. Молекулярна маса її знаходиться у межах 76-105 кДа [100]. Внаслідок каталітичної дії глутатіонпероксидази у тканинах відбувається розщеплення пероксиду водню і гідроперекисів органічних молекул лінолевої і арахідонової поліненасичених жирних кислот з утворенням H_2O . Активну участь у цьому процесі також бере відновлений глутатіон, до якого глутатіонпероксидаза проявляє високу спорідненість [26].

Пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ) є фізіологічним процесом, але при різних патологіях таке окиснення виступає як універсальний механізм ушкодження клітинних мембран. За нормального функціонування організму, в ньому постійно підтримується динамічна рівновага між антиоксидантною системою та процесами пероксидної оксидації ліпідів. Порушення цієї рівноваги у бік переважання дії активних форм кисню, приводить до виснаження системи антиоксидантного захисту, розвитку оксидативного стресу та імунодефіциту [24, 114]. Активація процесів вільнорадикального окиснення розглядається як одна з адаптаційних реакцій організму у відповідь на дію стресових чинників [158]. Тривала дія стресу призводить до інтенсифікації енергетичного обміну в тканинах та підвищеного навантаження на регуляторні системи організму. За таких умов метаболічні процеси відбуваються в умовах фізіологічного напруження, що стимулює формування комплексних захисних реакцій, спрямованих на нейтралізацію пошкоджувального фактора. До таких реакцій належать активація систем антиоксидантного захисту, підвищення активності ферментів детоксикації та перебудова метаболізму, що в сукупності сприяє відновленню гомеостазу.

Підвищення інтенсивності процесів ПОЛ у клітинних мембранних

структурах є однією з першочергових реакцій організму на дію токсичних сполук, чи стресових факторів. Інтенсифікація процесів ПОЛ та зниження активності САЗ в організмі сільськогосподарських тварин негативно впливає на його резистентність. Інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) в організмі тварин значною мірою визначається структурою раціону та хімічним складом його окремих компонентів. Активізація ПОЛ негативно впливає на метаболічні процеси, що, своєю чергою, зумовлює зниження продуктивності тварин [135].

За нормальних фізіологічних умов активні форми кисню (АФК) та продукти пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) беруть участь у клітинному метаболізмі як ініціатори та проміжні продукти синтезу біологічно активних сполук, зокрема лейкотрієнів, тромбосанів, стероїдних гормонів тощо. Реакції за участю вільних радикалів є складовою частиною функціонування дихального ланцюга, процесів фагоцитозу, апоптозу та проліферації клітин. Вільнорадикальні процеси та ПОЛ значно посилюються в організмі тварин за наявності патологій різного генезу. Зокрема, підвищений рівень продуктів ПОЛ виявляється в крові та тканинах новонароджених тварин за умов гіпотрофії та імунодефіцитних станів [8].

Доведено наявність кореляційного зв'язку між динамікою вільнорадикальних процесів у лімфоцитах та змінами імунної відповіді на дію антигенів. Сформульовано положення, згідно з яким вільні радикали та їхні похідні беруть участь у регуляції імунних реакцій на всіх етапах розвитку імунної відповіді шляхом реалізації двох основних механізмів: впливу на стан клітинних мембран і прямого інгібування синтезу ДНК [219, 231, 236]. Окрім того, встановлено роль продуктів вільнорадикального окиснення у забезпеченні кілерної активності лімфоцитів, антимікробного захисту фагоцитів, а також у розвитку імуносупресії в умовах гіперактивації цих процесів [208].

При переході поліморфноядерних лейкоцитів, моноцитів, макрофагів у активний стан, зокрема при фагоцитозі, спостерігається “метаболічний

вибух”, який характеризується генерацією активних форм кисню, посиленням ПОЛ у мембранах і підвищенням хемілюмінесценсії. У цьому процесі беруть участь ферментні системи лейкоцитів, насамперед міелопероксидаза, а перекиси і радикали — у внутрішньоклітинній деструкції фагоцитованих частинок [237].

Ферментативна активація ПОЛ на початкових стадіях формування імунної відповіді впливає на проліферацію клітин та їх активність.

Отже, генерація вільних радикалів у клітинах імунної системи є важливим процесом, що контролює структуру клітинних мембран, фагоцитоз, дезінтоксикацію та адаптацію організму до умов навколишнього середовища. Антиоксидантна система є однією з основних функціональних систем, що підтримують гомеостаз організму тварин. Її нормальне функціонування, а відтак і здатність організму до адаптації при зміні умов існування, залежать від окисно-відновного статусу організму [21, 35].

Дослідження адаптивного потенціалу антиоксидантної та імунної систем організму свиней в онтогенетичному аспекті є надзвичайно актуальним, оскільки саме в критичні періоди розвитку спостерігається найбільша виразність порушень їх функціонування [45].

1.3 Корекція імунного статусу та окисно-відновних процесів в організмі свиноматок і поросят імуностимуляторами та біодобавками за порушень параметрів мікроклімату приміщень

Низкою наукових досліджень доведено, що дисфункції імунної системи і виникнення оксидативного стресу супроводжуються істотним порушенням обміну речовин в організмі свиней [8]. Одним із важливих чинників у розвитку дегенеративно-деструктивних уражень органів і тканин у свиней є порушення процесів ліпідного обміну.

Сукупність накопичених на сьогодні експериментальних даних дозволяє припустити, що утворення значної кількості реакційно здатних оксиген

вмісних радикалів та ініціація процесів ПОЛ у клітинах є спільним етіологічним і патогенетичним фактором різних за природою захворювань. Важливим для зниження негативних наслідків дії продуктів ПОЛ є пошук сполук, які б пригнічували реакції пероксидації у клітинах та нормалізували прооксидантно-антиоксидантну рівновагу [108].

Повноцінний захист організму при активації процесів ПОЛ можливий за умови використання гідрофільних антиоксидантів, які легко проникають через гематоенцефалічний бар'єр, на відміну від гідрофобних, що діють не одразу. На сьогоднішній день актуальним є пошук та вивчення препаратів природного походження, нетоксичних, притаманних організмові, які можна було б використовувати у ветеринарній медицині чи тваринництві [170, 177]

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 [23, 34].

Вітаміни, мінеральні елементи та амінокислоти відіграють ключову роль у забезпеченні нормального функціонування організму та регуляції метаболічних процесів [18]. 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 [162, 194]. Додаток 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 [164, 192].

Амінокислота аргінін вважається умовно незамінною для дорослих тварин, однак для молодняку в період інтенсивного росту та розвитку перетворюється в незамінну [170]. 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 [206, 210]. 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 [218].

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 [235].

Як показують дослідження, аргінін здатен модулювати антиоксидантно-прооксидантну рівновагу організму шляхом впливу на білковий обмін [51, 65]. Ця амінокислота виявляє мембраностабілізуючу, антигіпоксичну,

антиоксидантну та дезінтоксикаційну активність [55], що є особливо важливим у стресових умовах. Під дією аргініну пригнічується утворення супероксид-аніону [154], знижуючи тим самим окислювальний тиск на клітини.

Активація синтезу оксиду азоту (NO) шляхом введення L-аргініну різноспрямовано впливає на активність ензимів глутатіонової ланки, зокрема у печінці та міокарді тварин. Встановлено, що при цьому зростає активність глутатіонпероксидази (ГП), тоді як активність глутатіонредуктази (ГР) знижується, незалежно від вікових особливостей [7, 89, 94].

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 [208]. Зокрема дослідження показали, що окислювальний стрес, викликаний дикватом, значно знижував вміст триптофану в крові у поросят [211], тоді як згодовування поросят-сисунам цієї амінокислоти пригнічує секрецію гормону стресу та покращує продуктивність [127]. Дослідження показали, що додавання високої дози триптофану має певний ступінь токсичності на морфологію кишечника поросят [141]. 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 [195].

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) [247, 249]. 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 [227].

Нестача цих вітамінів суттєво послаблює імунну реактивність організму та сприяє розвитку імунодефіцитних станів, особливо у поросят, поросних свиноматок та високопродуктивних тварин [157]. 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 [64].

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 [186].

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 [64]. 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 [199].

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 [61]. Їх захисна роль реалізується через зниження концентрації активних форм кисню та активацію процесів окиснення і фосфорилування, що сприяє підтриманню енергетичного гомеостазу клітин [129].

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 мікров'язкості ліпідного шару [124].

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 [94].

Вітамін Е (токоферол) є найактивнішим компонентом неензимної ланки системи антиоксидантного захисту (САЗ), забезпечуючи до 60% дії жиророзчинних антиоксидантів [65, 93]. 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 [150].

Крім того, токоферол впливає на гемосинтез і активацію коензимної форми вітаміну B12, демонструючи широкий спектр метаболічної активності [18].

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 [165].

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 [152]. 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 [235].

Кальцитріол активує Т-лімфоцити, збільшує кількість фагоцитів та посилює функціональну активність імунокомпетентних клітин через стимуляцію ензимних систем, відповідальних за генерацію активних форм кисню (АФО) [243]. 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 [165].

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 алкілування білка через вітамін Е-залежний шлях [232]. Дієтичні добавки з вітаміном С у будь-якій дозі значно покращують ріст та збільшують масу тіла тварин [155, 244]. Добавки вітаміну С значно підвищують активність глутатіонпероксидази і супероксиддисмутази у крові та знижують вміст малонового діальдегіду порівняно з контролем ($p < 0,05$). [175, 176]

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

[105].

Доведено, що природні форми вітаміну К проявляють антиоксидантні та енергетичні властивості [184]. Біологічна активність похідних вітаміну К визначається структурою бічного ланцюга, яка впливає на їхню полярність і здатність до взаємодії з компонентами дихального ланцюга [231]. Зокрема, менадїон має виражену полярність, що обумовлює його здатність помірно стимулювати електронтранспорт у мітохондріях [233], на відміну від менш полярного убїхінону Q10 [237]. Водночас менадїон може діяти як прооксидант, генеруючи супероксидні радикали, що призводить до редокс-зсувів у клітині [100]. Ці процеси, у свою чергу, активують систему антиоксидантного захисту (САЗ), включаючи дегідрогенази та компоненти електронтранспортного ланцюга, зокрема цитохроми та флавопротеїни [101, 239].

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 [94]. 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) [49]. 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 [36].

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 [6].

Потреба свиней у мінеральних елементах варіює залежно від віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності, однак інтенсивні технології утримання часто вимагають коригування загальноприйнятих норм забезпечення [15]. Найчастіше у тварин спостерігаються імунні порушення, зумовлені дефіцитом мінералів, які зазвичай успішно коригуються їх цільовим введенням [45].

Західні регіони України характеризуються низьким вмістом Селену та Кобальту у ґрунтах і кормах, що обумовлює їх недостатнє надходження до організму тварин [42]. 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 поросних свиноматок 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) [63].

Такий елемент як Купрум є одним із ферментів, який нейтралізує окислювальний стрес [119]. Однак при додаванні жирів у раціон тварин може викликати дефіцит купруму і, таким чином, сприяти окислювальному пошкодженню [169]. Дефіцит купруму також може змінити мікробіом тварин [170]. 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 [139].

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 [160, 181]. Можливим механізмом антиоксидантних властивостей цинку є Cu-Zn-SOD, який є важливим компонентом клітинної стійкості до першої лінії захисту від АФО [159]. Додавання комплексу цинк-амінокислота може зменшити окислювальний стрес за рахунок зниження рівня малонового діальдегіду в плазмі та зниження активності глутатіону [128].

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 [106, 205, 216].

Селен (Se) є незамінним мікроелементом для людини і тварин. Відповідно до джерела Se його можна розділити на неорганічний Se (переважно селеніт або селенат) і органічний Se (переважно дріжджі, збагачені Se). Він широко використовувався у свинарстві як кормова добавка протягом останніх чотирьох десятиліть [197]. Більшість досліджень зосереджено на дріжджах, збагачених селенітом натрію та селеном, які мають антиоксидантні та протизапальні властивості, чимало потенційних переваг для здоров'я на ріст і розмноження, а також здатність захистити від стресів на комерційних фермах [178, 180]. Селенометіонін лише нещодавно привернув увагу, оскільки він має багато важливих переваг порівняно з традиційними дріжджами, збагаченими селенітом і селеном, наприклад більш ефективне транспортування [217], більш швидке включення та більш ефективне покращення антиоксидантного захисту [179, 242]. Дослідження показали, що селенометіонін полегшує запалення міокарда курей, спричинене ліпополісахаридом, шляхом інгібування виробництва АФО [166, 168]. Крім того, було виявлено, що селенометіонін захищає від NH_3 інтоксикації свиней на відгодівлі за рахунок кількох механізмів незалежної

дії. Наприклад, селенометіонін покращив дисбаланс ентеральної мікробної флори та полегшив запальне пошкодження, спричинене NH_3 у порожній кишці свині [167, 173].

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 [185]. Крім того, Peretz et al. [199] продемонстрували, що збагачені Se дріжджі показали імуностимулюючі властивості у дорослих тварин. Враховуючи, що селенометіонін був визнаний основною формою органічного Se в дріжджах [238, 248], 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 свиноматки покращували інтенсивність росту у потомства, ніж добавки селеніту натрію [242]. Результати деяких досліджень показали, що селенометіонін може підвищити антиоксидантну здатність і якість м'яса бройлерів та свиней на кінцевій стадії відгодівлі [161, 223].

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 [115, 226].

Авторами вітчизняних та закордонних публікацій в якості природних сполук пропонується використовувати куркумін та ресвератрол. [120].

Куркумін є сполукою з куркуми, яка має певну протизапальну, антиоксидантну, антипроліферативну та антиангіогенну дію [107, 113]. Куркумін може поглинати вільні радикали та виконувати антиоксидантні

функції [121]. 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 [140]. 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 [120].

Ресвератрол є сполукою, отриманою з винограду та вина [212], яка зменшує запалення та регулює окислювально-відновний механізм за допомогою специфічних ферментів [213]. Дієтична добавка 300 мг/кг ресвератролу, яку згодовують вагітним і лактуючим свиноматкам, підвищує антиоксидантну здатність плаценти і молока свиноматки в порівнянні з контрольною групою [126], 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 [214].

У науковій літературі також наявні поодинокі повідомлення про здатність окремих штамів мікроорганізмів із пробіотичними властивостями підтримувати прооксидантно-антиоксидантний баланс в організмі сільськогосподарських тварин на фізіологічному рівні [133].

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 [236].

Імуномодуючі 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 [27]. 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 [46].

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. [49]

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 [125].

Висновки до розділу 1

Аналіз наукових джерел свідчить, що однією з ключових умов регуляції redox-системи та формування імунної реактивності є поглиблене розуміння механізмів дії чинників різної етіології на цю систему. Основним підходом до вибору ефективних засобів впливу на окисно-відновні процеси в організмі є визначення критеріїв інтегральної оцінки стану окремих ланок redox-системи (біологічного та пероксидного окиснення) як на рівні окремих тканин, так і на рівні організму в цілому. Лише за умов комплексної оцінки

redox-гомеостазу можна обґрунтувати доцільність застосування екзогенних біологічно активних речовин.

Важливе значення для функціонування redox-системи та імунного захисту мають також технологічні умови утримання молодняку свиней. Зокрема, висока щільність посадки тварин, шумовий тиск від роботи обладнання, обмеження рухової активності, інтенсивні системи годівлі, безвигульне утримання та порушення параметрів мікроклімату спричиняють розвиток стрес-реакції організму, що знижує природну резистентність та підвищує сприйнятливність до інфекційних і неінфекційних захворювань.

Крім того, технологічні процеси, пов'язані з транспортуванням свиней на значні відстані, також супроводжуються стресовими впливами. У таких випадках спостерігається підвищення концентрації кортизолу в сироватці крові, зниження активності аспартатамінотрансферази (АсАТ), зменшення альбумін-глобулінового співвідношення та пригнічення функціональної активності імунної системи. Ці зміни можуть зберігатися до 6–9-місячного віку тварин [136].

З огляду на це, актуальним є застосування імуностимулюючих препаратів, здатних зменшити негативний вплив стрес-факторів, пов'язаних зі зміною умов утримання. Усунення або зменшення стресових реакцій у процесі вирощування молодняку є одним із важливих завдань сучасного свинарства, реалізація якого забезпечує покращення стану здоров'я тварин, підвищення продуктивності й, відповідно, рентабельності виробництва.

Публікації за розділом 1

1. Dmytrotsa 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.
2. 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.

3. Dmytrotsa 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>.

4. Dmytrotsa A., Vovk S., Vorobel M., Klym O. 2023, Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, Vol. LXVI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 289-293.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце, умови та схеми проведення досліджень

Дисертаційна робота виконана впродовж 2020–2024 років у відділах дрібного тваринництва і розведення, технологій утримання та годівлі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, і є складовою експериментальних досліджень лабораторії екології на 2021–2025 рр. відповідно до ПНД 9 «Використання аграрного ресурсовиробничого потенціалу Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних пріоритетів» (*«Сталий розвиток Карпатського регіону в умовах реалізації євроінтеграційних процесів»*) за темою 09.02.02.04.П «Дослідження рівня емісії парникових газів (CH_4 , NH_3 , H_2S , CO_2 , NO) при веденні галузі свинарства та розроблення способу їх зниження», № держреєстрації 0121U100026.

Методологічною основою вибору напрямку дисертаційної роботи були результати наукових досліджень щодо особливостей перебігу імунологічних функцій та оксидативних процесів і їх корекції в організмі тварин за дискомфортних умов мікроклімату приміщень.

Дослідження проводили на поросних і лактуючих свиноматках, поросятах-сисунах та відлучених поросятах. Забір крові у поросних і лактуючих свиноматок здійснювали з великої вушної вени, у поросят — із хвостової вени, з обов'язковим дотриманням правил асептики та антисептики.

Усі маніпуляції з тваринами виконували відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», затверджених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001), а також згідно з вимогами

Конвенції Ради Європи про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментах та інших наукових цілях (Страсбург, 2001).

Протягом усього періоду проведення досліджень епізоотична ситуація в господарстві залишалася благополучною щодо паразитарних та гостроінфекційних захворювань.

З метою реалізації поставлених завдань проведено дві серії досліджень, за схемою, представленою на рис. 2.1.

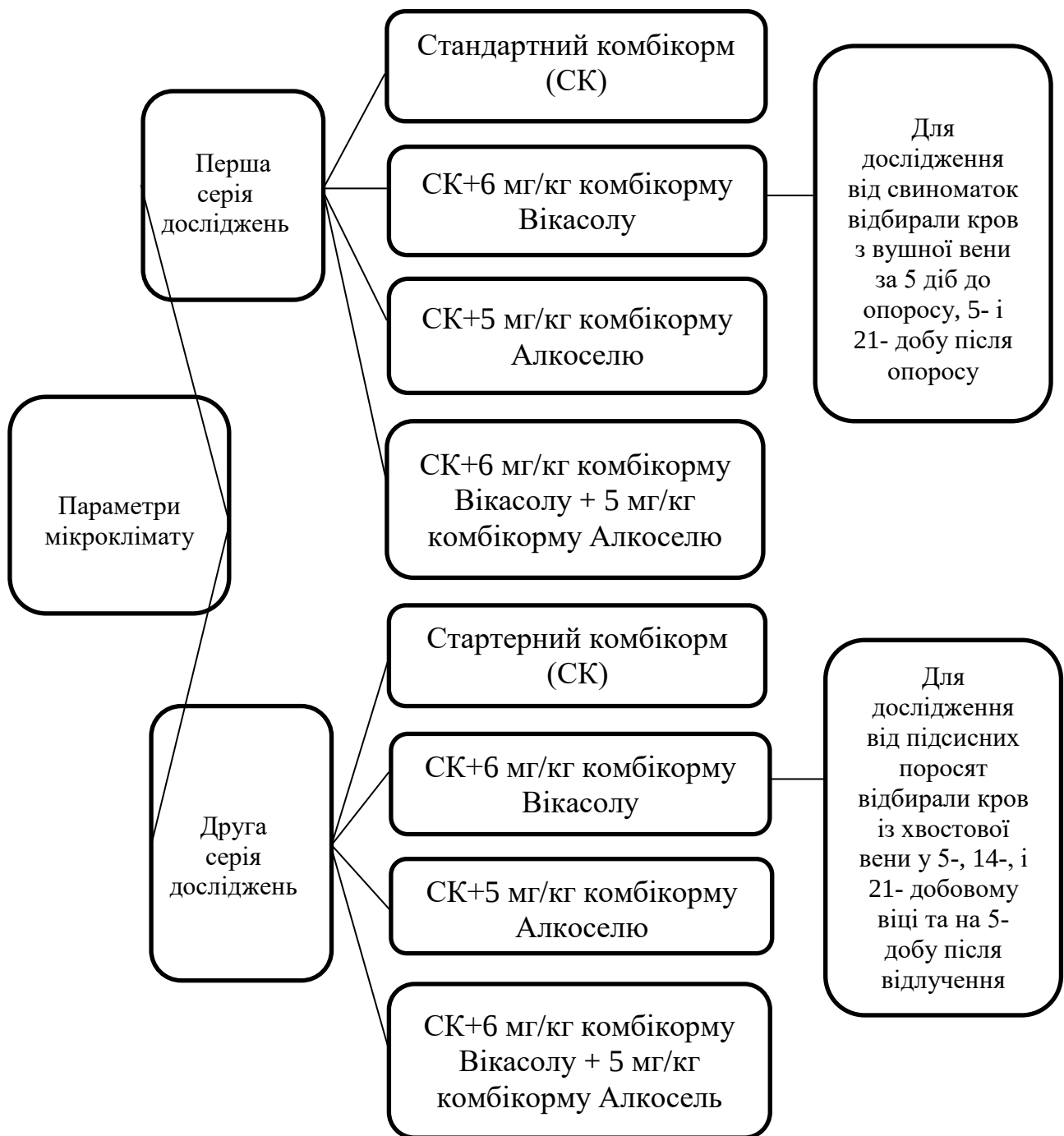


Рис. 2.1 Схема проведення дисертаційних досліджень

Експериментальні дослідження проводилися на клінічно здорових свинях породи велика біла. Групи тварин формували за принципом аналогів з урахуванням віку, живої маси та статі. При розподілі свиноматок до груп додатково враховували кількість перенесених опоросів, показники плодючості, збереженість поросят та масу гнізда при народженні.

Термін поросності визначали на підставі дати осіменіння, зафіксованої у відповідних зоотехнічних журналах обліку штучного осіменіння господарства. Для забезпечення ідентифікації всі тварини були марковані вушними кліпсами з індивідуальними номерами.

Раціон свиней був збалансований за основними елементами живлення та однаковий для всіх дослідних груп. Умови годівлі, догляду й утримання тварин відповідали зоотехнічним і ветеринарним нормам, згідно з віком та фізіологічним станом тварин.

Поросних свиноматок утримували в індивідуальних станках, обладнаних годівницями та автоматичними поїлками. За п'ять діб до очікуваного опоросу тварин переводили в окремі станки з облаштованим місцем для локального обігріву поросят за допомогою інфрачервоних ламп. У підсисний період поросята перебували разом із матками, а після відлучення — утримувалися груповим методом у відповідних станках. Усі тварини мали вільний доступ до кормів і води.

Метою першої серії експериментальних досліджень було з'ясування впливу параметрів мікроклімату на біохімічні показники крові та активність імунної системи у свиней в різні фізіологічні періоди, а також оцінка можливості їх корекції шляхом застосування біодобавок Вікасолу, Алкоселю та їх поєднання.

Дослідження проводилися у літній період (в умовах теплового стресу) на базі свиноферми Державного підприємства Дослідного господарства «Радехівське» Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України. Методом аналогів за віком та масою тіла було сформовано чотири групи глибокопоросних свиноматок (90-

та доба поросності) великої білої породи, по 5 голів у кожній.

Свиноматки контрольної групи отримували стандартний комбікорм, який використовувався у господарстві. Склад раціону був наступним:

- для порослих свиноматок: «AVA ZDOROVA Супорос 10%» — 10 %, пшениця — 10 %, кукурудза — 5 %, ячмінь — 60 %, висівки пшеничні — 15 %;
- для лактуючих свиноматок: «AVA ZDOROVA Лакто 20%» — 20 %, пшениця — 50 %, кукурудза — 15 %, ячмінь — 15 %.

У комбікорм тваринам першої дослідної групи додавали Вікасол (є синтетичним аналогом водорозчинного вітаміну К і розглядається як вітамін К₃) у дозі 6 мг/кг корму, другої — Алкосель (екстракт дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, що містить селен, у формі селенометіоніну і ряду інших селеноаміноз'єднань з високим рівнем біодоступності.) у дозі 5 мг/кг корму, третьої — поєднання обох препаратів у зазначених дозах. Всі тварини мали вільний доступ до води.

Забір крові з вушної вени проводили у всіх тварин контрольної та дослідних груп у три терміни: за 5 діб до опоросу, а також на 5-ту і 21-шу добу після нього. Проби відбирали перед ранковою годівлею для проведення біохімічних досліджень (Рис. 2.2.).



Рис. 2.2 Біохімічні та імунологічні показники, які визначались у дослідях.

Метою другої серії експериментальних досліджень було з'ясування механізмів формування імунної та антиоксидантної систем у поросят раннього віку та після відлучення за впливу параметрів мікроклімату та корекції біодобавками, а також оцінка їх продуктивних якостей.

Дослідження проводилися в аналогічних умовах господарства, що і попередній дослід. Методом аналогів було сформовано чотири групи поросят великої білої породи — контрольну і три дослідні, по 10 тварин у кожній групі, підібраних за віком і масою тіла.

У підсисний період поросята утримувалися разом зі свиноматками у спеціальних станках. Починаючи з 5-добового віку, поросята мали вільний доступ до престартерного комбікорму з додаванням біологічно активних речовин:

- у першій дослідній групі — Вікасол у дозі 6 мг/кг комбікорму;
- у другій — Алкосель у дозі 5 мг/кг комбікорму;

- у третій — поєднання обох препаратів у вказаних дозах.

Перед початком дослідження проводили клінічно-фізіологічне обстеження тварин, оцінювали їх загальний стан, активність і поведінку при поїданні корму.

На 28-му добу життя поросят відлучали від свиноматок, що викликало виражений технологічний стрес. Після відлучення поросята утримувалися у групових станках із вільним доступом до корму і води.

Матеріалом для досліджень була кров поросят, яку відбирали на 5-, 14-, 21-шу добу життя, а також на 5-ту добу після відлучення для подальших біохімічних та імунологічних досліджень.

Крім того, після відлучення проводили аналіз продуктивності поросят за абсолютними, середньодобовими та відносними приростами живої маси з метою оцінки інтенсивності росту.

2.2 Методи і методики проведення досліджень

Визначення інтер'єрних показників проводили за методиками, описаними в довіднику: «Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині» [14].

Визначення кількості *еритроцитів* у зразках крові проводили колориметричним методом. Для цього ретельно змішували 3,5 % розчин хлориду натрію (10 мл) і 0,02 мл крові з подальшим колориметруванням при довжині хвилі 670 нм у кюветі товщиною 3 мм при червоному світлофільтрі. Показники відраховували за правим барабаном. Підрахунок кількості еритроцитів здійснювали за формулою:

$$X = E \times 23 \times 1000,$$

де:

X –кількість еритроцитів;

E – показник екстинції;

23, 1000 – розрахункові коефіцієнти.

Концентрацію *гемоглобіну* визначали загальноновизнаним колориметричним методом. У пробірку вносили 5 мл трансформуючого (реактивного) розчину та додавали 20 мкл цільної крові. Суміш ретельно перемішували та залишали при кімнатній температурі на 30 хвилин для завершення реакції трансформації гемоглобіну в стабільну форму.

Після інкубації оптичну густину отриманого розчину вимірювали за допомогою спектрофотометра при довжині хвилі 540 нм, використовуючи як контроль (бланк) трансформуючий розчин. Отримані результати використовували для розрахунку концентрації гемоглобіну в крові.

Обчислення концентрації гемоглобіну проводили за формулою:

$$Hb = \frac{E_{540} \cdot 64,458 \cdot 251}{44},$$

де:

E_{540} – оптична густина зразка, що досліджувався;

64,458 – мілімолярна маса гемоглобіну;

251 – розведення крові;

44 – мілімолярний коефіцієнт екстинкції геміглобінціаніду.

Кількість *лейкоцитів* у периферичній крові визначали методом підрахунку в камері Горяєва. Для цього в пробірку вносили 0,4 мл 3% розчину оцтової кислоти, підфарбованої метиленовою синькою (із розрахунку 1 мл 1% водного розчину барвника на 100 мл оцтової кислоти), та додавали 0,02 мл цільної крові, використовуючи капілярну піпетку.

Після ретельного перемішування суміші вносили її до камери Горяєва. Підрахунок лейкоцитів проводили за допомогою світлового мікроскопа при малому збільшенні (об'єктив $\times 8$, окуляр $\times 10$) у 100 великих квадратах сітки (що відповідає 1600 малим квадратам). Кількість клітин виражали у 1 мм³ крові за загальноприйнятою методикою.

Розрахунок проводили за формулою:

$$X = \frac{a \times 400 \times 20}{1600}$$

де X — кількість лейкоцитів в 1 мкл крові;

a — кількість лейкоцитів, підрахованих у 100 великих квадратах;

1600 — кількість малих квадратів;

20 — розведення крові;

400 — множник, що приводить результат до об'єму 1 мкл крові, так як об'єм одного малого квадрату становить 1:400 мкл. У кінцевому результаті, підраховану кількість лейкоцитів у 100 великих квадратах множили на 50.

Співвідношення окремих форм лейкоцитів визначали загальноприйнятим методом у мазках крові, пофарбованих за Романовським-Гімза. Підрахунок проводили під імерсійною системою мікроскопа методом Меандра, шляхом диференційованого підрахунку 100 лейкоцитів.

У сироватці крові піддослідних тварин визначали вміст загального білка і його фракцій, лізоцимну і бактерицидну активність, ферментативну активність аланінамінотрансферази (АЛТ) і аспартатамінотрансферази (АСТ), вміст середньомолекулярних циркулюючих імунних комплексів (ЦІК), сечовину за методиками наведеними у згаданому довіднику [].

Активність *аланінамінотрансферази* (АЛТ) і *аспартатамінотрансферази* (АСТ) визначали за методом Рейтмана — Френкеля. Внаслідок реакцій переамінування, які каталізуються АЛТ та АСТ, утворюються щавлевооцтова й піровиноградна кислоти. Після додавання 2,4-динітрофенілгідразину ці кислоти утворюють у лужному середовищі забарвлені гідразони, які мають максимум поглинання при довжині хвилі 500–560 нм.

У пробірку вносили 0,25 мл субстратного розчину АЛТ або АСТ, підігрівали при температурі +37 °С протягом 3–5 хвилин, після чого додавали 0,05 мл сироватки крові й інкубували при цій же температурі протягом 60 хвилин. Далі додавали 0,25 мл розчину 2,4-динітрофенілгідразину і витримували при кімнатній температурі протягом 20 хвилин. Після цього вносили 2,5 мл 0,4 М розчину гідроксиду натрію або калію, ретельно перемішували і витримували ще 10 хвилин при кімнатній температурі.

Оптичну густину отриманого розчину визначали при довжині хвилі

500–560 нм у кюветі з товщиною робочого шару 10 мм, проти контролю, який обробляли аналогічно, замінюючи сироватку 0,05 мл ізотонічного розчину натрію хлориду. Активність ферментів у сироватці крові розраховували за калібрувальним графіком.

Вміст *загального білка* сироватки крові визначали рефрактометрично. В основу методу покладено здатність середовищ заломлювати промені світла, що проходять через них. Для визначення загального білка сироватки крові скляною паличкою наносили на знежирену і суху нижню призму рефрактометра РДУ 1–2 краплі сироватки крові та щільно закривали камеру. Дзеркалом спрямовували світло у вікно і обертали гвинт до тих пір, поки межа світлотіні не досягла перетину візирних ліній. Через окуляр за шкалою відліку показника заломлення двічі знімали його покази і вираховували середнє значення. Вміст білка (у г%) визначали за відповідною таблицею з урахуванням величини показника заломлення, одержаного на рефрактометрі.

Визначення *фракцій білків* проводили методом горизонтального електрофорезу на пластинах поліакриламідного гелю, модифікованим в Інституті біології тварин НААН. Камеру для електрофорезу збирали таким чином, щоб з обох боків від пластини з полімеризованим гелем були відсіки для електродного буфера. У сформовані лунки в гелі вносили досліджувані проби, після чого додавали електродний буфер, який нашаровували поверх проб. Лунки заповнювали електродним буфером, а досліджувані проби підшаровували під нього. Буфер в електродні камери додавали до рівня, достатнього для забезпечення проходження струму через гель.

Підготовлену електрофоретичну камеру підключали до джерела живлення. При проходженні проби білка через концентруючий гель на пластину подавали струм силою 25–30 мА, а при проходженні через розділяючий гель — 45–50 мА. Тривалість електрофорезу становила 90–120 хвилин. Процес завершували після досягнення маркерним барвником (бромфеноловим синім) краю гелю. Після цього джерело живлення вимикали, гель обережно витягували з камери, відділяли від скляних

пластин, фіксували та фарбували розділені білки.

Фіксацію білків у гелі здійснювали шляхом занурення фореграм у 12,5 % розчин трихлороцтової кислоти. Фарбування білкових фракцій проводили в 0,1 % розчині брильянтового голубого, у якому фореграму витримували протягом 25–30 хвилин. Надлишок барвника вимивали у 5–7 % розчині оцтової кислоти. У результаті на фореграмі залишались зафарбовані білкові смуги на прозорому фоні.

Кількісний аналіз вмісту білкових фракцій у загальному спектрі проводили за допомогою фотометричного приладу АФ-1.

Методика визначення лізоцимної активності сироватки крові ґрунтується на літичних властивостях лізоциму. Перед дослідженням культуру мікроорганізмів *Micrococcus lysodeikticus* перевіряли на стійкість до лізису у 0,5 % розчині NaCl. Для цього до 2 мл змиву добової культури, стандартизованої на колориметрі КФК-3 (зелений світлофільтр) до оптичної густини 0,320 од., додавали 2 мл 0,5 % розчину NaCl і проводили колориметричне визначення оптичної густини. Пробірку інкубували у термостаті при температурі 37 °С протягом 3 годин, після чого повторно вимірювали оптичну густину. Лізис мікробних клітин не повинен перевищувати 15 %.

Добову культуру *M. lysodeikticus* змивали стерильним 0,5 % розчином NaCl. Отриману суспензію стандартизували на КФК-3 до екстинкції 0,320 од., що відповідає концентрації 1 млрд мікробних клітин в 1 мл суспензії. “Нуль” на КФК-3 встановлювали проти кювети з 0,5 % NaCl.

Для аналізу тестовану сироватку крові розводили у співвідношенні 1:2 стерильним 0,5 % розчином NaCl. До 2 мл розведеної сироватки додавали 2 мл стандартизованої суспензії *M. lysodeikticus*. Як контроль використовували 2 мл 0,5 % NaCl і 2 мл мікробної суспензії. Проби колориметрували в кюветах товщиною шару 10 мм із застосуванням зеленого світлофільтру. Після цього інкубували в термостаті при 37 °С протягом 3 годин і знову проводили колориметричне визначення оптичної густини. Розрахунок лізису

проводили за формулою:

$$L = ((D_0 - D_1) / D_0) - (DK_0 - DK_1) / DK_0 \times 100\%,$$

де:

L – % лізису,

D_0 – оптична густина досліджуваних кювет до інкубації,

D_1 – оптична густина досліджуваних кювет після інкубації,

DK_0 – оптична густина контрольних кювет до інкубації,

DK_1 – оптична густина контрольних кювет після інкубації.

Бактерицидна активність сироватки крові (БАСК) є інтегральним показником природної резистентності організму й обумовлюється сукупною дією неспецифічних захисних факторів, таких як нормальні антитіла, лізоцим, комплемент, пропердин, інтерферон та інші компоненти, які забезпечують знешкодження мікроорганізмів.

Для дослідження змив із добової культури *Escherichia coli* готували на фізіологічному розчині (0,9 % NaCl) та стандартизували до оптичної густини 0,48 од. при довжині хвилі 540 нм (КФК-3, зелений світлофільтр).

У пробірки вносили по 4,5 мл стерильного м'ясо-пептонного бульйону. До дослідної пробірки додавали 1 мл досліджуваної сироватки крові, а до контрольної – 1 мл фізіологічного розчину. Потім у кожну пробірку додавали по 1 краплі (близько 0,05 мл) 24-годинної культури *E. coli*, ретельно перемішували, відбирали по 2 мл суміші й визначали початкову оптичну густина.

Решту суміші інкубували при температурі 37 °C протягом 3 годин, після чого повторно вимірювали оптичну густина. Ступінь зниження оптичної густини у дослідній пробі порівняно з контрольною свідчила про бактерицидну активність сироватки крові. Розрахунок проводили за формулою:

$$БАСК, \% = 100 - [(D_m - D_o) / (K_m - K_o) \times 100],$$

де:

До, Ко – оптична густина досліду і контролю до інкубації;

Дт, Кт – оптична густина досліду і контролю через 3 год. після інкубації.

Визначення *циркулюючих імунних комплексів* у сироватці крові. ЦІК – високомолекулярні білкові сполуки, які утворюються в організмі тварин при взаємодії антигенів та антитіл і є показником реактивності організму, що дозволяє зробити висновок про ступінь запального процесу в ньому при наявності інфекції. Метод ґрунтується на властивостях малих концентрацій ПЕГ викликати преципітацію імунних комплексів. Проведення досліджень: досліджувану сироватку крові розводили у співвідношенні 1:2 боратним буфером. Для цього в чисту пробірку вносили дозатором 0,3 мл сироватки крові та 0,6 мл боратного буферу. З цього розведення вносили дозатором по 0,3 мл у 2 пробірки: дослідну – 2,7 мл 4 % ПЕГ і контрольну – з 2,7 мл боратного буфера. Вміст пробірок ретельно перемішували і інкубували протягом 1 год. при кімнатній температурі з наступним вимірюванням проб в КФК-3 у кюветі об'ємом 10 см³. Оптичну щільність розчинів у кожній серії вимірювали задовжиною хвилі 450 нм. Розрахунок проводили за формулою:

$$P = (P_o - P_k) \times (P_d - P_b),$$

де:

Р_о – відсоток світлопропускання дослідного зразка;

Р_к – відсоток світлопропускання контрольного зразка;

Р_д – відсоток світлопропускання 4 % ПЕГ;

Р_б – відсоток світлопропускання боратного буферу;

Р – підсумковий результат проби у відсотках світлопропускання або в одиницях оптичної щільності.

Одержаний за формулою результат виражають в одиницях оптичної щільності. При множенні цього показника на 1000 отримують вміст імунних комплексів у 100 мл сироватки крові.

Для дослідження *фагоцитарної активності* використовували гепаринізовану кров, яку вносили у пробірки в об'ємі 0,2 мл. До кожної

пробірки мікропіпеткою додавали стандартизовану суспензію добової культури *Escherichia coli* штаму ВКМ-125 у концентрації 2×10^9 клітин/мл. Вміст пробірок ретельно перемішували і витримували на водяній бані при температурі 37 °С протягом 30 хвилин. Після інкубації зразки наносили на предметні скельця для приготування мазків, які висушували на повітрі, фіксували та фарбували за методом Романовського-Гімза. У кожному мазку під мікроскопом підраховували 100 нейтрофілів. Фагоцитарну активність (ФА) визначали як відсоток нейтрофілів, що поглинали мікроорганізми, серед 100 підрахованих клітин.

Активність ферменту *глутатіонпероксидази* (ГПО) визначали за швидкістю окиснення глутатіону (GSH) у присутності гідропероксиду третинного бутилу. Метод ґрунтується на кольоровій реакції з 5,5'-дітіобіс(2-нітробензойною) кислотою (ДТНБК), в результаті якої утворюється тіонітрофенільний аніон (ТНФА). Кількість ТНФА є прямо пропорційною до концентрації SH-груп, що вступили в реакцію з ДТНБК. Для аналізу 0,1 мл гемолізату еритроцитів інкубували з 0,8 мл інкубаційного середовища, приготовленого на основі 0,1 М трис-НСl буфера (рН 8,5), який містив 6 мМ ЕДТА, 12 мМ NaN₃ і 4,8 мМ GSH. Суміш витримували протягом 10 хвилин при температурі 37 °С на водяній бані, після чого додавали 0,07 мл 20 мМ розчину гідропероксиду третинного бутилу. Інкубацію продовжували ще 5 хвилин. Для зупинки реакції додавали 0,4 мл 10% розчину трихлороцтової кислоти. Проби центрифугували протягом 10 хвилин при 7000 об/хв з метою видалення осаду білків. До 0,1 мл отриманого супернатанту додавали 5 мл трис-НСl буфера та 0,1 мл реактиву Елмана (ДТНБК). Через 5 хвилин вимірювали оптичну густину при довжині хвилі 412 нм у кюветі з довжиною шляху 1 см відносно контрольного зразка з водою.

Активність глутатіонпероксидази виражали в наномолях окисненого GSH на міліграм білка за одну хвилину (нмоль GSH/мг білка/хв).

Методика визначення *активності супероксиддисмутази* (СОД) ґрунтується на здатності ферменту інгібувати відновлення нітротетразолій

синього (НТТБ) супероксидними радикалами. Ступінь інгібування відображає активність СОД у досліджуваному зразку. До пробірки вносили: 0,1 мл гомогенату, 0,1 мл дистильованої води, 0,05 мл хлороформу, 0,1 мл етанолу та 60 мг калію дигідрофосфату. Суміш ретельно перемішували та центрифугували при 6000 об/хв протягом 30 хвилин. До нових пробірок відбирали 0,05 мл отриманого супернатанту та додавали 0,75 мл інкубаційної суміші, що містила: 37 мг ЕДТА-Na, 330 мг НТТБ, 55 мг феназину метасульфату, розчинених у 300 мл фосфатного буфера (рН 7,8), та 0,025 мл розчину відновленого НАДН. У контрольних пробах замість супернатанту додавали 0,05 мл дистильованої води. Оптичну густину розчинів вимірювали на спектрофотометрі при довжині хвилі 540 нм проти контрольного зразка.

Активність СОД визначали за калібрувальним графіком, побудованим на основі процентного інгібування відновлення НТТБ, та виражали в умовних одиницях активності ферменту (МО/мг білка).

Метод визначення *активності каталази* ґрунтується на її здатності розщеплювати пероксид водню (H_2O_2). Оцінка залишкової кількості H_2O_2 проводиться за допомогою реакції з молібдатом амонію, утворенням забарвленого комплексу та подальшим спектрофотометричним вимірюванням. У контрольну та дослідну пробірки вносили по 2 мл 0,03% розчину H_2O_2 . До контрольної пробірки додавали 1 мл 4% розчину молібдату амонію, приготовленого на 0,025 Н розчині сульфатної кислоти, для негайної зупинки реакції. У дослідну пробірку додавали 0,1 мл гомогенату та витримували при кімнатній температурі протягом 10 хвилин для проходження реакції ферментативного розщеплення H_2O_2 . Після інкубації до контрольної пробірки додавали 0,1 мл гомогенату, а до дослідної — 1 мл 4% розчину молібдату амонію, приготовленого аналогічно. Для осадження білків до обох пробірок додавали по 1 мл 0,25 Н сульфатної кислоти. Проби центрифугували при 3000 об/хв протягом 10 хвилин. Оптичну густину супернатантів вимірювали при довжині хвилі 410 нм відносно дистильованої води. Активність каталази розраховували за різницею поглинання між

контрольним і дослідним зразками та виражали в умовних одиницях або мкмоль H_2O_2 , розщепленого за одиницю часу на міліграм білка (за потреби – з використанням калібрувального графіка або стандартного коефіцієнта). Активність каталази визначали за формулою: $A = (D_{\text{контр.}} - D_{\text{досл.}}) \times 4,1 \times n / 22,2 \times C \times t \times V$, де $D_{\text{контр.}}$ – оптична густина поглинання контрольної проби; $D_{\text{досл.}}$ – оптична густина поглинання дослідної проби; 5 – розведення гомогенату (1:5); C – концентрація білка (мг); t – час інкубації (10 хв); V – об'єм гомогенату (0,1 мл) Активність каталази виражали у мкмоль $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв} \times \text{мг}$ протеїна.

Дослідження гідроперекисів ліпідів. Метод ґрунтується на спектрофотометричному вимірюванні оптичної густини продуктів реакції гідроперекисів ліпідів із тіоціанатом амонію, сіллю Мора та соляною кислотою після попередньої екстракції ліпідів етанолом. Співвідношення спирт:плазма становить 13:1. Для дослідження відбирали 0,2 мл плазми, яка містила 0,5 мг/мл оксалату натрію в 0,05 М трис- HCl буферному розчині (рН 7,4), і поміщали в центрифужну пробірку. Додавали 2,8 мл етанолу та 0,05 мл 50% розчину трихлороцтової кислоти. Суміш перемішували та центрифугували при 3000 об/хв протягом 10 хвилин для осадження білків. Отриманий супернатант — етанольний екстракт ліпідів — використовували для подальшого аналізу. Визначення гідроперекисів проводили шляхом додавання до супернатанту етанолу, концентрованої соляної кислоти, 1% розчину солі Мора та 20% розчину тіоціанату амонію. Через 10 хвилин після додавання тіоціанату амонію вимірювали оптичну густина розчину на спектрофотометрі «Spekol 220» при довжині хвилі 480 нм.

Рівень гідроперекисів ліпідів оцінювали за інтенсивністю забарвлення, пропорційною їх концентрації у зразку.

Дослідження ТБК-активних продуктів (МДА). Оцінку рівня малонового діальдегіду проводили за методом С. Н. Коробейникової (1989), який ґрунтується на утворенні кольорового комплексу між МДА та тіобарбітуровою кислотою (ТБК). У кислому середовищі та за умов

нагрівання при високій температурі малоновий діальдегід реагує з двома молекулами ТБК з утворенням стабільного тримолекулярного комплексу, інтенсивність забарвлення якого є пропорційною концентрації МДА.

Для аналізу до 0,5 мл плазми крові додавали 5,0 мл 20% розчину фосфорновольфрамової кислоти. Пробірки герметично закривали та витримували на холоді протягом 15 хвилин, після чого центрифугували при 3000 об/хв упродовж 15 хвилин. Надосадову рідину видаляли, а до осаду додавали 1,0 мл 0,8% розчину ТБК. Інкубацію проводили на водяній бані при температурі 100 °С протягом 60 хвилин. Після завершення реакції пробірки охолоджували та повторно центрифугували при 5000 об/хв протягом 10 хвилин. Оптичну густину отриманого розчину вимірювали спектрофотометрично при довжині хвиль 535 та 580 нм. Вимірювання при двох довжинах хвиль дозволяє скоригувати можливе поглинання фону, зумовлене реакціями ТБК із речовинами неліпідної природи.

Концентрацію МДА розраховували за коефіцієнтом молярної екстинкції $0,156 \text{ мкМ}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ та виражали в нмоль/мл плазми.

Методики визначення параметрів мікроклімату. У повітрі приміщення, призначеного для утримання піддослідних тварин, визначали такі показники мікроклімату: температуру, відносну вологість та концентрацію шкідливих газів.

Температуру повітря та відносну вологість вимірювали за допомогою психрометра-гігрометра ВІТ-2 (виробник: «Склоприлад», м. Київ, 1992). Прилад забезпечував точне визначення температури за сухим та вологим термометрами, що дозволяло за психрометричною таблицею визначити вологість повітря.

Концентрацію шкідливих газів — діоксиду азоту (NO_2), сірководню (H_2S), аміаку (NH_3), діоксиду вуглецю (CO_2) та метану (CH_4) — визначали електрохімічним методом із використанням багатокомпонентного газоаналізатора ДОЗОР-СМ-5 (виробник: ТОВ «Оптіма-Комплекс», м. Харків, 2018). Прилад дозволяє одночасно реєструвати концентрацію всіх

визначених компонентів повітря з виведенням показників на вмонтований рідкокристалічний дисплей із підсвічуванням. Передбачено індивідуальну світлову індикацію для кожного вимірюваного газу та загальну звукову сигналізацію при перевищенні гранично допустимих концентрацій. Налаштування режимів роботи приладу та коригування показників здійснювали через меню, яке відображалося на літерно-цифровому дисплеї.

З метою підвищення достовірності результатів, вимірювання кожного параметра проводили в п'яти точках приміщення по діагоналі на висоті 70 см від підлоги — на рівні розміщення тварин.

2.3 Статистична обробка отриманих даних

Варіаційно-статистичне опрацювання одержаних результатів дисертаційних досліджень проводили згідно методики, описаної у довіднику [66] за допомогою стандартного пакета прикладних програм Microsoft Excel з використанням t-критерію Стюдента. Розраховували середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних ($\pm m$). Різниці між середніми арифметичними значеннями вважали вірогідними за: $*P < 0,05$; $**P < 0,01$; $***P < 0,001$.

РОЗДІЛ 3

ПЕРЕБІГ ІМУННИХ І ОКИСНО-ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ В ОРГАНІЗМІ СВИНОМАТОК ЗА ПОРУШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ БІОДОБАВКАМИ

3.1 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 (CO_2) у повітрі виробничих приміщень для свиней не повинна перевищувати 0,2 % (об'ємних) або 2 л/м³; аміаку (NH_3) — 20,0 мг/м³; сірководню (H_2S) — 10,0 мг/м³. Для метану (CH_4) та діоксиду азоту (NO_2) нормативи не встановлено. Відносна вологість повітря в приміщеннях повинна становити не більше 70 %, а температура — не перевищувати 22 °С [15].

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 [134].

Проведені нами дослідження (табл. 3.3) 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 порослих свиноматок у виробничих умовах.

Таблиця 3.3

Параметри мікроклімату приміщення для утримання піддослідних свиноматок

Назва показника мікроклімату	Межі загальноприйнятих норм ВНТП–АПК–02.05	Фактичний показник
Температура, °C	22	27±1,3
Вологість повітря, %	70	75±3,5
Метан, % об	Не нормується	0,01±0,002
Оксид вуглецю (IV), % об.	0,2	0,155±0,014
Сірководень, мг/м ³	10	0,2±0,05
Аміак, мг/м ³	20	11,7±0,34
Оксид азоту, мг/м ³	Не нормується	0,1±0,010

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. 3.4)

Таблиця 3.4

**Показники мікроклімату приміщення для утримання лактуючих
свиноматок**

Назва показника мікроклімату	Межі загальноприйнятих норм ВНТП–АПК–02.05	Фактичний показник
Температура, °C	22	32±1,32
Вологість повітря, %	70	75±1,15
Метан, % об	Не нормується	0,06±0,006
Оксид вуглецю (IV), % об.	0,2	0,185±0,02
Сірководень, мг/м ³	10	0,59±0,052
Аміак, мг/м ³	20	13,5±0,47
Оксид азоту, мг/м ³	Не нормується	0,4±0,010

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 [9]. В результаті тварини демонструють зниження темпів росту та розвитку, що, у свою чергу, спричиняє значні економічні збитки у виробництві [4].

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 [43]. 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 [50].

3.2 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 [62]. 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 [2, 3].

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 [33].

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 3.3–3.4.

Як видно з отриманих результатів (рис. 3.3), 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 зростав на 13,8 % ($P<0,001$) порівняно з контролем. За одночасного застосування Вікасолу та Алкоселю цей показник зростав 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.

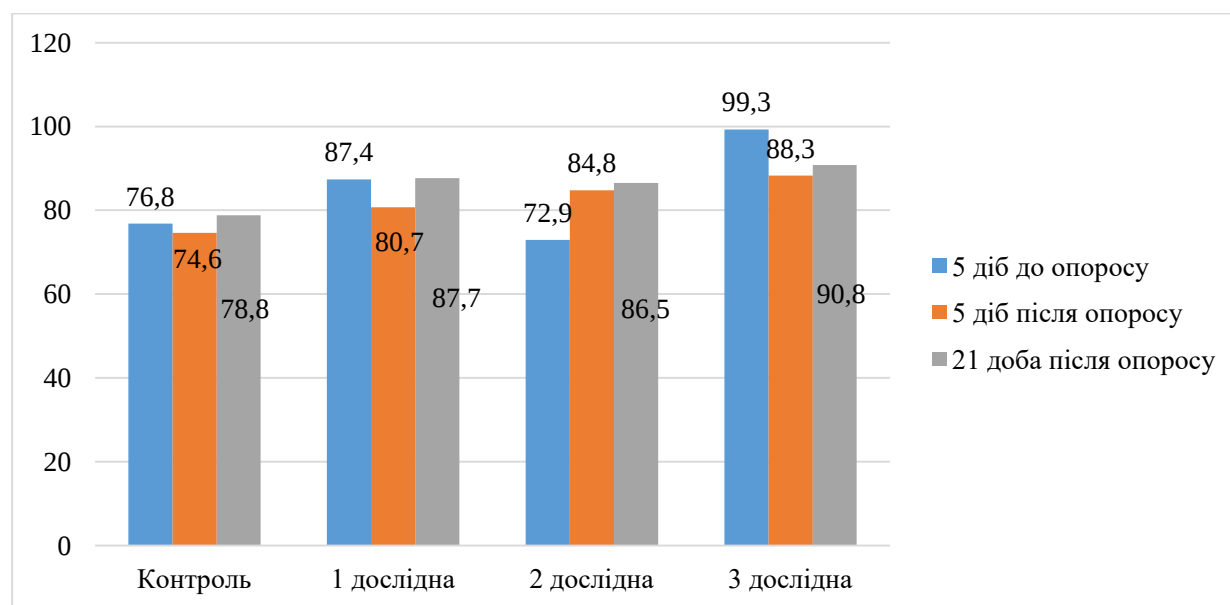


Рис.3.3 Концентрація гемоглобіну у крові свиноматок, г/л, ($M\pm m$; $n=5$)

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.

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 [132].

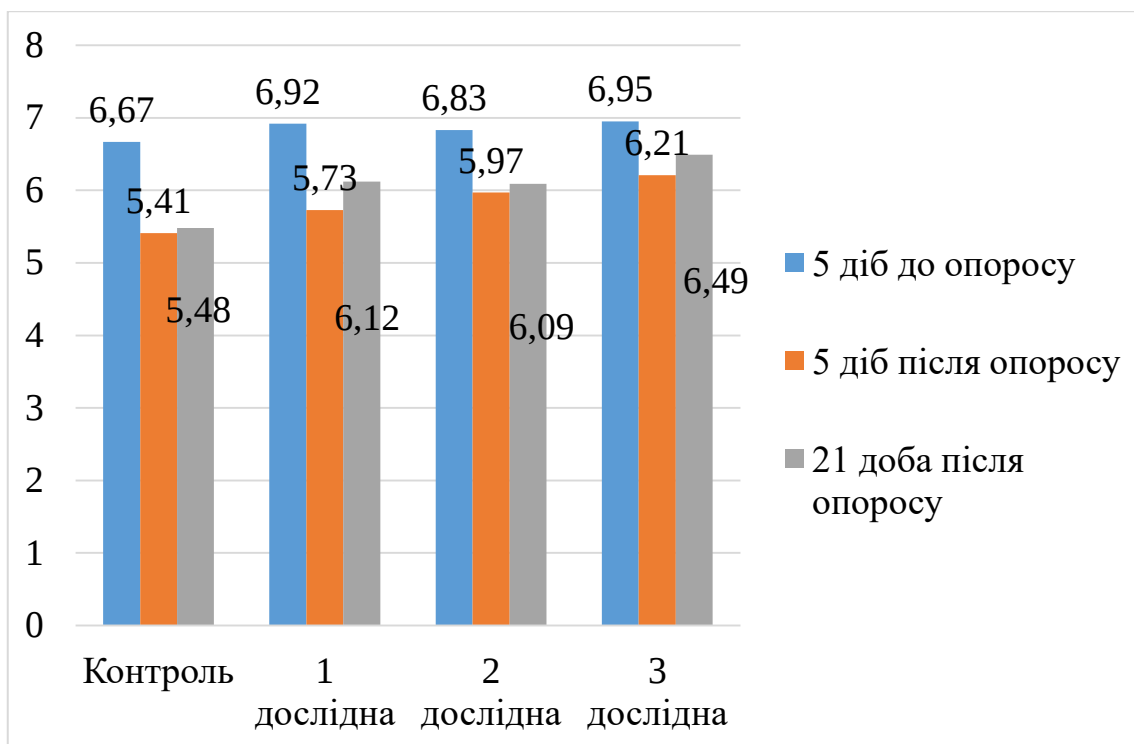


Рис. 3.4 Кількісні зміни еритроцитів крові свиноматок, г/л,
($M \pm m$; $n=5$)

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. 3.4).

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 [29].

Особливий інтерес становлять дані щодо впливу факторів мікроклімату приміщення на активність ферментів переамінування у крові піддослідних тварин (АЛТ, АСТ) [20], 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 [47].

Рівень активності АЛТ та АСТ у крові тварин відображає інтенсивність процесів переамінування амінокислот, що дає змогу оцінити стан амінокислотного та білкового обміну в організмі [53]. Визначення активності зазначених ферментів у сироватці крові є загальноприйнятим методом діагностики патологічних станів у ветеринарній медицині [62].

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. 3.5).

Подібна тенденція простежується і в післяопоросний період. 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.

Поєднане 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.

Таблиця 3.5

**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	2,98±0,09	3,22±0,16	2,82±0,16
1 дослідна	2,67±0,30 ^{***}	2,50±0,19 [*]	2,78±0,10
2 дослідна	2,43±0,23 ^{**}	2,09±0,09 ^{***}	1,96±0,13 ^{**}
3 дослідна	2,16±0,07 ^{***}	1,85±0,06 ^{***}	1,78±0,07 ^{**}
АСТ, мкмоль/год*мл			
контроль	1,26±0,03	0,98±0,06	0,98±0,06
1 дослідна	1,32±0,10	1,00±0,15	1,02±0,13
2 дослідна	1,45±0,13	1,29±0,08 ^{**}	1,34±0,10
3 дослідна	1,53±0,09 [*]	1,37±0,10 ^{**}	1,49±0,08 ^{***}

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

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 [37, 55].

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 [33].

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.

3.3 Імунологічні показники крові свиноматок за дискомфортних умов

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 [21].

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 [55].

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.

Зокрема, основним компонентом клітинного імунітету в організмі свиноматок виступають лейкоцити та їх окремі морфологічні форми, які відіграють провідну роль у реалізації захисних функцій. Крім того, лейкоцитарний профіль крові слугує інформативним маркером загальної реактивності організму [65].

Проведені дослідження показали, що згодовування Вікасолу та Алкоселю у складі комбікормової добавки до раціону свиноматок впливає на кількісні та якісні характеристики лейкоцитів крові та його окремих видів зокрема (табл. 3.6).

Згідно з аналізом отриманих результатів, 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 3.6

**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±0,08	7,4±0,18	10,4±0,18
	1 дослідна	9,6±0,19 ^{**}	7,5±0,15 [*]	10,6±0,11
	2 дослідна	10,8±0,06 ^{***}	8,4±0,14 ^{**}	10,5±0,14
	3 дослідна	10,6±0,05 ^{***}	9,7±0,21 ^{***}	10,9±0,10 ^{***}
Еозинофіли, %	контроль	2,1±0,26	2,0±0,05	2,5±0,10
	1 дослідна	2,5±0,50	2,1 ±0,23	2,8 ±0,48
	2 дослідна	2,6±0,33	2,5 ±0,50	2,7 ±0,37
	3 дослідна	2,7±0,33	2,02±0,25	2,7±0,33
Нейтрофіли паличкоядерні, %	контроль	2,0±0,31	2,0±0,2	3,8±0,20
	1 дослідна	2,3±0,33	2,5±0,50	5,0±0,10
	2 дослідна	2,5±0,50	2,7±0,4	3,5±0,16
	3 дослідна	3,03±0,33 [*]	2,2±0,5	3,2±0,21
Нейтрофіли сегментоядерні, %	контроль	26,3±1,20	31,5±1,00	32,9±2,50
	1 дослідна	28,7±2,50	34,5±2,50	33,2±1,22
	2 дослідна	29,5±0,88	36,8±2,50	37,7±1,04
	3 дослідна	30,2±1,76	37,5±1,53 [*]	39,5±2,04
Лімфоцити, %	контроль	65,9±1,46	60,9±1,50	57,7±2,50
	1 дослідна	63,4±2,00	57,4±5,00	56,5±3,75
	2 дослідна	62,8±0,80	55,9±3,50	54,6±3,07
	3 дослідна	60,6±2,53	53,7±1,15 ^{**}	51,9±2,94
Моноцити, %	контроль	2,0±0,05	2,0±0,01	2,0±0, 01
	1 дослідна	2,0±0,01	2,0±0,05	2,0±0,01
	2 дослідна	2,0±0, 01	2,05±0,01	2,05±0,05
	3 дослідна	2,00±0,10	2,00±0,01	2,05±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. (табл. 3.6).

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 [46]. Процес фагоцитозу направлений на захист та звільнення організму від навколишніх патогенів та збереження постійності внутрішнього середовища організму [50]. З огляду на це можна припустити, що рівень неспецифічного захисту організму свиноматок досить ефективно характеризується показниками фагоцитуючих клітин.

Результати дослідження (рис.3.5) фагоцитарної активності нейтрофілів вказують на те, що у контрольної та дослідних груп тварин цей показник був у межах фізіологічної норми. Так, у поросних 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.

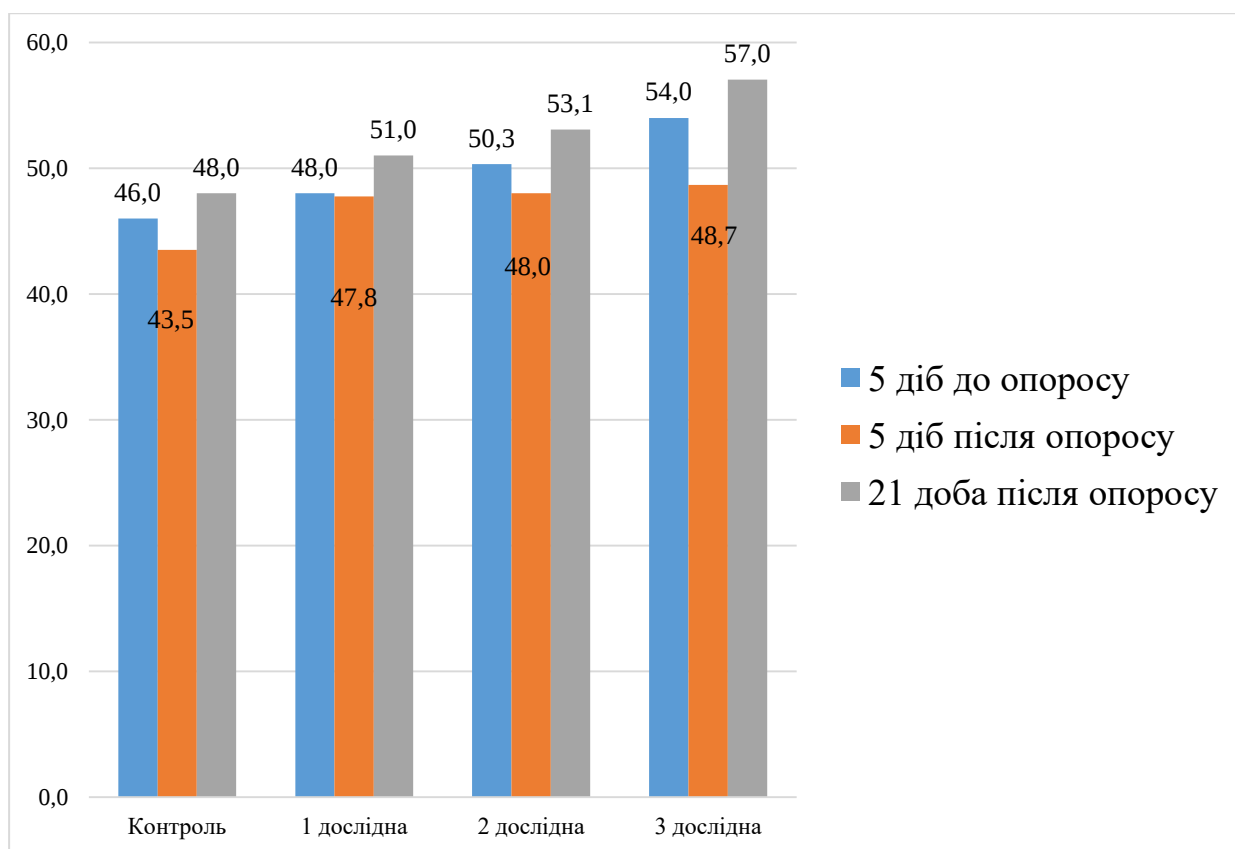


Рис. 3.5 Фагоцитарна активність нейтрофілів крові свиноматок, %, (M±m; n=5)

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 [89]. Вони містяться у різних біологічних рідинах, а значна їх кількість знаходиться у крові тварин [51]. Ці фактори володіють антимікробними властивостями, а також мають здатність активувати інші гуморальні та клітинні механізми імунного захисту [53].

Імуноглобуліни, або антитіла, представляють собою групу глікопротеїнів, які персистують у периферичній крові та біологічних рідинах. Вони мають здатність взаємодіяти з антигенами і таким чином викликати нейтралізацію останніх. Ця реакція супроводжується утворенням імунних комплексів антиген – антитіло, які деякий час циркулюють у крові [55].

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. [3].

Коливання вмісту загального протеїну у крові свиноматок різних фізіологічних груп за впливу параметрів мікроклімату та використання у раціонах годівлі біодобавок наведено в табл. 3.7

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 й після опоросу. 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

Таблиця 3.7

**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	75,92 $\pm$ 1,24	78,00 $\pm$ 1,10	80,09 $\pm$ 1,34
	1 дослідна	76,70 $\pm$ 1,81	78,42 $\pm$ 1,41	81,63 $\pm$ 1,33
	2 дослідна	78,77 $\pm$ 1,80	79,23 $\pm$ 1,08	82,12 $\pm$ 1,00
	3 дослідна	82,61 $\pm$ 1,57*	81,19 $\pm$ 1,23	83,04 $\pm$ 1,31
Альбуміни, %	контроль	44,6 $\pm$ 0,73	44,45 $\pm$ 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	45,87 $\pm$ 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

Підвищення концентрації альбумінової фракції, яка є основою пластичного матеріалу м'язової тканини у свиноматок спостерігається протягом усього дослідного періоду і у всіх групах з 1,1 до 1,5 рази відносно контролю, що обумовлює збільшення у них значення білкового індексу (рис.3.6), підвищення якого свідчить про більш високу ефективність білкового обміну в організмі цих тварин.

Поряд зі змінами пластичних процесів в організмі поросних свиноматок спостерігається підвищення концентрації глобулінів та їх фракцій у сироватці крові —білків, що забезпечують гуморальний захист від інфекцій. Зокрема, зростання рівня саме γ -глобулінів у період поросності є адаптивною реакцією, спрямованою на підготовку організму до лактації, коли з молозивом виділяється значна кількість імунних протеїнів, необхідних для формування пасивного імунітету та підвищення виживаності поросят [63].

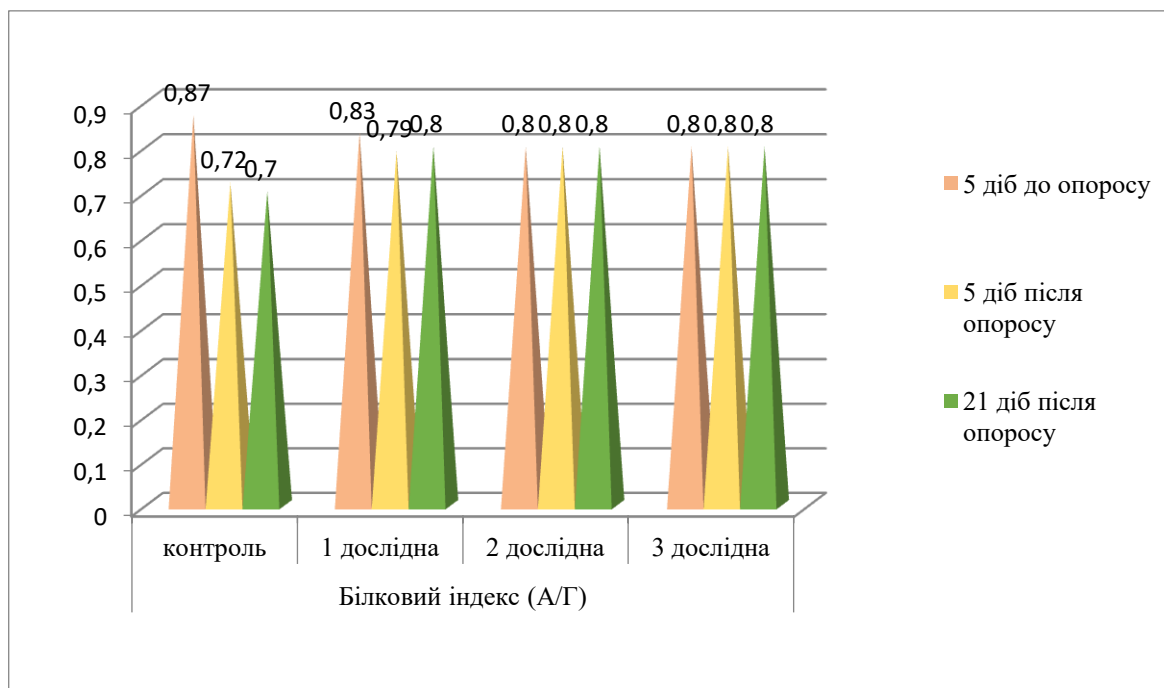


Рис. 3.6 Показники білкового індексу в організмі свиноматок протягом дослідного періоду.

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 [50].

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 [19]. 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 [92].

Лізоцим – базисний фермент, який відіграє важливу роль у неспецифічному захисті організму від різних інфекцій. [92].

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 [196]. 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

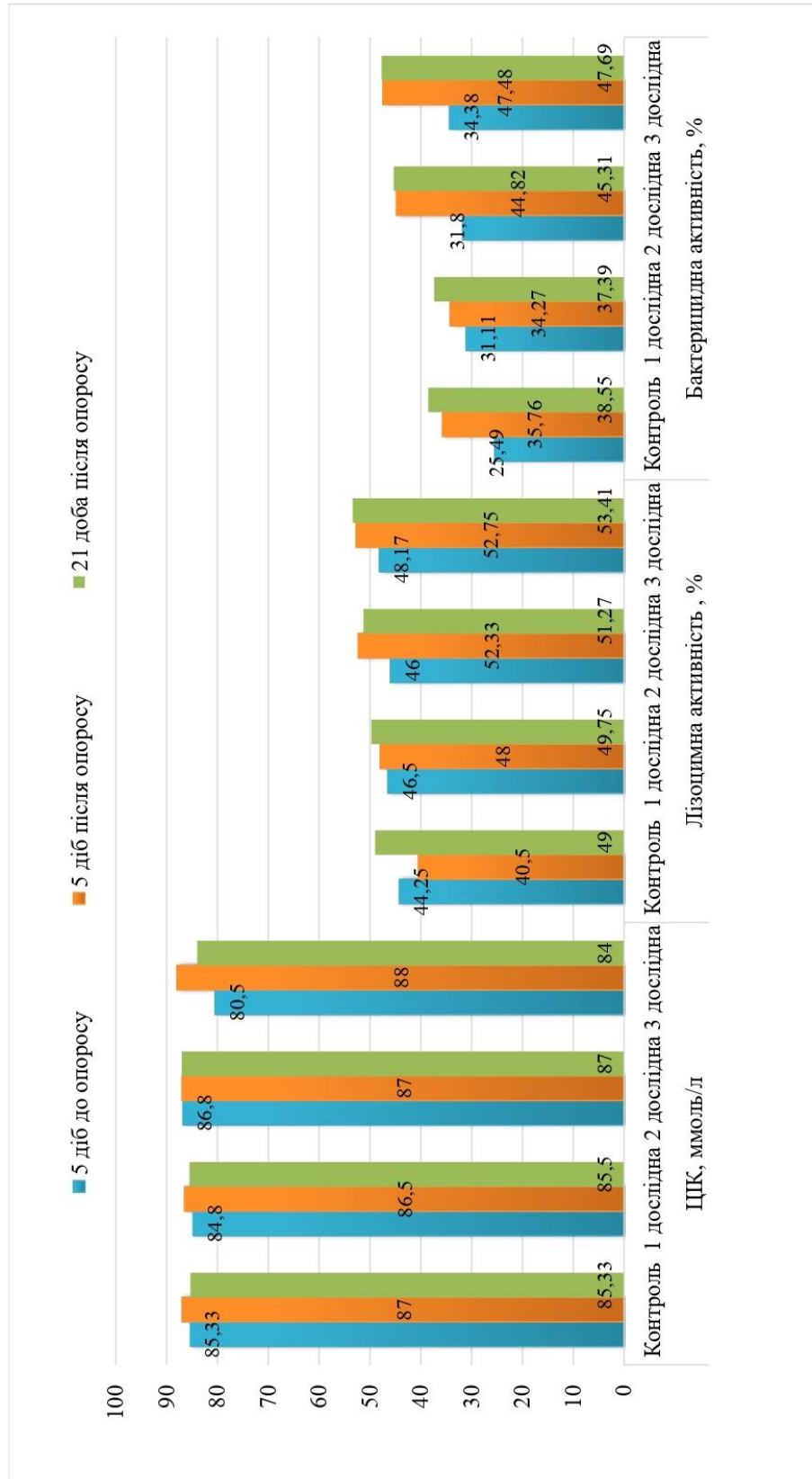
мембрани, підвищуючи її проникність для інших антимікробних агентів, включаючи фармакологічні речовини. Окрім того, лізоцим виявляє антимікробну та антивірусну активність у межах клітин крові — гранулоцитів, моноцитів і макрофагів, де він міститься у вигляді внутрішньоклітинних гранул [27].

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 [21]. 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 [55].

Визначення вмісту ЦІК у сироватці крові має важливе значення для оцінки перебігу метаболічних процесів, алергічних реакцій III типу та імунного статусу організму тварин [80]. 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 (рис. 3.7).

Рис. 3.7 Зміни вмісту гуморальних факторів природної резистенції свиноматок, ($M \pm m$; $n=5$)



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.

3.4 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 [34, 35]. Проведені нами дослідження (табл. 3.12–3.13) 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 [35, 63].

Отримані дані (табл. 3.8.) показують, що при згодовуванні вітамінного препарату Вікасол, оксидопротектора Алкосель та їх суміші у досліджуваних дозах суттєво впливає на вміст продуктів пероксидного окислення ліпідів.

Таблиця 3.8

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

Показник	Група тварин	5 дів до опоросу	5 дів після опоросу	21 доба після опоросу
Гідропер- оксиди од.Е 480/мл	контроль	1,02±0,04	2,12±0,06	1,91 ±0,12
	1 дослідна	0,8±0,04**	2±0,07	1,86±0,08
	2 дослідна	0,92±0,01*	2,05±0,07	1,80±0,05
	3 дослідна	0,68±0,02***	1,73±0,05***	1,55±0,15
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	контроль	1,69±0,03	1,89±0,07	1,53±0,15
	1 дослідна	1,75±0,03	1,66±0,11	1,32±0,15
	2 дослідна	1,52±0,04**	1,54 ±0,16	1,27±0,14
	3 дослідна	1,21±0,04***	1,31±0,16***	1,19±0,12
Малоновий діальдегід нмоль/мл	контроль	2,18±0,03	2,54±0,13	2,32±0,18
	1 дослідна	1,96±0,05**	2,13±0,09*	1,98±0,04
	2 дослідна	1,59±0,03***	2,33±0,09	1,54±0,14**
	3 дослідна	1,38±0,03***	2,07±0,03**	1,86±0,09*

Результати наших досліджень показують, що згодовування вітамінного препарату Вікасол і оксидопротектора Алкосель та їх суміші у досліджуваних дозах суттєво впливає на вміст продуктів перексидного 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 поросних 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 % ($P < 0,05$).

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 (KAT), та підвищенням рівня

продуктів ПОЛ на що вказують результати й інших дослідників [24, 31, 38]. 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 CAT — на 2,5 %; 2,04 % та 6,12 % ($P<0,05$) відносно контролю.

Таблиця 3.9

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

Групи тварин	5 діб до опоросу	5 діб після опоросу	21 доба після опоросу
Каталаза (CAT) мкмоль/хв*мг протеїну			
контроль	1,96±0,03	2,1±0,06	2,06±0,17
1 дослідна	2,01±0,04	2,24±0,08	2,14±0,06
2 дослідна	2,00±0,05	2,65±0,09***	2,41±0,06
3 дослідна	2,08±0,03*	2,61±0,14**	2,54±0,04*
Супероксиддисмутаза SOD, МО/ 1мг протеїну			
контроль	1,93±0,01	1,9±0,17	2,05±0,07
1 дослідна	2,00±0,02**	2,0±0,06	2,12±0,09
2 дослідна	2,09±0,03***	2,04±0,09	2,18±0,06
3 дослідна	2,23±0,07***	2,19±0,10	2,27±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

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. 3.9).

Як показують проведені дослідження, свідченням стану оксидативного 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 поросних 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.

3.5 Продуктивні якості свиноматок

Враховуючи глобальні кліматичні зміни, що зумовлюють істотне та тривале підвищення температури повітря в літній період, а також високу чутливість свиней до теплового стресу, на тлі стрімкого розвитку галузі та технологічного прогресу постає дедалі більше актуальних питань, які потребують подальшого вивчення та вдосконалення як існуючих рішень, так і впровадження нових методів і заходів у виробничий процес [87].

Що стосується продуктивних якостей свиноматок (табл. 3.10), то в процесі проведення досліджень встановлено, що середня кількість новонароджених поросят на одну свиноматку становила: у першій дослідній групі — 8,8 голови, у другій — 9,7, у третій — 10,9. У контрольній групі цей показник був на рівні 8 поросят, що на 10,0 %, 21,25 % і 36,2 % ($P < 0,05$) менше порівняно з першою, другою та третьою дослідними групами відповідно.

Таблиця 3.10

Продуктивні якості свиноматок за дискомфортних умов, ($M \pm m$; $n=5$)

Показник	Контрольна група	Перша дослідна	Друга дослідна	Третя дослідна
Багатоплідність, гол	$8 \pm 0,73$	$8,8 \pm 0,75$	$9,7 \pm 0,75$	$10,9 \pm 0,71^*$
Великоплідність, кг	$1,2 \pm 0,13$	$1,2 \pm 0,21$	$1,29 \pm 0,07$	$1,31 \pm 0,15$
Маса гнізда поросят при народженні, кг.	$9,6 \pm 0,55$	$10,7 \pm 0,8$	$12,5 \pm 0,54^{**}$	$14,3 \pm 0,49^{***}$
Кількість поросят при відлученні, гол.	$7,1 \pm 0,81$	$8,2 \pm 0,75$	$9,0 \pm 0,81$	$10,4 \pm 0,58^{**}$
Середня маса 1 поросяти при відлученні, кг	$6,2 \pm 0,28$	$6,9 \pm 0,44$	$7,01 \pm 0,49$	$7,4 \pm 0,40^*$
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	$44,0 \pm 3,9$	$56,6 \pm 4,86$	$63,1 \pm 5,22^*$	$76,9 \pm 5,27^{***}$
Збереженість, %	$88,8 \pm 4,12$	$93,2 \pm 6,9$	$92,3 \pm 3,47$	$95,4 \pm 5,78$

За таких показників народжуваності маса гнізда при народженні становила: у першій групі — 10,7 кг, у другій — 12,5 кг, у третій — 14,3 кг. Ці значення перевищували відповідний показник контрольної групи на 11,5 %, 30,2 % ($P < 0,01$) та 48,9 % ($P < 0,001$) відповідно.

Водночас кількість поросят при відлученні у дослідних групах перевищувала контрольний показник на 15,5 %, 26,7 % та 46,5 % ($P < 0,01$) відповідно. Маса гнізда при відлученні становила 56,6 кг у першій дослідній групі, 63,1 кг — у другій, та 76,9 кг — у третій, що суттєво більше порівняно з контролем.

Найвищу збереженість поросят до 28-добового віку спостерігали у групі, яка отримувала суміш біодобавок Вікасолу та Алкоселю — 95,4 %. У групі, де до раціону вводили лише Вікасол, збереженість становила 93,2 %, а при використанні лише Алкоселю — 92,3 %.

Такі результати свідчать про те, що ці препарати стимулюють процеси обміну і засвоєння поживних речовин з корму та підвищують стійкість організму до різного роду захворювань в умовах порушення параметрів мікроклімату.

Висновок до розділу 3

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.

Публікації

1. **Dmytrotsa A. I.** Hematological indicators and activity of transaminases in the blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2), с.153 – 163. DOI: [10.32636/01308521.2022-\(72\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-2-9).

2. **А. І. Дмитроца**. Активність ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок залежно від мікроклімату приміщень. *Вісник аграрної науки* 2023, № 9 (846). С. 82 – 86. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-10>.

3. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк, О. Я. Клим, Ю. А. Висоцька**. 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](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-13).

4. **Дмитроца А. І.** Особливості антиоксидантної дії вікасолу за використання його добавок у раціонах годівлі поросних свиноматок. Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни», с. Оброшине, 10 листопада 2022 р. с.35-37.

5. **А. Дмитроца, С. Вовк**. Зміни активності ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Василя Юхимовича ШАВКУНА 18–19 травня 2023 року, м. Львів, Україна, с. 57. DOI: [10.15407/animbiol25.02](https://doi.org/10.15407/animbiol25.02).

6. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк**. Гематологічні показники і активність амінотрансфераз у крові свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. Матеріали міжнародної наукової

конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування» 27-28 квітня 2023 р., Харків, 2023, с. 228

7. **А. І. Дмитроца**, С. О. Вовк, Я. Я. Ковальчук. Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту в організмі порослих свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» присвяченої 100-річному ювілею ректора С. В. Стояновського*, 25-26 травня 2023 р., ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, Львів, 2023 р., с. 18.

8. **А. І. Дмитроца**. Амінотрансферазна активність крові свиноматок та її корекція оксидопротекторами за порушення параметрів мікроклімату приміщень. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом»* (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024, с. 32-34.

РОЗДІЛ 4

АКТИВНІСТЬ ІМУННОЇ Й АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМ У ПОРОСЯТ РАНЬОГО ВІКУ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ БІОДОБАВКАМИ ЗА ПОРУШЕННЯ УМОВ УТРИМАННЯ

4.1 Оцінка параметрів мікроклімату приміщень, де утримувалися поросята раннього віку.

Поросята суттєво відрізняються від інших видів сільськогосподарських тварин тим, що народжуються з мінімальним жировим прошарком, без щетини та з недосконалою системою терморегуляції. Це зумовлює швидке зниження температури їхнього тіла після народження, що, у свою чергу, може призводити до переохолодження, порушення функцій внутрішніх органів і систем [26].

Уже через 30 хвилин після народження температура тіла поросят знижується на 2–3 °С, а за несприятливих температурних умов у приміщенні — ще на 3–4 °С. Тому забезпечення оптимального теплового режиму в зоні перебування поросят-сисунів має вирішальне значення для їхнього виживання. Рекомендовані температурні показники становлять: у перший тиждень життя — 28–30 °С, у другий — 26–28 °С, третій — 24–20 °С, а в четвертий — 22–18 °С.

Як показують результати проведених нами досліджень в ДП ДГ «Радехівське» умови утримання поросят раннього віку частково відповідають тим вимогам, які ставляться для утримання поросят (табл.4.11).

Таблиця 4.11

**Параметри мікроклімату в приміщенні, де утримувалися поросята
раннього віку**

Назва показника мікроклімату	Межі загальноприйнятих норм ВНТП–АПК–02.05	Фактичний показник
Температура, °С	33	32±1,32
Вологість повітря, %	60	75±1,15
Метан, % об	Не нормується	0,06±0,006
Оксид вуглецю (IV), % об.	0,2	0,185±0,02
Сірководень, мг/м ³	10	0,59±0,052
Аміак, мг/м ³	20	13,5±0,47
Оксид азоту, мг/м ³	Не нормується	0,4±0,010

Так температура повітря протягом дослідного періоду була в межах норми і становила 32 °С, відносна вологість не відповідала вимогам і була вищою на 25 %, а вміст шкочинних газів хоч і був в межах норми, однак мав незначний вплив на просят контрольної групи. Вони були в’ялі, споживали багато води і з неохотою споживали молоко а пізніше і престартерний корм. Однак, використання біодобавок в раціоні свиноматок, а пізніше й престартерному кормі, позитивно позначалося на здоров’ї та поведінці поросят. Вони були жваві, з охотою перші 5 діб споживали молозиво, а пізніше й молоко, і в подальшому при згодовуванні сухого корму з біодобавками в них підвищувався інтерес до корму, гарантуючи тим самим ефективність прикорму.

4.2 Формування клітинної та гуморальної ланок імунітету в поросят раннього віку за впливу параметрів мікроклімату.

У свинарстві критичним етапом для новонароджених поросят є період ранньої постнатальної адаптації. У цей час відбувається становлення основних фізіологічних функцій, перехід на автономне дихання, транзиторна втрата маси тіла, виникнення гормональної перебудови. Інтенсивний ріст і функціонування органів супроводжується посиленням дихання та активним надходженням і поглинанням кисню [2].

Організм новонароджених поросят характеризується низкою фізіологічних особливостей: функціонально незрілою травною системою (зокрема, у шлунку відсутня соляна кислота, що позбавляє його бактерицидних властивостей), повною відсутністю імуноглобулінів у крові (власна продукція яких розпочинається лише на 7-й день життя), дефіцитом В-систем імунітету, низькою активністю клітинної ланки імунної відповіді, а також браком заліза.

Колостральний імунітет, який забезпечується материнськими антитілами, зберігається до 20–21 дня життя. Після цього починає формуватися власна імунна відповідь, тому всі захисні речовини в перші тижні поросята отримують виключно з молозивом і молоком матері [1, 8].

Ці процеси супроводжуються численними стресовими чинниками: температурними коливаннями зовнішнього середовища, нестачею заліза, недорозвиненістю шлунково-кишкового тракту, переходом на молозиво, а згодом — на першартерні корми, перегрупованням тварин і їх відлученням від свиноматок. Особливо стресогенним є різке зниження рівня колострального імунітету, що збігається з початком формування активного імунного захисту [74]. Стрес, пов'язаний із відлученням поросят, зниженням імунітету, зменшенням темпів росту, а також зі зважуванням, переміщенням у нові групи, зміною режиму годівлі та складу корму — значно впливає на фізіологічний стан молодняку.

Що стосується імунного статусу, то синтез власних антитіл у поросят до 4-тижневого віку відбувається на низькому рівні. Повного розвитку імунна система досягає у віці 1,5–3 місяців. Така фізіологічно зумовлена імунна незрілість може спричиняти імунодефіцитні стани у період постнатального онтогенезу [76].

Як свідчать результати численних досліджень, кров відзначається відносною стабільністю (гомеостазом), проте під впливом різноманітних зовнішніх і внутрішніх чинників її морфологічний та біохімічний склад може змінюватися. Серед основних факторів, що впливають на показники крові, найважливішими є вік тварин і умови їх утримання.

Враховуючи вищесказане, дослідження були спрямовані на вивчення механізму формування клітинної та гуморальної ланок імунітету за впливу параметрів мікроклімату приміщень, а також можливості їх корекції біодобавками.

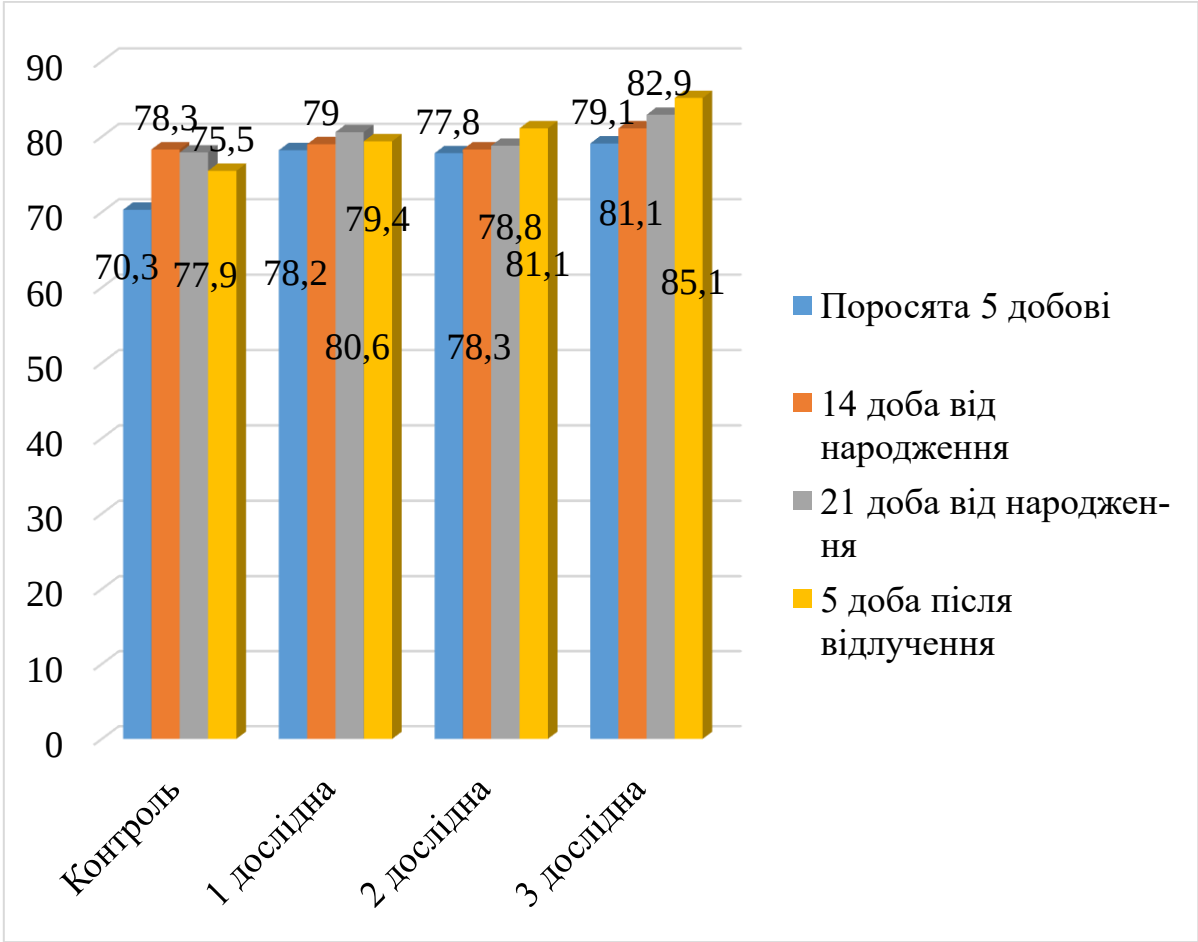


Рис.4.8 Вміст гемоглобіну у крові поросят, г/л, (M±m; n=10)

Проведені нами дослідження показали, що за невідповідних нормативам параметрів мікроклімату та віку змінюється й склад крові поросят (рис 4.8). Так, у другій групі, вміст гемоглобіну в крові поросят на 5 добу вірогідно збільшувався на 10,7 % ($P<0,001$), на 14 добу в третій групі – 3,6 % ($P<0,01$), на 21 добу в першій груп – на 3,5 % ($P<0,01$) і третій групі на 6,4 % ($P<0,001$), а на 5 добу після відлучення в другій групі на 7,47 % ($P<0,05$) та третій групі на 12,8 % ($P<0,01$).

З наведених даних на рис 4.9. бачимо, що з віком у крові поросят контрольної групи поступово збільшувались й кількість еритроцитів.

Встановлено також, що на 5 добу після народження кількість еритроцитів у крові поросят становила 4 г/л, а на 5 добу після відлучення цей показник зріс у 1,3 рази і становив 5,2 г/л. Введення біодобавок до престартерного комбікорму поросят вірогідно збільшує кількість еритроцитів у крові на 14 добу у першій групі – на 12,5 % ($P<0,01$); другій – на 17,2 % ($P<0,01$), третій – на 24,1 % ($P<0,01$), а на 21 добу у третій групі – на 17,5 % ($P<0,01$).

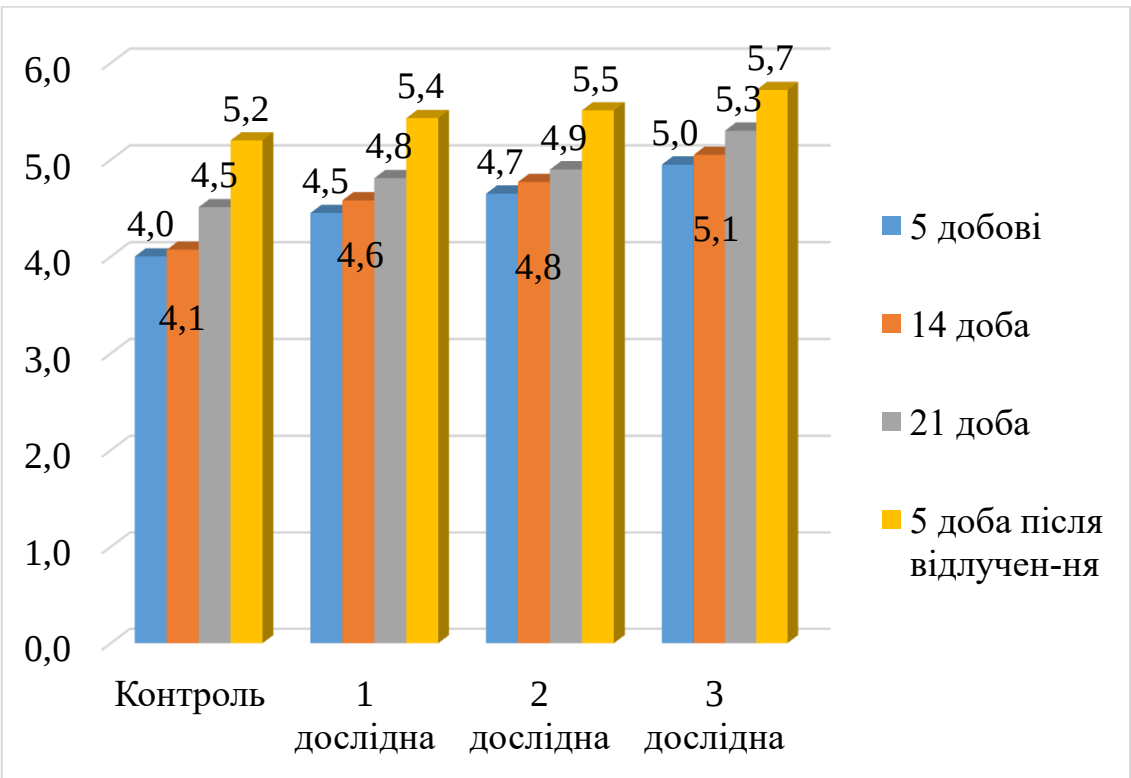


Рис.4.9 Кількість еритроцитів у крові поросят, г/л, ($M\pm m$; $n=10$)

Отримані дані щодо підвищення рівня гемоглобіну та збільшення кількості еритроцитів свідчать про активацію гемопоетичної функції кісткового мозку, а також про зростання інтенсивності окисно-відновних процесів у тканинах поросят під впливом біодобавок.

Серед клітинних факторів неспецифічного захисту організму від інфекцій провідну роль відіграють лейкоцити та їх фагоцитарна активність, яка забезпечує першу лінію оборони проти патогенних агентів і становить основу природженого (вродженого) імунітету (табл. 4.12, рис 4.10) [8, 21]. За використання з престартерним кормом біодобавок у крові поросят спостерігається зростання кількості лейкоцитів на 5 добу підсисного періоду з 3,1 % до 13,8 %; на 14 добу – з 5 % на 8,8 % ($P < 0,05$) та 22,1 % ($P < 0,05$); на 21 добу – з 6,3 % до 8,9 % ($P < 0,05$) та на 5 добу після відлучення – з 5,9 % до 10,6 % ($P < 0,01$) відносно контролю.

Аналізуючи лейкограму крові поросят (табл. 4.12) встановлено також, що під дією добавок Вікасолу та Алкоселю вірогідно збільшується кількість сегментоядерних нейтрофілів у крові поросят усіх груп. Зокрема, на 5 добу від народження цей показник зростає відносно контрольної групи з 1,8 % до 2,3 % ($P < 0,001$); на 14 добу – з 1,8 % ($P < 0,05$) до 2,0 % ($P < 0,001$); на 21 добу – з 3,8 % ($P < 0,001$) до 4,7 % ($P < 0,001$) і після відлучення – з 4,5 % ($P < 0,05$) до 5,0 % ($P < 0,05$).

Дещо інша тенденція спостерігається з вмістом у крові поросят лімфоцитів. Тут ми спостерігали високий вміст лімфоцитів у тварин контрольної групи протягом усього дослідного періоду. Однак при використанні у раціоні поросят біодобавок виявлено вірогідне зниження до меж фізіологічної норми їхньої чисельності, у крові поросят другої дослідної групи на 5 добу підсисного періоду на 3,2 % ($P < 0,01$) і третьої – на 4,5 % ($P < 0,01$) відносно контрольної групи. На 14 добу спостерігалось теж зниження цього показника, однак воно не було вірогідним. На 21 добу та 5 добу після відлучення вірогідне зниження кількості лімфоцитів було зафіксовано у тварин другої та третьої дослідних груп на 2,6 % та 3,8 % ($P < 0,001$) і 6,2 – 8,7 % ($P < 0,001$) відповідно.

Таблиця 4.12

**Кількість лейкоцитів і співвідношення їх окремих видів у крові
поросят, ($M \pm m$; $n=10$)**

Групи тварин	Поросята, вік			5 доба після відлучення
	5 добові	14 доба	21 доба	
Лейкоцити, г/л				
контроль	6,5±0,12	6,8±0,22	7,9±0,25	8,6±0,20
1 дослідна	6,7±0,11	7,14±0,21	8,4±0,24	9,0±0,08
2 дослідна	7,1±0,18	7,4±0,18*	8,5±0,23	9,01±0,19
3 дослідна	7,4±0,43	8,30±0,43**	8,6±0,21*	9,4±0,12**
Базофіли, %				
контроль	0,98±0,6	1,1±0,05	1,00±0,03	1,1±0,02
1 дослідна	1,0±0,05	1,1±0,04	1,2±0,05	1,2±0,05
2 дослідна	1,1±0,05	1,1±0,05	1,1±0,07	1,2±0,07
3 дослідна	1,1±0,07	1,2±0,06	1,1±0,05	1,1±0,06
Еозинофіли, %				
контроль	2,5±0,14	2,62±0,15	2,9±0,27	2,50±0,29
1 дослідна	2,3±0,12	2,2±0,16	2,3±0,16	2,0±0,3
2 дослідна	2,3±0,09	2,15±0,19	2,2±0,28	2,0±0,58
3 дослідна	2,20±0,12	2,23±0,39	2,3±0,17	2,25±0,25
Нейтрофіли паличкоядерні, %				
контроль	1,19±0,08	1,33±0,06	1,50±0,50	1,43±0,34
1 дослідна	1,38±0,13	1,67±0,33	2,00±0,03	1,57±0,5
2 дослідна	1,50±0,37	2,00±0,57	2,50±0,52	2,66±0,88
3 дослідна	2,0±0,09***	2,12±0,06***	2,22±0,05	2,50±0,96
Нейтрофіли сегментоядерні, %				
контроль	29,8±0,17	29,78±0,27	28,9±9,72	29,0±2,08
1 дослідна	31,6±0,25***	29,6±0,23	28,7±0,76	31,3±1,38
2 дослідна	31,8±0,23***	31,6±0,23*	32,7±0,45***	33,5±0,33*
3 дослідна	32,1±0,21***	32,0±0,21***	33,7±0,13***	34,0±1,15*
Лімфоцити, %				
контроль	63,9±0,45	61,4±0,66	62,1 ±0,26	62,7 ±0,45
1 дослідна	61,4±1,23	60,6±0,58	61,8±1,29	65,9±1,23
2 дослідна	60,7±0,88**	59,6±0,88	59,5±0,22***	58,6±0,66***
3 дослідна	59,4±1,29**	58,4±1,29	58,3±0,45***	57,3±0,85***
Моноцити, %				
контроль	1,0±0,05	1,1±0,04	1,1±0,04	1,3±0,33
1 дослідна	1,2±0,13	1,3±0,13	1,3±0,12	1,2±0,14
2 дослідна	1,2±0,25	1,2±0,12	1,1±0,1	1,4±0,1
3 дослідна	1,3±0,22	1,3±0,1	1,2±0,1	1,2±0,13

Одним із важливих показників клітинного природного імунітету є здатність нейтрофільних гранулоцитів до фагоцитозу. Нами встановлено, що у крові тварин третьої дослідної групи спостерігається вірогідне підвищення цього показника на 8,7 % ($P<0,001$) на 5 добу після народження. У інші дослідні періоди фагоцитарна активність лише зростає. Так на 14 добу активність гранулоцитів до фагоцитозу у крові поросят відносно показників контрольних тварин зростає з 0,7 % до 3,0 %, на 21 добу підсисного періоду – з 1,7 % до 3 % і на 5 добу після відлучення – на 1,5 – 6,7 %.

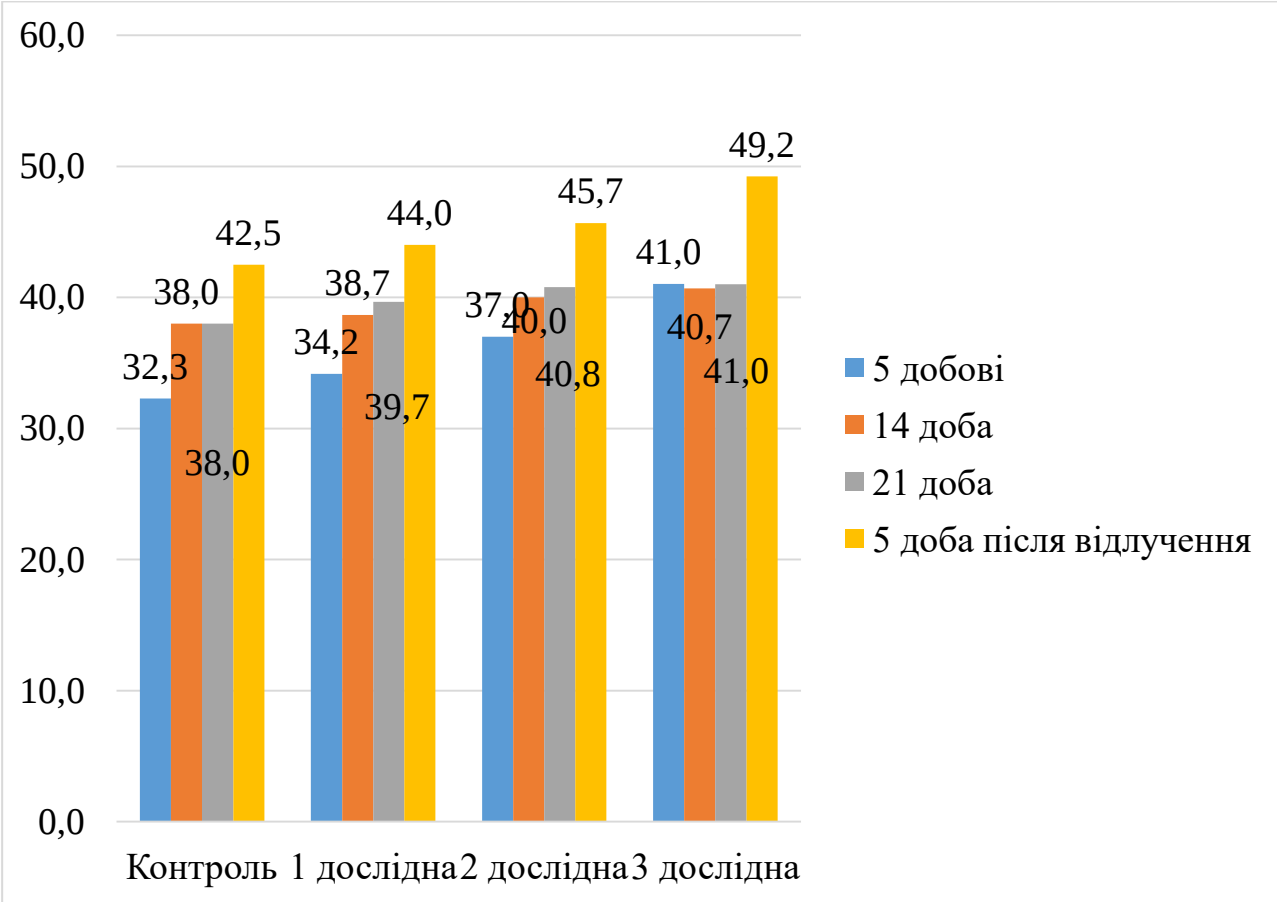


Рис. 4.10 Фагоцитарна активність нейтрофілів крові поросят, %, ($M\pm m$; $n=10$)

Встановлені вищі показники фагоцитарної активності нейтрофільних гранулоцитів, підвищена кількість сегментоядерних нейтрофілів у лейкоформулі, а також зростання загальної кількості лейкоцитів у крові поросят дослідних груп порівняно з контролем, свідчать про позитивний вплив застосованих біодобавок на формування неспецифічного захисту організму новонароджених тварин [27, 39].

Для більш детальної характеристики імунобіологічного статусу організму поросят важливе значення має дослідження та оцінка протеїнового складу сироватки крові та його фракції. Особлива цінність визначення захисних білків, зокрема γ -глобулінів полягає в тому, що їх концентрація корелює зі стійкістю новонароджених тварин проти інфекційних захворювань, які можуть бути у повітрі приміщення, де утримуються поросята [40, 45].

Результати досліджень показали, що вміст загального протеїну в сироватці крові поросят всіх груп з віком збільшувався (табл. 4.13). Аналіз даних таблиці свідчить про те, що введення нами біодобавок вплинуло на зміни вмісту загального протеїну в сироватці крові поросят, в порівнянні з тваринами контрольних груп у різні вікові періоди.

Нами встановлено, що додавання до престартерного комбікорму поросят Вікасолу підвищує вміст загального протеїну у крові, хоч і не вірогідного, з 49,5 г/л на 5 добу після народження до 60,9 г/л на 5 добу після відлучення відносно контролю. Введення Алкоселю до складу комбікорму також вірогідно підвищує вміст протеїну у крові на 5 добу після народження поросят на 6,9 % ($P < 0,05$) та 21 добу – на 24,4 % ($P < 0,05$) відносно контролю. Застосування суміші обох препаратів у складі комбікорму вірогідно збільшує вміст загального протеїну у сироватці крові 5-добових поросят та на 5 добу після їх відлучення і становить 8,8 % ($P < 0,05$) та 10,5 % ($P < 0,01$) відповідно відносно контролю.

Дослідження білкових фракцій має важливе значення, оскільки дозволяє виявити наявність патологічних процесів в організмі.

Альбуміни є найбільш рухомою фракцією білків плазми крові та слугують індикатором білкового обміну в організмі тварин. Вони відіграють ключову роль у транспорті різних сполук, зокрема токсичних речовин, забезпечуючи їх зв'язування і транспортування. Завдяки цій властивості альбуміни сприяють зменшенню токсичного навантаження, запобігаючи швидкому зростанню концентрації шкідливих речовин у крові.

Таблиця 4.13

**Вміст загального протеїну та його фракцій у крові поросят,
(M±m; n=10)**

Групи тварин	Поросята, вік			5 доба після відлучення
	5 добові	14 доба	21 доба	
Загальний білок, г-л				
контроль	47,6±2,45	49,6±2,40	56,61 ±1,82	58,5 ±0,96
1 дослідна	49,5±1,42	51,7±1,92	59,29 ±1,78	60,9±2,06
2 дослідна	50,9±1,82	53,9±1,62	61,7±1,51 [*]	62,11±2,35
3 дослідна	51,8±1,55 [*]	52,8±1,95	62,9±2,1	64,63±1,42 ^{**}
Альбуміни, %				
контроль	47,6±0,92	48,9±0,95	49,2±1,01	50,3±0,93
1 дослідна	47,8±0,68	50,3±0,98	49,5±1,15	51,7±1,03
2 дослідна	47,9±1,01	51,6±1,12	50,9±0,71	52,0±0,82
3 дослідна	48,0±1,15	49,4±1,06	52,5±0,9 [*]	53,5±0,87 [*]
Глобуліни, %				
контроль	50,7±1,15	49,4±1,5	49,0±1,28	48,1±1,05
1 дослідна	50,5±1,03	49,7±1,93	49,0±1,14	48,1±1,12
2 дослідна	52,1±1,15	50,3±1,22	49,9±1,31	48,7±1,15
3 дослідна	52,0±1,08	49,9±1,08	48,2±1,7	47,1±1,03
α-глобуліни, %				
контроль	12,6±0,62	12,4±0,92	12,5±0,93	12,6±1,01
1 дослідна	12,8±0,77	13,2±0,77	12,8±0,49	12,9±0,54
2 дослідна	13,9±0,64	13,1±0,84	13,7±0,66	13,6±0,72
3 дослідна	14,0±0,21	13,9±0,41	12,8±0,96	12,8±0,63
β-глобуліни, %				
контроль	14,2±0,96	14,5±0,96	14,7±0,77	14,9±0,63
1 дослідна	14,3±0,59	14,7±0,65	14,9±0,66	14,7±0,37
2 дослідна	14,5±0,81	14,6±0,84	14,8±0,74	14,8±0,64
3 дослідна	15,0±0,64	14,3±0,68	14,7±0,74	14,7±0,8
γ-глобуліни, %				
контроль	23,9±0,82	22,5±0,42	21,8±0,56	20,6±0,63
1 дослідна	23,4±0,87	21,8±0,87	21,3±0,78	20,5±0,73
2 дослідна	23,7±0,51	22,6±0,91	21,4±0,66	20,3±0,72
3 дослідна	23,0±0,75	22,1±0,85	20,7±0,8	19,6±0,79

При дослідження альбумінової фракції спостерігається її зростання з віком тварин, як у контрольній групі. При додаванні Вікасолу до престартерного комбікорму вміст альбумінів у крові тварин протягом дослідного періоду зріс у 3,9 раза; за введення Алкоселю – 4,1 рази, а за

сумісного їхнього застосування – у 5,5 рази ($P < 0,05$) відносно тварин контрольної групи. Такі зміни у всіх дослідних групах можна пояснити тим, що під впливом вказаних добавок знову ж таки посилюються анаболічні процеси в організмі поросят, що тим самим збільшує потребу у транспортуванні різних попередників макроструктур до органів та тканин організму, а як відомо основною функцією альбумінів є саме транспортна [222].

Основні фракції глобулінів крові поділяються на α -, β - та γ -глобуліни. α -, і β --глобуліни синтезуються в паренхіматозних клітинах печінки, тоді як γ -глобуліни утворюються переважно у клітинах селезінки та лімфатичних вузлів. Нашими дослідженнями встановлено, що рівень α - і β - глобулінів у сироватці крові дослідних груп тварин протягом дослідного періоду у порівняно з контролем підвищувався, що в цілому вказує на належний функціональний стан гепатоцитів печінки, які їх синтезують.

Відносно змін вмісту γ -глобулінів у крові, які являють собою імуноглобуліни (антитіла), то нами встановлено у тварин контрольної групи вміст γ -глобулінів становив 23,9 %, що пояснюється надходженням імуноглобулінів з молозивом. Однак до кінця досліджень прослідковується поступове зниження як у контрольній групі так і в дослідних. Зміни у вмісті окремих фракцій протеїнів у сироватці крові поросят, імовірно, пов'язані з напруженням обмінних процесів в організмі. На концентрацію протеїнів, зокрема γ -глобулінів, істотно впливає надходження імунних білків із молозивом свиноматки. Відомо, що зі збільшенням часу після опоросу змінюється склад молозива, зокрема зменшується вміст γ -глобулінів. Крім того, на білковий спектр сироватки крові впливають і корми, які на цьому етапі вже активно споживаються поросятами.

Рівень гуморальної імунної відповіді організму також відображає поява циркулюючих імунних комплексів, утворення яких є фізіологічним механізмом захисту від чужорідних антигенів. Відхилення рівня цих комплексів у крові від нормативних показників — як у бік підвищення, так і

зниження — може свідчити про напруження імунної системи, що, у свою чергу, здатне спричинити розвиток низки патологічних станів [32].

Аналізуючи дані рис 4.11 бачимо, що вміст ЦІК у крові поросят протягом дослідного періоду змінюється але не виходить за межі фізіологічної норми (50-90 ммоль/л). Нами встановлено, що введення до складу престартерного комбікормом біодобавок, у відсотковому відношенні, вірогідно підвищує вміст ЦІК на 5 добу у першій групі на 8,4 % ($P<0,001$), у другій – на 10,6 % ($P<0,001$) та третій – на 22,5 % ($P<0,05$) відносно контролю. В той час як на 21 добу підсисного періоду рівень ЦІК у крові поросят знижується у першій групі на 9,1 % ($P<0,05$), другій - на 1,7 % ($P<0,01$) та третій – на 7,9 % ($P<0,05$) відносно контрольної групи тварин. Про те вже на 5 добу після відлучення вміст цього комплексу у крові поросят зростає, хоч і не вірогідно, відносно контрольної групи тварин.

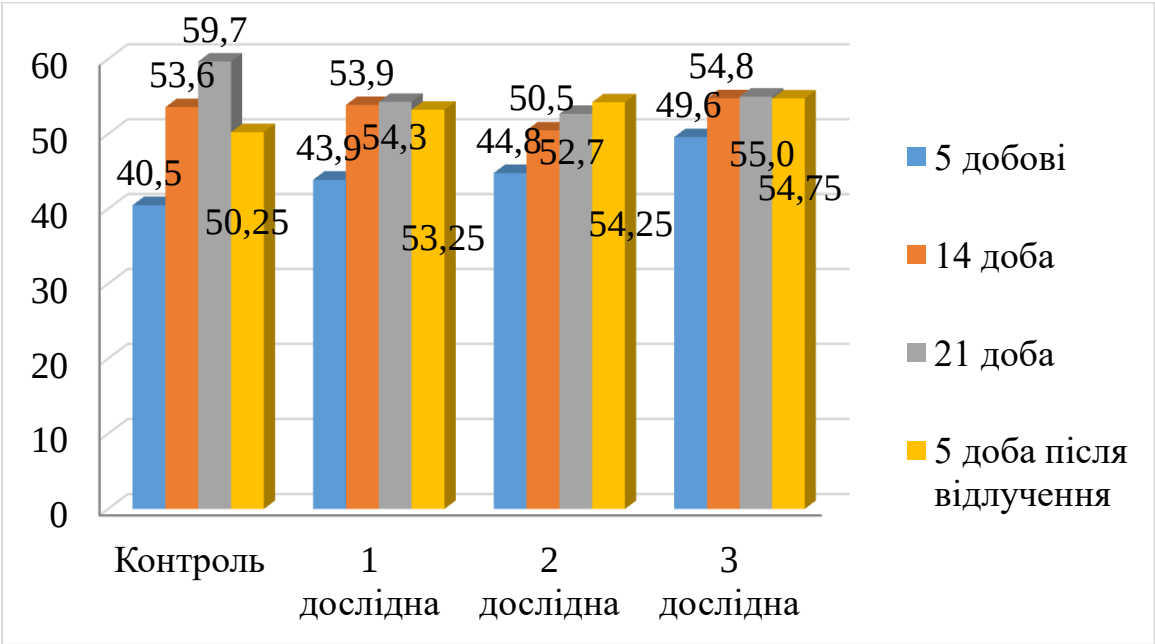


Рис. 4.11 Вміст ЦІК у крові поросят, ($M\pm m$; $n=10$)

Лізоцим є важливим компонентом системи імунного захисту, що забезпечує розщеплення полісахаридів клітинної стінки мікроорганізмів і сприяє активації неспецифічних факторів імунітету [46].

Як показують результати досліджень, лізоцимна активність (ЛАСК) сироватки крові поросят як контрольної так і дослідних груп

протягом дослідного періоду дещо зростала, проте знаходилася в межах фізіологічної норми. За додавання до престартерного корму біодобавки Алкоселю (друга дослідна група) в означених дозах рівень ЛАСК у крові 5-ти добових поросят зростає на 4,5 % ($P<0,05$), на 14 добу – 4,8 % ($P<0,05$) і лише на 3,5 % ($P<0,05$) після відлучення порівняно до тварин контрольних груп. За добавки до комбікорму суміші обох препаратів спостерігається така ж тенденція протягом дослідного періоду. Зокрема рівень ЛАСК на 5 добу зростає на 5,9 % ($P<0,05$), на 14 добу – 6,0 % ($P<0,05$), 21 добу – 6,4 % ($P<0,05$) і після відлучення – на 6,8 % ($P<0,01$) відносно тварин контрольної групи.

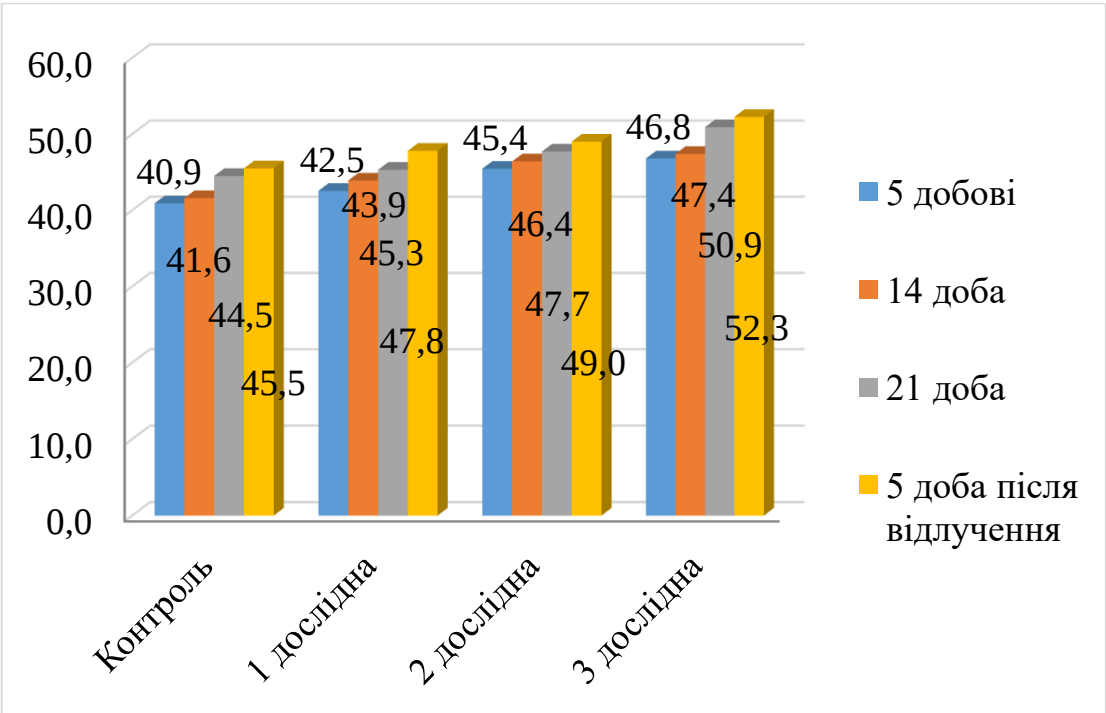


Рис.4.12 Лізоцимна активність у крові поросят, ($M\pm m$; $n=10$)

Крім вищезазначених показників, стан гуморальної ланки природної резистентності організму більш повно характеризує також бактерицидна активність сироватки крові (БАСК), яка визначається здатністю сироватки пригнічувати ріст та розмноження мікроорганізмів.

Аналізуючи дані рис. 4.13 бачимо, що БАСК у крові дослідних поросят з віком зростають, тобто зростає природна здатності крові до самоочищення від мікроорганізмів. Так при додаванні до престартерного комбікорму

досліджуваних біодобавок вірогідно підвищується БАСК протягом дослідного періоду, зокрема у другій групі з 6,1 % до 10,3 % ($P<0,05-0,01$) відносно контрольної групи тварин. Найвищі показники БАСК відносно контролю виявлено у тварин третьої дослідної групи. Зокрема на 5 добу БАСК була вищою на 7,0 % ($P<0,01$), на 14 добу – на 9,0 % ($P<0,001$), 21 добу – на 10,3 % ($P<0,01$) а на 5 добу після відлучення – на 10,5 % ($P<0,001$) відносно контролю, що свідчить про синергізм дії сумісного використання біодобавок у раціоні на вказаний показник.

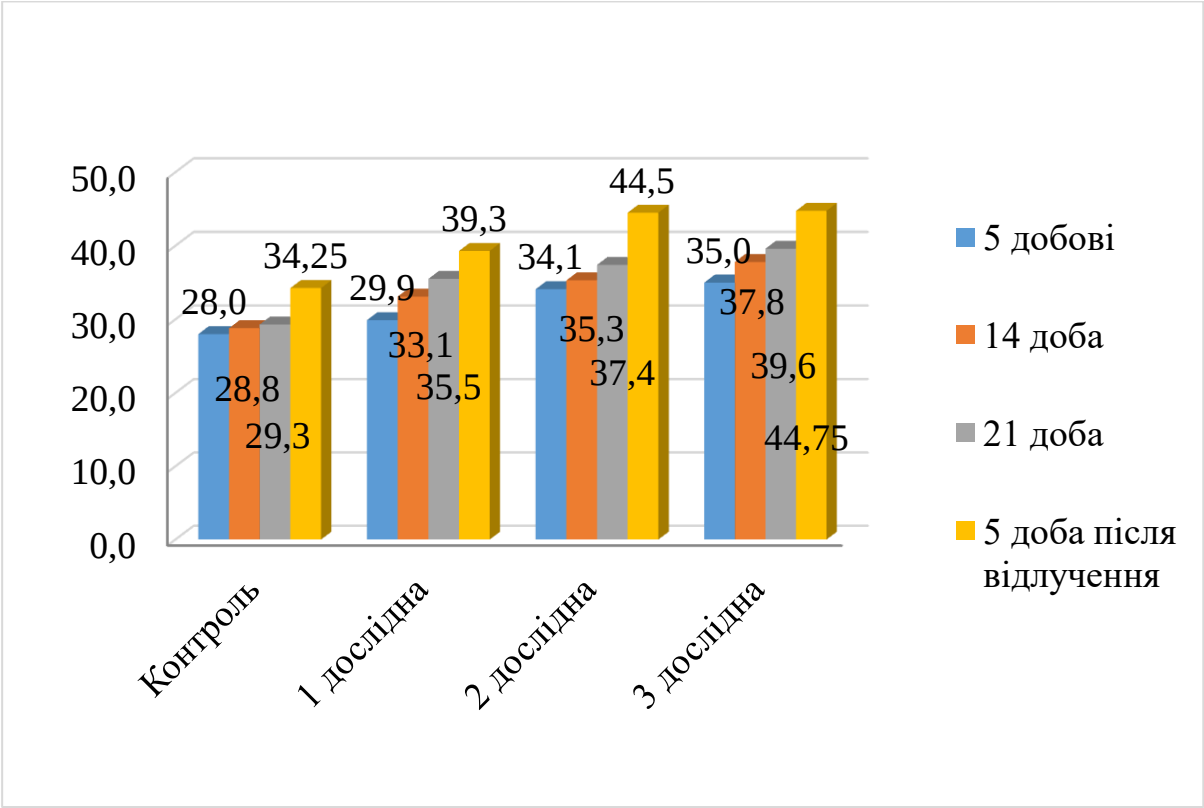


Рис.4.13. Бактерицидна активність у крові поросят, ($M\pm m$; $n=10$)

Отже, як видно з результатів дослідження добавки Вікасолу та Алкоселю, а також їх поєднання позитивно впливають на формування імунної системи поросят під впливом навколишнього середовища і мікроклімату приміщення зокрема. Так під дією вище згаданих добавок у поросят мобілізуються усі складові імунної системи, а саме клітинна та гуморальна ланки, у відповідь на стрес, що зазнають тварини.

4.3 Стан антиоксидантної системи поросят під впливом параметрів мікроклімату приміщень.

Для оптимального перебігу фізіологічних процесів в організмі тварин в різні періоди життя, особливо на ранніх стадіях розвитку, є стан регулювання процесів адаптації як на клітинному так і на мембранному рівнях. Зокрема дослідження перебігу метаболічних процесів в організмі поросят в ранньому віці має особливе значення, оскільки саме від інтенсивності метаболічної модифікації клітинних мембран залежить їх здатність до перебудови в мінливих умовах зовнішнього середовища та, відповідно, функціональний стан органів і систем [48].

До основних регуляторних систем організму тварин належить антиоксидантна система захисту (АСЗ), яка контролює рівень вільних радикалів та пероксидних сполук, що утворюються під час біохімічних процесів за участю активних форм кисню. АСЗ запобігає розвитку неконтрольованих окислювальних реакцій, зокрема перекисного окислення ліпідів (ПОЛ). З метою підвищення ефективності АСЗ у поросят раннього віку застосовуються різноманітні препарати, до складу яких входять селен, вітаміни та інші біологічно активні сполуки [64].

Зважаючи на це вивчався вплив біодобавок Вікасол та Алкосель на процеси пероксидного окиснення ліпідів і систему антиоксидантного захисту в організмі поросят за умов порушення параметрів мікроклімату.

Як свідчать одержані результати (табл. 4.14) у перші доби життя та протягом всього дослідного періоду у крові поросят контрольних груп спостерігається досить високий вміст первинних і вторинних продуктів ПОЛ, зокрема гідропероксидів ліпідів та малонового діальдегіду, що свідчить про інтенсифікацію процесів пероксидного окислення ліпідів. Додавання до престартерного комбікорму поросят біодобавок вірогідно знижує вміст гідропероксидів на 5 добу у першій групі на 9,7 % ($P < 0,05$), другій - на 0,8 % ($P < 0,05$), і третій – на 24,2 % ($P < 0,05$) відносно контролю. Така ж тенденція прослідковується і на 5 добу після відлучення, зокрема у другій групі

спостерігається зниження вмісту гідропероксидів на 36 % (P<0,05), а в третій – на 48 % (P<0,01) відносно контролю.

Таблиця 4.14

**Показники рівня пероксидного окислення ліпідів у крові поросят,
(M±m; n=10)**

Групи тварин	Поросята, вік			5 доба після відлучення
	5 доба	14 доба	21 доба	
Гідроперокси́ди од.Е 480/мл				
контроль	1,24±0,08	1,14±0,08	1,00±0,09	1,00±0,09
1 дослідна	1,12±0,06*	1,10±0,06	0,97,±0,12	0,86±0,13
2 дослідна	1,23±0,09*	1,13±0,09	0,78±0,08	0,64±0,12*
3 дослідна	0,94±0,07*	1,00±0,07	0,89±0,11	0,52±0,1**
Дієнові кон'югати, мкмоль/л				
контроль	2,75±0,22	2,34±0,11	1,75±0,22	1,51±0,12
1 дослідна	2,27±0,14	2,12±0,16	1,58±0,14	1,36±0,15
2 дослідна	1,87±0,18**	2,04±0,14	1,64±0,18	1,44±0,17
3 дослідна	1,95±0,11**	1,64±0,17**	1,45±0,11	1,45±0,16
Малоновий діальдегі́д нмоль/мл				
контроль	2,84±0,11	2,74±0,11	2,45±0,18	2,20±0,18
1 дослідна	2,59±0,18	2,52±0,08	2,34±0,11	2,14±0,16
2 дослідна	2,47±0,16	2,48±0,16*	2,17±0,14	2,05±0,14
3 дослідна	2,51±0,16	2,36±0,16	2,25±0,16	1,99±0,16

Відомо, що дієнові кон'югати (ДК), які утворюються внаслідок міграції подвійних зв'язків у поліненасичених жирних кислотах, є первинними продуктами перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) і належать до токсичних метаболітів. Вони здатні пошкоджувати ліпопротеїни, білки, ферменти та нуклеїнові кислоти [61]. Вміст дієнових кон'югатів у крові поросят контрольної групи протягом дослідного періоду був в межах фізіологічної норми і коливався від 2,75 мкмоль/л до 1,51 мкмоль/л. В той час у дослідній групі поросят які отримували з престартерним кормом добавки Алкосель на 5 добу від народження, цей показник вірогідно знизився на 30 % (P<0,01), а за використання суміші Вікасолу та Алкоселю – на 30,9 % (P< 0,01) і 29,9 % (P<0,01) на 14 добу відносно контролю.

Стосовно кінцевого продукту ПОЛ – малонового діальдегіду (МДА) то

найвища його концентрація спостерігається у контрольній групі тварин 2,20-2,84 нмоль/мл протягом усього дослідного періоду. Добавки до комбікорму поросят Вікасолу, хоч не вірогідно, однак знижують концентрацію МДА з 8,8 % (5 доба від народження) до 2,7 % (5 доба після відлучення) відносно контролю. Такаж тенденція спостерігається й у інших дослідних групах. Так на 14 добу при додаванні Алкоселю до престартерного корму тварин концентрація малонового діальдегіду вірогідно знижується на 9,5 % ($P < 0,05$), а з 5 доби і після відлучення з 13 % до 6,8 %. Однак при використанні суміші обох препаратів спостерігаємо найвищий відсоток зменшення, хоч і не вірогідне, концентрації малонового діальдегіду у крові поросят з 11,6 % до 9,5 % відносно контрольної групи тварин.

Враховуючи високу чутливість до різного роду стресів, які виникають при порушенні умов утримання, недостатньо збалансованому раціоні годівлі просят виникає необхідність використання біологічно активних добавок, які б підвищували опірність молодого організму. Свідченням того, що поросята саме перебувають у стані оксидативного стресу є низька активність ензимів антиоксидантної системи у контрольних групах у критичні періоди життя. Так на 5 і 21 доби життя у поросят контрольної групи спостерігається низька активність SOD і CAT, що є підтвердженням недостатньо сформованої антиоксидантної системи в тварин у період ранньої постнатальної адаптації (5-добовий вік), а також низького її рівня під час переходу на самостійне живлення у зв'язку з припиненням молокоутворення в свиноматок (21-добовий вік) [73, 75]. (табл. 4.15).

Проте за використання біодобавок у дослідних групах поросят спостерігаються зміни у активності означених ензимів. Зокрема, у першій дослідній групі у 5-, 14- добових поросят та після відлучення спостерігалася знижена активність CAT відносно контрольної групи (пояснити). Про те у другій і третій групах відносно контролю цей показник зріс з 2,7 % до 14,5 % та 0,5 % до 11,9 % відповідно. Схожа тенденція спостерігалася й щодо активності SOD. Так на 5 добу активність цього ензиму зростає у всіх групах з 4,8 % до 9,1 %, на 14 добу – з 11,1 % до 20,9 %, на 21 добу – з 5,3 % до 16,9

% і на 5 добу після відлучення активність зросла з 4,8 % до 23,2 %. Відносно контролю.

Таблиця 4.15

**Активність ензимів антиоксидантної системи в крові поросят,
(M±m; n=10)**

Показник	Групи тварин	Поросята, вік			5 доба після відлучення
		5 добові	14 доба	21 доба	
Каталаза CAT мкмоль/хв*мг протеїну	контроль	1,81±0,19	1,97±0,19	1,93 ±0,09	2,23±0,04
	1	1,77±0,13	1,81±0,13	2,1±0,12	2,03±0,10
	2	2,05±0,08	2,15±0,18	2,21±0,11	2,29±0,11
	3	1,90±0,11	1,98±0,11	2,16±0,1	2,31±0,07
Супероксид- десмутаза SOD, МО/ 1мг протеїну	контроль	2,3±0,14	2,53±0,14	2,65±0,19	2,71±0,14
	1	2,41±0,09	2,7±0,09	2,79±0,09	2,84±0,16
	2	2,42±0,19	2,87±0,11	3,2±0,19	3,25±0,23
	3	2,51±0,16	2,94±0,15	3,1±0,16	3,34±0,18*
Глутатіон- пероксидаза GPO, мкмоль/хв*мг протеїну	контроль	0,26±0,06	0,28±0,06	0,36±0,06	0,39±0,04
	1	0,27±0,07	0,31±0,07	0,37±0,05	0,47±0,04
	2	0,30±0,04	0,34±0,04	0,47±0,04	0,5±0,05
	3	0,31±0,07	0,33±0,07	0,51±0,08	0,52±0,03

Додатковим підтвердженням наявності оксидативного стресу у поросят є знижена активність глутатіонпероксидази, що спостерігалася у тварин контрольних груп. Цей ензим відіграє важливу роль у захисті організму від окиснювального ушкодження, каталізуючи відновлення пероксидів ліпідів до відповідних спиртів, а також пероксиду водню — до води. Структурно глутатіонпероксидаза є селеновмісним глікопротеїном.

Аналізуючи дані таблиці 4.15 бачимо, що упродовж усього періоду підвищується активність глутатіонпероксидази GPO у крові тварин, які отримували з престартерним кормом добавки Вікасолу і Алкосель як окремо

так і сумісно, порівняно до поросят, які не отримували вказані біодобавки.

Отже, отримані результати свідчать про антиоксидантну дію досліджуваних добавок як при їх окремому застосуванні, так і в поєднанні. Зазначені препарати виконують функцію донорів електронів для вільних радикалів, відновлюючи їх і перетворюючи на нейтральні молекули. Це дозволяє перервати ланцюгові вільнорадикальні реакції та знизити концентрацію продуктів пероксидного окислення ліпідів в організмі поросят [224, 225].

4.4 Інтенсивність росту і розвитку поросят за дискомфортних умов мікроклімату

Порівняно з іншими виробничими групами свиней, поросята мають специфічні біологічні особливості, які необхідно враховувати в практичній діяльності. Зокрема, у них спостерігається прискорений метаболізм і високий рівень обміну речовин та енергії. Протягом короткого періоду життя (до 21–26-го дня) в організмі поросят відбуваються інтенсивні зміни, завдяки яким вони швидко ростуть і розвиваються, що обумовлює підвищену потребу у надходженні поживних речовин. Уже впродовж перших 10 днів життя жива маса поросят збільшується майже в 2–2,5 раза, за 30 днів — у 6–8 разів, а за 60 днів — у 16–22 рази й більше [95].

Поросята є особливо чутливими до впливу несприятливих чинників навколишнього середовища, які можуть спричиняти захворювання органів дихання, травлення та інших систем організму. Це, у свою чергу, призводить до зниження загальної резистентності, уповільнення росту та розвитку тварин, а в окремих випадках — до їх загибелі [97].

Незалежно від того, яку технологію виробництва свинини впроваджено у господарстві, система вирощування поросят залишається одним із ключових технологічних процесів, що визначає кінцеві економічні результати всієї галузі. Основним індикатором росту й розвитку поросят є їх жива маса. Згідно з даними досліджень інших науковців [87], поросята добре

ростуть і розвиваються за умови, якщо при народженні жива маса однієї особини становить 1,2–1,5 кг; у 30-денному віці — 7,5–9,0 кг, а у 60-денному — 17,0–20,0 кг і більше [220].

Ефективність вирощування поросят значною мірою залежить і від строків їх відлучення. За даними досліджень інших вчених [240], у племінному свинарстві для отримання високоякісного молодняку відлучення рекомендується проводити не раніше ніж у двомісячному віці. У користувальному свинарстві допускається більш раннє відлучення — у віці шести тижнів [17]. Водночас останніми роками, завдяки стрімкому розвитку хімічної та комбікормової промисловості, стало можливим створення збалансованих кормових сумішей, збагачених амінокислотами, вітамінами, мінеральними речовинами, а також добавками у вигляді антибіотиків, ферментів та інших біологічно активних компонентів. Це дозволяє ефективно вирощувати поросят, відлучених навіть у 3–4-тижневому віці, а іноді й раніше [22].

Враховуючи наведене вище, наші дослідження були проведені в контексті з'ясування впливу біодобавок на інтенсивність росту поросят за умов порушення мікроклімату приміщення, де вони утримувалися.

Нами встановлено (рис 14), що за використання Вікасолу та Алкоселю як окремо так і в поєднанні у складі комбікорму, підвищуються абсолютні, середньодобові та відносні прирости живої маси тварин ($P < 0,01-0,001$).

Аналізуючи продуктивні показники поросят, слід зазначити, що сумісне використання Вікасолу та Алкоселю в раціонах, істотно підвищує їхні абсолютні, середньодобові та відносні прирости живої маси. Так у тварин третьої групи на момент відлучення абсолютний приріст живої маси становив 6,28 кг, що на 21,9 % ($P < 0,01$) вище ніж в контрольній групі, середньодобовий – 223,8 г (21,7 %) ($P < 0,05$), а відносний – 106,5 % (42,3 %) ($P < 0,01$) відповідно.

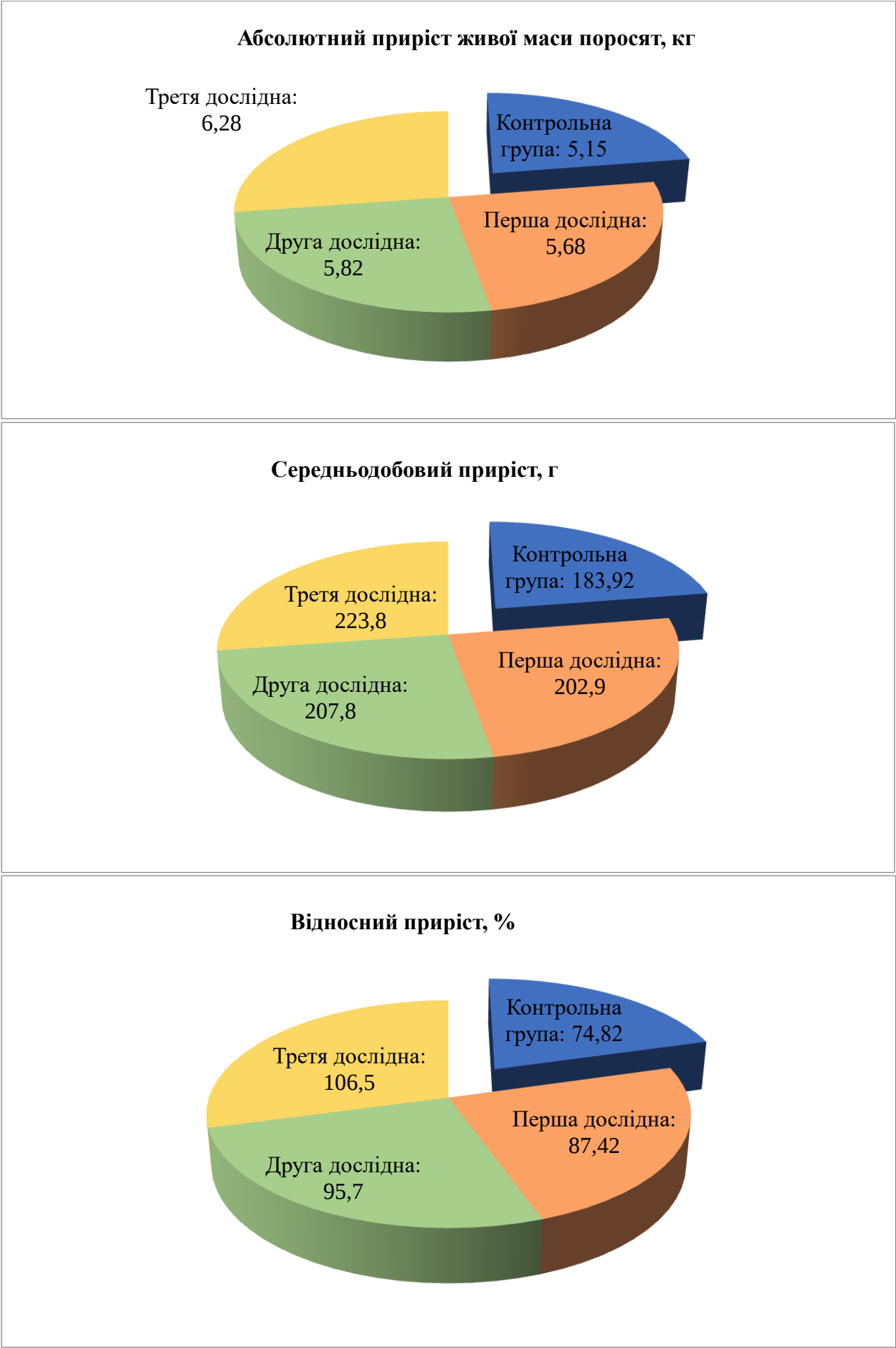


Рис.4.14 Інтенсивність росту поросят, ($M \pm m$; $n=10$)

Аналогічна тенденція, хоч і не вірогідна, встановлена і в інших дослідних групах поросят. Так у тварини другої дослідної групи ці показники зросли на 13,0 %, 12,9 % та 27,9 % відповідно. У поросят першої дослідної групи, які отримували у складі раціону добавку Вікасол були меншими за цими показниками від поросят контрольної та 3-ї і 2-ї дослідних груп. Зокрема, абсолютний приріст живої маси поросят 1-ї групи за досліджуваний період становив 5,68 кг, середньодобовий – 202,9 г та відносний – 87,4 %.

Отже, як бачимо, використання з комбікормами біодобавок Вікасол та Алкосель, а також їх поєднання, позитивно впливають на інтенсивність росту поросят, тим самим підвищують їх стійкість до впливу чинників навколишнього середовища.

Висновок до розділу 4

Застосування біодобавок Вікасол і Алкосель у раціонах поросят за умов теплового стресу сприяло посиленню захисту клітин від дії агресивних вільних радикалів. Це забезпечувалося подвійним захистом клітинної мембрани — як із зовнішнього, так і з внутрішнього боку, а також стабілізацією внутрішньоклітинного середовища. Проведені дослідження підтвердили результати інших авторів щодо того, що вітамінний препарат Вікасол здатен проявляти антиоксидантні властивості, зокрема виступати донором електронів для вільних радикалів, перетворюючи їх на стабільні молекули. Унаслідок цього припиняється ланцюг вільнорадикальних реакцій, що, своєю чергою, сприяє зниженню рівня продуктів пероксидного окиснення ліпідів в організмі тварин.

Результати досліджень, проведених на поросятах у період народження та відлучення, виявили кореляцію між показниками, які характеризують стан антиоксидантної системи захисту, і факторами неспецифічної резистентності. Стрес, зумовлений відлученням, впливає як на структурні зміни, так і на активність імунних реакцій. Зниження рівня гуморальних факторів резистентності в цих умовах пов'язане з активацією катаболічних процесів.

Публікації:

1. **А. Дмитроца.** Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава ФЕДОРУКА (11.08.1949 — 21.06.2023) 19–20 вересня 2024 року*, м. Львів, с 143. DOI: 10.15407/animbiol26.03

2 **А. І. Дмитроца.** Формування імунітету в поросят раннього віку за дискомфортних умов утримання. *Матеріали XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період» 19 листопада 2024 р., с. Оброшине, с. 26-28.*

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогодні свиначство в Україні та країнах ближнього зарубіжжя демонструє високі темпи розвитку завдяки досягненням сучасної селекції й генетики, а також впровадженню передових технологій годівлі й утримання тварин.

Водночас свиня залишається живим організмом, і будь-яке підвищення продуктивності супроводжується водночас підвищеною чутливістю до факторів навколишнього середовища. Особливо вразливими в цьому контексті є імунна та антиоксидантна системи тварин. У першу чергу це стосується умов утримання, зокрема дотримання оптимальних параметрів мікроклімату; лише на другому етапі увагу звертають на якість кормів (мікотоксини, бензпірен, залишки пестицидів), збалансованість раціону за амінокислотами й жирними кислотами, а також мікро- і макроелементами й іншими біологічно активними сполуками, зокрема вітамінами. Завдання фахівців із годівлі та ветеринарії з кожним роком ускладнюються: якщо ще кілька років тому головним завданням було забезпечення високих середньодобових приростів, поліпшення конверсії корму та збільшення приплоду у свиноматок, то нині пріоритетом стає підтримка здоров'я тварин і зниження собівартості продукції. У багатьох українських господарствах генетичний потенціал свиней реалізується не в повному обсязі саме через стреси різної етіології.

У контексті численних публікацій останніх років щодо впливу стрес-факторів на продуктивність та репродуктивні якості сільськогосподарських тварин дедалі більше уваги приділяється наслідкам, які раніше могли залишатися непоміченими. Зокрема, у зв'язку з глобальними кліматичними змінами вивчають глибокі біохімічні порушення — окислення білків клітинних структур та окисні модифікації ДНК, що можуть спричиняти довготривалі та кумулятивні негативні ефекти на організм. Одночасно активізуються дослідження з розробки комплексних препаратів, здатних не лише констатувати оксидативний стрес, але й ефективно інгібувати

вільнорадикальні процеси, забезпечуючи захист білків, ліпідів та нуклеїнових кислот і мінімізуючи фоновий рівень ушкоджень у тканинах.

З фізіологічної точки зору стресом вважають відхилення від оптимальних умов середовища — зовнішніх (температурно-вологісний режим, якість повітря, бактеріальна обстановка в приміщенні), внутрішніх (мікробіота кишечника) та кормових (збалансованість годівлі й питного режиму). Такі порушення призводять не лише до зниження репродуктивних функцій свиней (зокрема погіршення життєздатності поросят у перші дні після народження), але й до зниження продуктивності в період відгодівлі (погіршення конверсії корму, зниження середньодобових приростів, збільшення відходу молодняку тощо). Особливо чутливими до стресових факторів є імунна та антиоксидантна системи організму: їх дисбаланс знижує природну резистентність тварин до інфекцій і зменшує ефективність вакцинацій [226, 228].

Враховуючи, що заключний етап поросності свиноматок супроводжується низкою метаболічних змін — зокрема посиленням окиснювальних процесів та розвитком фізіологічної імуносупресії — а також додатковим впливом антигенних чинників, порушеннями технології вирощування та підвищеним навантаженням, пов'язаним із багатоплідністю, що може призводити до формування неповноцінних плодів і народження маложиттєздатних поросят, саме в цей період особливо актуальним є застосування біологічно активних добавок. Ці препарати спрямовані на підтримку росту й розвитку плодів та оптимізацію синтезу молока в період лактації [55, 97, 142, 227].

Враховуючи наведене вище, наші дослідження були спрямовані на встановлення закономірностей змін у імунній системі та перебігу окисно-відновних процесів у організмі поросних і лактуючих свиноматок та підсисних поросят залежно від параметрів мікроклімату приміщень, дослідження продуктивних якостей тварин, а також корекція їх негативної дії

шляхом використання аліментарних антиоксидантних та вітамінних препаратів.

В процесі проведення досліджень було встановлено, що всі піддослідні тварини знаходилися у приміщенні з порушеними умовами мікроклімату. Зокрема спостерігалось підвищення температури та відносної вологості повітря, а також наявність шкідливих газів (у допустимій концентрації). Як показало спостереження за тваринами, всі вони знаходилися у задовільному стані, мало рухалися, деякі відмовлялися від корму, важко дихали. Саме такі відхилення теж фіксували й інші дослідники [60, 78]. Виходячи з цього можна стверджувати, що тварини перебували під впливом теплового стресу. Однак за використання у раціонах годівлі тварин біодобавок Вікасол та Алкосель поведінка тварин дещо змінилася, вони стали активніші і з охотою поїдали корм.

Крім того, для оцінки фізіологічного стану тварин у досліджувані періоди важливе значення мають морфологічні показники крові, оскільки вони чутливо реагують на зміни, що відбуваються в організмі матері та новонароджених поросят. Оскільки в кров надходять усі продукти життєдіяльності організму, а її морфологічний склад залежить від процесів синтезу та розпаду, саме хімічний і морфологічний склад крові є найбільш інформативним показником загального стану організму [2]. Як відомо, кров відображає симптоматичні зміни, що відбуваються в обмінних процесах під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. Завдяки високій чутливості та специфічності реакцій, морфологія крові не лише є вагомим критерієм оцінки фізіологічного стану, а й часто виступає ключовою ланкою в діагностичному процесі [2, 3].

В процесі досліджень, ми спостерігали зміни у концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів. Зокрема, у контрольних групах протягом усього дослідного періоду ці показники знаходилися на нижній межі фізіологічної норми, що свідчить про розвиток незначної анемії. При використанні в раціонах біодобавок, спостерігається підвищення цих

показників, що говорить про інтенсифікацію обмінних процесів в організмі свиноматок.

Проведеними дослідженнями також встановлено зміни у лейкоцитарній формулі крові свиноматок за впливу мікроклімату. У тварин контрольної групи протягом дослідного періоду відмічено знижені показники лейкоцитів і сегментоядерних нейтрофілів, в той час як кількість лімфоцитів була високою, що свідчить про наявність імунодефіцитного стану. Така картина, імовірно, є наслідком фізіологічних змін в організмі, пов'язаних із розвитком плодів у період поросності та підготовкою до лактації, що супроводжується значним навантаженням на імунну систему свиноматок. Використання біодобавок у раціоні позитивно впливає на організм свиноматок, підвищуючи дані показники, і тим самим допомагають подолати стан імунодефіциту.

Як показують результати дослідження інших авторів [9, 24] у період поросності в організмі свиноматок спостерігаються зміни у антиоксидантно-прооксидантному гомеостазі, який власне зумовлений інтенсивним ростом і розвитком плодів, за цих умов у клітинах накопичуються вільні радикали [49]. Процеси пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) відіграють важливу роль у регуляції транспорту речовин крізь біомембрани, синтезі нуклеїнових кислот, метаболізмі стероїдних гормонів, а також у процесах перенесення електронів [1, 2]. Водночас надмірне утворення активних форм кисню (АФО) у поєднанні з пригніченням активності ензимів антиоксидантної системи (зокрема, супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази) створює передумови для виникнення оксидативного стресу. Це, у свою чергу, може спричинити структурні та функціональні порушення в клітинах організму, що підвищує ризик розвитку патологій як у свиноматок, так і в новонароджених поросят [3, 4].

Використання біодобавок у раціонах свиноматок зменшує негативний вплив мікроклімату приміщень. Це прослідковується по зниженню інтенсивності вільнорадикальних процесів у організмі, на що вказує зменшення вмісту продуктів ПОЛ у плазмі крові свиноматок дослідних груп.

Так за 5 діб до прогнозованого опоросу вміст ГПР вірогідно знижувався у всіх дослідних групах з 9,8% до 33,3 % ($P < 0,05$ – 0,001). Після опоросу спостерігалася така ж тенденція. Вміст дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду у плазмі крові свиноматок контрольної групи у міру наближення до опоросу збільшувався і був найбільшим на 5 добу лактації, а використання біодобавок сприяло зниженню цих показників на 30,7 % та 33,6 % ($P < 0,01$) відносно контролю.

Поряд із цим у свиноматок відмічалася пригнічення ензимної ланки антиоксидантної системи: активність супероксиддисмутази коливалася в межах 1,9–2,05 МО/1 мг протеїну, каталази — 1,96–2,06 мкмоль/хв·мг протеїну, а глутатіонпероксидази — 0,24–0,29 мкмоль/хв·мг протеїну. Слід зауважити, що пригнічення даних ензимів фіксували й інші дослідники за умов оксидативного стресу [10].

Отже, результати дослідження свідчать про те, що оксидативний стрес супроводжується порушенням балансу між процесами вільнорадикального окиснення та функціонуванням антиоксидантної системи захисту організму свиноматок.

Згодовування свиноматкам біодобавок Вікасол та Алкосель як окремо, так і в поєднанні, сприяло активації ензимної та неензимної ланок антиоксидантної системи захисту організму. Це можна пов'язати з тим, що дані добавки є потужними антиоксидантами, які корегують інтенсивність процесів пероксидного окиснення та попереджають розвиток оксидативного стресу.

Отримані результати досліджень дають можливість стверджувати, що дійсно мікроклімат приміщень має вплив на метаболічні процеси в організмі свиноматок і спричиняє виникнення оксидативного стресу, а використання біодобавок Вікасол та Алкосель ефективно зменшують цей вплив, про що свідчать отримані результати.

Основною метою другої серії досліджень було з'ясування механізмів формування імунної та антиоксидантної системи у поросят раннього віку та

після відлучення, а також оцінка їх продуктивних якостей залежно від параметрів мікроклімату. Встановлено, що найбільш критичними періодами в житті поросят є:

- перші 24 години після народження – період, коли в крові тварин ще відсутні імуноглобуліни, які починають вироблятися лише через тиждень після народження. Основним джерелом антитіл є молозиво, а клітинний імунітет проявляє низьку активність;
- 10–14-та доба життя – фаза інтенсивного росту, що супроводжується зростанням потреби у поживних речовинах молока свиноматки, проте одночасно спостерігається його дефіцит;
- 20–21-ша доба життя – період згасання колострального захисту, коли організм поросят починає формувати власний імунітет. Відбувається поступовий перехід на самостійне живлення, що робить тварин особливо чутливими до інфекційних захворювань;
- період відлучення – перехід поросят на повністю самостійне живлення, що є значним стресовим фактором.

Використання біодобавок Вікасол та Алкосель, як окремо, так і в поєднанні, у складі престартерного корму сприяє зниженню стресових навантажень у ці критичні періоди, що позитивно впливає на ріст, розвиток та імунний статус поросят.

Як показали результати досліджень, використання біодобавок Вікасол та Алкосель у раціоні поросят протягом усього періоду спостережень сприяло підвищенню концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів у крові. Такі зміни свідчать про активацію процесів еритропоезу та посилення синтетичної активності червоного кісткового мозку, у якому на ранніх етапах постнатального розвитку відбувається інтенсивний синтез білкових структур.

З огляду на те, що еритроцити беруть участь у регуляції кислотно-лужної рівноваги, ферментативних процесах та адсорбції токсичних метаболітів, а гемоглобін виконує ключову функцію у транспортуванні кисню до тканин [55], підвищення їх рівня у поросят дослідної групи

свідчить про покращення функціонального стану організму та активацію метаболічних процесів.

При використанні з престаартерними кормами біодобавок Вікасолу та Алкоселю спостерігалися коливання вмісту загального протеїну та його фракцій. Зокрема, протягом усього дослідного періоду спостерігається зростання вмісту загального протеїну, альбумінів, α - та β - глобулінів. Однак вміст γ -глобулінів знижується. Зміни у вмісті окремих фракцій протеїнів у сироватці крові поросят, ймовірно, є наслідком активації обмінних процесів в організмі, що характерно для періоду постнатального розвитку. Зокрема, на концентрацію γ -глобулінів суттєво впливає їх надходження з молозивом свиноматки. Відомо, що зі збільшенням часу після опоросу змінюється склад молозива, і рівень γ -глобулінів у ньому поступово знижується. Крім того, зростаюча роль у формуванні білкового профілю крові належить раціону поросят, оскільки в міру росту вони починають активно споживати тверді корми.

Протягом усього періоду досліджень вміст білкових фракцій у сироватці крові поросят обох експериментальних груп залишався в межах фізіологічної норми [40], що свідчить про адекватність годівлі та адаптаційних можливостей організму до умов утримання.

При аналізі лейкограми крові поросят дослідної та контрольної груп вірогідних відмінностей у кількості окремих видів лейкоцитів не виявлено. Зокрема, показники базофілів, еозинофілів, моноцитів і паличкоядерних нейтрофілів залишалися в межах фізіологічної норми протягом усього періоду спостереження. Це свідчить про відсутність виражених запальних процесів або алергічних реакцій у тварин обох груп на фоні проведених досліджень та використання біодобавок. Однак за використання біодобавок у престаартерних кормах спостерігалися зміни у решті показників. Так, протягом дослідного періоду спостерігалось вірогідне підвищення кількості лейкоцитів у всіх групах з 8,8 % до 9,4 % ($P < 0,01$) відносно контрольної. Разом із тим, незначне збільшення загальної кількості лейкоцитів, що

фіксувалося у деякі періоди досліджень, можна розцінювати як фізіологічний лейкоцитоз, який відображає адаптаційну реакцію організму поросят на дію факторів навколишнього середовища, зокрема зміну умов годівлі, утримання або температурного режиму. Також ситуація і з сегментоядерними нейтрофілами та лімфоцитами. Найвищі показники вмісту лімфоцитів спостерігали у тварин контрольних груп, що свідчить про появу запального процесу на фоні стресу, а дані біодобавки сприяли їх зниженню. Збільшення кількості сегментоядерних нейтрофілів і зменшення вмісту лімфоцитів порівняно з контрольними показниками свідчить про активацію гемопоезу та передачу, під впливом біодобавок, факторів неспецифічного захисту від поросних свиноматок до новонароджених поросят, а також про підтримання імунної реактивності на високому рівні впродовж усього періоду досліджень.

Поряд із отриманими даними щодо змін у клітинній ланці імунної системи, нами також було зафіксовано коливання показників гуморальної імунної відповіді. Зокрема, у поросят контрольної групи спостерігали низький рівень бактерицидної та лізоцимної активності сироватки крові, а також знижену фагоцитарну активність нейтрофілів, при одночасному підвищенні вмісту циркулюючих імунних комплексів (ЦІК), що може свідчити про розвиток оксидативного стресу.

Натомість у поросят дослідних груп, яким згодовували біодобавки разом із престартерним комбікормом, відмічалось підвищення фагоцитарної активності нейтрофілів: на 5-ту добу – до 8,7 % ($P < 0,001$), на 14-ту добу – на 3,0 %, 21-шу добу – на 3,0 %, а на 5-ту добу після відлучення – на 6,7 % порівняно з контролем. Крім того, спостерігалось зростання бактерицидної активності сироватки крові з 6,1 % ($P < 0,05$) до 10,5 % ($P < 0,001$), а також лізоцимної – з 4,5 % ($P < 0,05$) до 6,8 % ($P < 0,01$), що загалом свідчить про підвищення рівня неспецифічного імунного захисту організму поросят під впливом біодобавок.

Ще одним підтвердженням того, що поросята перебувають під впливом несприятливих параметрів мікроклімату та у них розвивається оксидативний

стрес, є підвищений рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів та знижена активність ензимів антиоксидантної системи у тварин контрольної групи протягом усього дослідного періоду. Зокрема, вміст гідропероксидів ліпідів коливався в межах 1,24–1,00 E₄₈₀/мл, дієнових кон'югатів – 2,75–1,51 мкмоль/л, а малонового діальдегіду – 2,84–2,20 нмоль/мл. Активність ензимів антиоксидантної системи, таких як супероксиддисмутаза, каталаза та глутатіонпероксидаза, відповідно знаходилася в межах: 2,3–2,71 МО/1 мг протеїну; 1,81–2,23 мкмоль/хв.*мг протеїну; 0,26–0,39 мкмоль/хв.*мг протеїну.

Однак використання біодобавок Вікасол та Алкосель разом із престартерним кормом — як окремо, так і в комбінації — сприяє регуляції прооксидантно-антиоксидантного балансу в організмі поросят. Зокрема, протягом усього періоду досліджень у всіх дослідних групах відмічалось зниження показників пероксидного окиснення ліпідів, що супроводжувалося активацією ензимів антиоксидантної системи.

Слід зазначити, що подібну тенденцію у функціонуванні антиоксидантної системи відзначають і інші науковці [10, 13, 26].

Таким чином, аналіз отриманих результатів свідчить про те, що в організмі поросят оксидативний стрес супроводжується порушенням рівноваги між інтенсивністю процесів пероксидного окиснення ліпідів та активністю антиоксидантних ензимів. Водночас встановлено наявність чіткого взаємозв'язку між перебігом цих процесів [46].

Отже, аналіз отриманих результатів свідчить, що несприятливі мікрокліматичні умови утримання, зокрема підвищена температура, відносна вологість повітря та наявність шкідливих газів у повітрі виробничих приміщень, спричиняють розвиток оксидативного стресу як у свиноматок, так і у поросят. У тварин відзначаються порушення прооксидантно-антиоксидантного балансу, зниження ефективності імунної відповіді на зовнішні чинники, а також зміни у процесах еритропоезу. Введення до складу раціону біологічно активних добавок Вікасолу та Алкоселю, як окремо, так і

в комбінації, сприяє нормалізації показників окисно-відновної рівноваги, активації ензимної та клітинної ланок антиоксидантного захисту, стимуляції імунної реактивності організму, а також підтриманню фізіологічних параметрів крові, що вказує на підвищення адаптаційного потенціалу організму свинوماتок і поросят у стресогенних умовах утримання.

ВИСНОВКИ

На основі проведених власних гематологічних, фізіолого-біохімічних та аналітико-статистичних досліджень вперше отримано експериментальні дані щодо метаболічної дії біодобавок Вікасолу і Алкоселю за їх аліментарного використання у раціонах поросних і лактуючих свиноматок та поросят раннього віку з метою корекції імунних і окисно-відновних процесів в організмі за дискомфортних умов мікроклімату приміщень. Виходячи із отриманих дисертаційних результатів зроблено наступні висновки:

1. Встановлено, що мікроклімат приміщень для свиноматок у дослідному господарстві характеризувався температурно-вологісним дискомфортом, особливо у літній період. Температура повітря перевищувала нормативні показники, а вологість та швидкість руху повітря були недостатніми, що зумовлювало тепловий стрес у тварин та пригнічення їх фізіологічного стану.

2. Порушення параметрів мікроклімату супроводжувалося негативними змінами гематологічних показників свиноматок у перипартальний період, зокрема зменшенням рівня гемоглобіну, кількості еритроцитів та лейкоцитів, що свідчить про розвиток анемії, гіпоксії тканин і зниження імунної реактивності організму.

3. Застосування вітамінної біодобавки Вікасол у дозі 6,0 мг/кг комбікорму позитивно впливало на гематологічні показники свиноматок, сприяло підвищенню рівня гемоглобіну, кількості лейкоцитів, активності фагоцитозу, що свідчить про активацію неспецифічного імунітету та покращення киснево-транспортної функції крові.

4. Додавання до раціону свиноматок селеновмісної біодобавки Алкосель у дозі 5,0 мг/кг комбікорму сприяло нормалізації окисно-відновного балансу в організмі. У тварин відзначено зниження рівня малонового діальдегіду (МДА) та дієнових кон'югатів, підвищення активності антиоксидантних ферментів – супероксиддисмутази (SOD),

каталази (CAT) і глутатіонпероксидази (GSH-Px), що свідчить про зниження проявів оксидативного стресу.

5. Комплексне застосування Вікасолу і Алкоселю в раціоні свиноматок продемонструвало синергічну дію, яка проявилася в найбільш вираженій активації імунної системи (збільшення вмісту γ -глобулінів, активності лізоциму, загальної бактерицидної активності сироватки крові) та посиленні антиоксидантного захисту. Це свідчить про підвищення резистентності організму тварин до несприятливих чинників середовища.

6. Репродуктивна здатність свиноматок суттєво покращилася в дослідних групах, особливо за одночасного використання Вікасолу та Алкоселю. Спостерігалось зростання кількості живонароджених поросят, середньої маси гнізда при народженні та відлученні, а також збереженості поросят до 28-добового віку, що підтверджує позитивний вплив біодобавок на фетогенез та лактацію.

7. У поросят-сисунів, народжених від свиноматок дослідних груп, також відзначено покращення гематологічного профілю та активацію антиоксидантного захисту, що проявлялося в підвищенні рівня гемоглобіну, еритроцитів, активності ферментів SOD, GSH-Px і зниженні МДА. Це свідчить про передачу позитивного впливу кормових добавок через материнський організм.

8. Поросята на відлученні, які отримували престартерні комбікорми з додаванням Вікасолу й Алкоселю, демонстрували кращі показники приросту, збереженості та антиоксидантного статусу порівняно з контрольною групою, що свідчить про доцільність продовження використання цих добавок у постнатальний період.

9. Біохімічні показники крові свиноматок та поросят (загальний білок, альбуміни, γ -глобуліни, трансамінази) у дослідних групах мали тенденцію до фізіологічної норми, що вказує на стабілізацію білкового обміну, покращення функціонального стану печінки та активізацію обмінних процесів.

10. Рівень циркулюючих імунних комплексів у крові свиноматок і поросят у дослідних групах залишався в межах фізіологічної норми, що є додатковим підтвердженням зниження імунопатологічних процесів і запобігання розвитку хронічного імунного запалення.

11. Застосування Вікасолу та Алкоселю є ефективною профілактичною і коригуючою стратегією для зменшення негативного впливу несприятливих умов мікроклімату на організм свиней, що забезпечує стабілізацію гомеостазу, підвищення імунної відповіді, покращення обмінних процесів і, як наслідок, зростання продуктивності та економічної ефективності свинарства.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бабань О. А. Температурний стрес у свиноматок. *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. Бегма Н. А. Біохімічні показники крові молодняку свиней за використання у комбікормах анісорбу. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. Т.4. №1, 2016, с.27 – 31.
4. 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.
5. Бірта Г.О. Гематологічні показники свиней різних генотипів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 1, с. 77 – 88.
6. Богданов Г. О. Актуальні питання годівлі с.-г. тварин. *Наук. вісник НАУ*. 2004. Вип. 74. С. 11–24.
7. Бондарчук Т. І. Вплив вітаміну С на процеси ліпопероксидації та активність NO-синтазної системи в підшлунковій залозі щурів на тлі блокування циклооксигенази 2 за умов адреналін-індукованого стресу. *Експер. та клін. фізіологія і біохімія*. 2013. № 3. С. 14–19.
8. Бучко О. М., Салига Н. О., Сварчевська О. З. Метаболізм в організмі поросят за дії аскорбінової кислоти. *Біологія тварин*. 2014. Т. 16. № 3. С. 161.
9. Бучко О. М., Степченко Л. М. Вільнорадикальні процеси й антиоксидантна система організму свиней за дії гумінової добавки. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол.* 2014. Вип. 64. С. 90–96.

10. Бучко О. Система антиоксидантного захисту організму свиней за дії аскорбінової кислоти. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Випуск 71. С. 43–49.
11. Важливість вентиляції в сучасному свинарстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroclimate.com.ua/images/headers/6.pdf> . 2020.
12. 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>
13. Вислоцька Л., Гутий Б., Козенко О. Система антиоксидантного захисту організму поросят під дією кормової добавки «Силимевіт». *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Ветеринарні науки*, 2021, 23 (104), 10-17. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10402>
14. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Довідник. Львів. СПОЛОМ 2012. 764 с.
15. *ВНТП – АПК – 02.05* Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (Комплекси, ферми, малі ферми). Мінагрополітики України, Київ, 2005. 97 с.
16. Волощук В. М. Вплив умов утримання на репродуктивні якості свиноматок. *Свинарство*. Полтава. 2013. Вип. 62. С.27 – 32.
17. 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.
18. Галдун Т. І. Водорозчинні вітаміни (комплекс вітамінів групи В (команди енергетиків) та аскорбінова кислота (борець з інфекцією)). *Вісник Луг. нац. ун-ту. Біологічні науки*. 2009. № 2(165). С. 16-30.

19. Гутий Б. В. Вплив препарату «Мевесел» на активність ензимної та неензимної ланок антиоксидантної системи організму бугайців за умов хронічного кадмієвого токсикозу. *Біологія тварин*, 2013, т. 15, № 4, с. 39 – 46.
20. 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.
21. Гришко В. А. Вплив імуностимулювального препарату тимусу на зоотехнічні, морфологічні та деякі біохімічні показники крові поросят-сисунів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 1 (116). С. 18-22.
22. Гришко В. А. Санітарно-гігієнічний контроль – основна умова при вирощуванні поросят-сисунів. *Аграрні вісті: всеукраїнський журнал*. 2008. № 1. С. 12-13.
23. Герасімов В. І., Рибалко В. П., Чорний М. В. Довідник з виробництва свинини. Х. : Еспада, 2001. 336 с.
24. Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці. Кам'янець-Подільський: Абетка, 2006. 192 с.
25. Данчук В. В., Данчук О. В., Цепко Н. Л. Показники клітинного імунного захисту в поросят за різних доз цинку і хрому в раціоні. *Науковий вісник НУБіПУ*. 2010. Ч.1(151). С.72-75.
26. Данчук В.В. Процеси ПОЛ та гормональні і субстрактні механізми регуляції антиоксидантної системи в тканинах поросят. автореф. дис. док. с.-г. наук. Львів, 2003. 27с.
27. Данчук О. В. Резистентність та її корекція у новонароджених поросят. Дис. канд. вет. наук: 03.00.13. Київ, 2008. 161 с.
28. Демчук М. В., Решетнік А. О. Мікроклімат та ефективність роботи системи вентиляції в реконструйованих приміщеннях для свиней в різні періоди року. *Наук. вісн. ЛНАВМ*. Львів, 2006. Т. 8, 1(28). С. 36–42.
29. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів: Методичні рекомендації для студентів факультету ветеринарної

медицини керівників та слухачів Інституту післядипломного навчання керівників і спеціалістів ветеринарної медицини / В.І. Левченко, В.М. Соколюк, В.М. Безух та ін. Біла Церква, 2002. 56 с.

30. 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.

31. Дмитроца А. І. Особливості антиоксидантної дії вікасолу за використання його добавок у раціонах годівлі поросних свиноматок. *Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни»*, с. Оброшине, 10 листопада 2022 р. с.35-37.

32. Дмитроца А. І. Формування імунітету в поросят раннього віку за дискомфортних умов утримання. *Матеріали XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період»* 19 листопада 2024 р., с. Оброшине, с. 26-28.

33. Дмитроца А. І., Вовк С. О. Гематологічні показники і активність амінотрансфераз у крові свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *Матеріали міжнародної наукової конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування»* 27-28 квітня 2023 р., Харків, 2023, с. 228

34. 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.

35. Дмитроца А. І., Вовк С. О., Ковальчук Я. Я.. Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту в організмі порослих свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» присвяченої 100-річному ювілею ректора С. В. Стояновського, 25-26 травня 2023 р., ЛНУВМБ ім.. С.З. Гжицького, Львів, 2023 р., с. 18-19*

36. Дмитроца А. І. Активність ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок залежно від мікроклімату приміщень. *Вісник аграрної науки* 2023, № 9 (846). С. 82 – 86. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-10>.

37. Дмитроца А. І. Амінотрансферазна активність крові свиноматок та її корекція оксидопротекторами за порушення параметрів мікроклімату приміщень. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом» (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024, с. 32-34*

38. Дмитроца А., Вовк С. Зміни активності ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Василя Юхимовича ШАВКУНА 18–19 травня 2023 року, м. Львів, Україна, с. 57. DOI: 10.15407/animbiol25.02.*

39. Дмитроца А. Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента*

НААН Ростислава ФЕДОРУКА (11.08.1949 — 21.06.2023) 19–20 вересня 2024 року, м. Львів, с 143. DOI: 10.15407/animbiol26.03

40. Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С. Білковий спектр сироватки крові поросят за впливу препаратів феруму. *Scientific Progress & Innovations*, 2021 (1), 250–255. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.31>
41. Дяченко Л. С., Сивик Т. Л., Титарьова О. М. Годівля свиней. Навчальний посібник. Біла Церква, 2020. 53 с.
42. Єфімов В. Г. Обмін мінеральних речовин в нормі та при патології. Дніпропетровськ: ДДА ун-т, 2008. – 32 с.
43. 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.
44. 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.
45. Іванов В. О., Волощук М. В. Біологія свиней : навч. посіб. К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2009. 304 с.
46. Ковальчук Я. Я. Активність імунної й антиоксидантної систем у поросят за дії дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*. Дисерт. на здобуття наук. ступеня канд.. вет. наук 03.00.04 «Біохімія». Інститут біології тварин НААН, Львів, 2013.
47. Ковальчук Я. Я., Віщур О. І. Вплив згодовування біомаси дріжджів *Saccharomices cerevisiae* на гематологічний профіль крові поросят-сисунів. *Ветеринарна біотехнологія*. 2006. №9 . С.131-137.
48. Ковальчук Я. Я. Вплив згодовування біомаси дріжджів *Saccharomices cerevisiae* на антиоксидантний статус поросят-сисунів. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2006. Вип.7,№1-2. С.186-188.

49. Корекція обміну речовин у свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень. (Науково-методичні рекомендації) / Дмитроца А. І., Вовк С. О., Пундик В. П., Ковальчук Я. Я., Пехів Б. В. Оброшине, 2025. 54 с.
50. Кремпа, Н., Козенко, О., Чорний (2021). Імунний статус молодняку свиней різними методами їх вирощування з використанням засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Ветеринарні науки*, 23 (104), 23-29. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10404>
51. Левченко В. І., Влізло В. В., Кондрахін І. П. Ветеринарна клінічна біохімія. Біла Церква, 2002. 400 с.
52. Лимар В. О., Волощук В. М., Хатько І. В. Прогресивні технології у свинарстві та їх переваги. *Міжсвід. темат. наук. зб. "Свинарство"*. 2012. Вип.60. С. 8–11.
53. Любасюк Н. В., Гуцол А. В. Гематологічні показники порослих свиноматок за згодовування БВМД Інтермікс. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2015. № 2. С. 118–120.
54. М. Брамм. Здоровий мікроклімат. Тваринництво. 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/zdorovyj-mikroklimat-dlya-svynej-na-svynokompleksi>.
55. Мартишук Т. В. Імунофізіологічна адаптація й антиоксидантний потенціал організму тварин за умов оксидативного стресу та дії коригуючих чинників. Дис. на здобуття наук. ступ. канд.. с-г наук 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин». Інститут біології тварин НААН, м. Львів, 2020.
56. Мельничук В. В., Назаренко О. С., Назаренко С. І. Біохімічні зміни в сироватці крові свиней хворих на трихуроз. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 1-2 •, с. 124 – 126.
57. 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.

58. Милостивий Р.В. Вплив мікроклімату в приміщенні на відтворювальні якості свиноматок. *Матеріали регіональної науково-практичної конференції «Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва»*. Херсон. ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 127–131.

59. Михалко О. Г., Повод М. Г. Сезонна залежність продуктивності свиноматок данського походження від конструктивних особливостей систем вентиляції приміщень у період опоросу та лактації. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. Суми, 2019. Випуск 3(38). С. 77–90.

60. Нечмілов В. М. Оптимізація технологічних прийомів дорошування гібридного молодняку свиней ірландської селекції в умовах промислової технології. Дис. на здобуття наук. ступеня канд. с-г наук: спец. 06.02.04 «Технологія виробництва продуктів тваринництва». Асканія-Нова, 2019, Миколаїв, 2019, 204 с.

61. Новикова Н. В. Морфологічні аспекти взаємодії гіпофіза і наднирників під впливом стресс-фактора. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2013. Вип. 84. С. 199-203.

62. Огородник Н. З. Гематологічний профіль крові поросят при відлученні та за дії імунотропного препарату. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварині Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2014, 15, № 2-3: 202-207.

63. Огородник Н. З. Метаболічний гомеостаз у свиней і роль імунотропних препаратів у його регуляції: дис. на здобуття наукового ступеня доктора вет. наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія. — Інститут біології тварин НААН, Львів, 2016.

64. Огородник Н. З., Віщур О. І., Кичун І. В. Стан системи антиоксидантного захисту та продуктивність поросят за дії вітамінів А, D3, Е,

L-аргініну і цинку у формі ліпосомальної емульсії. *Біологія тварин*. 2013. Т. 15, № 1. С. 101-107

65. Панікар І. І., Горальськи Л. П., Колеснік Н. Л. Морфологія та імуногістохімія органів імуногенезу свиней у період постнатальної адаптації. Монографія. Полтава, 2015. 258 с.

66. Петровська І. Р., Салига Ю. Т., Вудмаска І. В. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 2022. 172 с.

67. Пилипенко Є. Надійний захист тварин від теплового стресу. *Тваринництво сьогодні*. 2018. № 6. С. 55-57.

68. 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.

69. Повод М. Г., Корж О. В., Нестеров А. М. Вплив пори року на відтворні якості свиноматок данської селекції. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. Суми, 2017. Випуск 5(2). С. 111–113.

70. Повод М. Г., Михалко О. Г., Шпетний М. Б., Опара В. О. Продуктивні якості відгодівельного молодняка свиней за різного рівня протеїну в раціоні. *Вісник СНАУ. Серія "Тваринництво"*. 2021. Вип. 3 (46), С. 78-83.

71. Повод М. Г., Шпетний М. Б., Милостивий Р. В. Динаміка параметрів мікроклімату у приміщеннях для дорощування поросят залежно від їх маси. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2017. Вип. 7. С. 154-159.

72. Пономаренко В.М. Амінокислотний склад м'язової тканини свиней різних генотипів. *Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: міжнар. наук.-практ. конф. 16 – 18 березня 2011 р.:* тез. допов. К.-Подільський. 2011. С. 193-194.

73. Попова Л. Д., Васильєва І. М. Вплив аскорбінової кислоти на активність ферментів антиоксидантної системи і NO синтази крові морських свинок. *Медицина сьогодні і завтра*. 2010. № 2–3 (47–48). С. 72–74.

74. Прудиус Т. Я. Вплив кормової добавки «ЕнзАктив Мікс» на гематологічний та біохімічний профілі поросят раннього віку. *Scientific Progress & Innovations*, 2023. 26(4), 110–114. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.19>

75. Прудиус Т. Я., Гуцол, А. В., Гуцол, Н. В. Морфологічні та біохімічні показники крові поросят за згодовування кормової добавки «Активо». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*, 2022. № 108, 192-197.

76. Прудиус Т. Я., Камінський Р. М. Біохімічні та гематологічні особливості показників крові поросят раннього віку за впливу кормової добавки «Активо». *Scientific Progress & Innovations*, 2024. 27(1), 107–111. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.18>

77. Расмуссен К. Система вентиляції як елемент біобезпеки господарств. *Прибуткове свинарство*. Випуск № 3(51). 2019р. <http://profisvine.pigua.info/indexukr.php?action=issue&id>

78. 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.

79. Самохіна Є. А. Продуктивність підсисних свиноматок залежно від параметрів мікроклімату, створеного різними системами вентиляції в осінній період. *Аграрна наука та освіта в ХХІ столітті: проблеми, перспективи та інновації: матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. Ніжин, 2018. С. 42–48.

80. Салига Н. О. Імунобіологічний статус у свиней в неонатальний період та вплив на нього риботану, тималіну та левамізолу.: дис... канд. біол. наук: 03.00.13; УААН, Ін-т біології тварин. Львів, 2003. 135 арк
81. Стародубець О. О. Вплив сезону року на відтворювальні якості свиноматок. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 4. Т. 2, с.100 – 103.
82. Степченко Л. М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56, № 2. С. 306.
83. Ткачук О.Д. Вплив мікроклімату на основні показники резистентності свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2 •, с. 136 – 140.
84. Ушкова Ю. Ф. Формування клітинного імунітету у поросят при відлученні їх від свиноматок та за дії препарату "Інтерфлок". *Біологія тварин*. 2010. 12, № 1.
85. Федоришин С. І. Стан природної резистентності організму поросят за умов застосування нових імунотропних препаратів. *Біологія тварин*, 2018, 20.3: 169-169.
86. Царенко О. М., Крятов О. В., Крятова Р. Є., Бондарчук Л. В. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика : навч. посіб. за ред. О. М. Царенка. Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. 269 с.
87. Церенюк О.М., Хватов А.І., Стрижак Т.А. Оцінка ефективності індексів материнської продуктивності свиней. Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин. *Зб. наук. праць Вінницького НАУ*. Вінниця, 2010. № 3(42). С. 73–77.
88. Чорний М.В. Вплив повітря на здоров'я і продуктивність тварин. Довідник з технології та менеджменту в тваринництві. За ред. проф. Ю.Д. Рубана. Х. : Епада, 2002. С. 143-147

89. Чумаченко В. В. Біохімічні та імунологічні основи системи профілактики стресу в свиней: автореф. дис. д-ра вет. наук. К., 2007. 24 с.
90. Шаповалов С. О., Долгая М. М. Вітамінне забезпечення організму поросят за умов уведення мікроелементної композиції супоросним свиноматкам та поросят у ранньому постнатальному онтогенезі. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина*. 2011. Вип. 2, т. 1. С. 120–124.
91. Шах А. Є. Вплив стресу-відлучення і регуляторних факторів на активність антиоксидантної системи в організмі поросят: дис... канд. біол. наук: 03.00.04. Ін-т біології тварин УААН. Львів, 2004. 151 с.
92. Шевченко О. Б. Результати вивчення природної резистентності свиней, які були вирощені в різних умовах мікроклімату. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Зб. наук. праць Харківської державної зооветеринарної академії. Х. : РОВ ХЗВІ, 2001. Вип. 9 (33) 4.2. С. 155-158.*
93. 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
94. 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
95. Шпетний М. Б. Інтенсивність росту, збереженість та витрати корму поросятами влітку за утримання їх в станках з різним типом підлоги. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2018. Вип. 2. С. 264-267.
96. Шпетний М. Б. Оптимізація технологічних елементів утримання відлучених поросят в умовах індустриальної технології виробництва свинини. автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.02.04. Миколаїв. нац. аграр. ун-т. Миколаїв, 2019. 20 с.

97. Шпетний М. Б., Повод М. Г. Продуктивність молодняку свиней на дорощуванні за різних умов утримання. Науково-технічний бюлетень. *Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. В. 4, № 4. С. 45-49.

98. Шуст О. А. Економічні засади виробництва та реалізації продукції свинарства в сільськогосподарських підприємствах. *Сталий розвиток економіки*. 2011. №1 (4). С. 276–280.

99. Яковійчук О.В. Окисно-відновні процеси та жирнокислотний склад м'язових тканин гусей в онтогенезі та за дії вікасолу. Дисерт. на здобуття наук.ступеня канд. біол. наук 03.00.04. «Біохімія». – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2020. 220 с.

100. Яковійчук, О. В., Данченко, О. О., Данченко, М. М., Вплив вікасолу на окисно-відновні процеси міокарду гусей. *Питання Біоіндикації та Екології*, 2019, 24(1), 133–144. <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/1-11>

101. Яковійчук, О. В., Рубан, Г. В., Данченко, О. О. Вплив розчину вікасолу на стан окисно-відновних процесів у посмугованих м'язах гусей у постнатальному онтогенезі. *Технологія виробництва та переробки продуктів тваринництва*, 2017, 1-2, 109–116.

102. Ярошко М. Ефективне охолодження свинарників. *Прибуткове свинарство*. 2012. № 4 (10). С. 70-73.

103. Ameliorative Effects of Melatonin against Hydrogen Peroxide-Induced Oxidative Stress on Boar Sperm Characteristics and Subsequent In Vitro Embryo Development. Jang, H.Y., Kim, Y.H., Kim, B.W., et al. *Reprod. Domest. Anim.* 2009, 45, 943–950.

104. Ammonia emissions affected by airflow in a model pig house: effects of ventilation rate, floor slat opening, and headspace height in a manure storage pit. Ye Z., et al. *Transactions of the ASABE*. 2008. Issue 51(6). P. 2113–2122.

105. Antiparasitic activity of menadione (vitamin K3) against *Schistosoma mansoni* in BABL/c mice. Kapadia, G. J., Soares, I. A., Rao, G. S., et al. *Acta Tropica*, 2017. V. 167, p. 163–173. [/doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.12.001](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.12.001).
106. Anti-inflammatory effect of selenium on lead-induced testicular inflammation by inhibiting NLRP3 inflammasome activation in chickens. Huang H.; Li X.; Wang Z.; et al. *Theriogenology* 2020, 155, 139–149.
107. Anti-oxidant activities of curcumin and related enones. Weber, W.M.; Hunsaker, L.A.; Abcouwer, S.F.; et al. *Bioorganic Med. Chem.* 2005, 13, 3811–3820.
108. Alterations in intracellular thiol homeostasis during the metabolism of menadione by isolated rat hepatocytes. Monte D. D., Ross D., Bellomo G., et al. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1984. V. 235(2), p. 334–342. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(84\)90206-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(84)90206-6).
109. Apoptosis inducing factor (AIF) mediates lethal redox stress induced by menadione. Wiraswati, H. L., Hangen, E., Sanz, A. B., et al. 2016. 7(47), 76496–76507. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.12562>
110. 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. C. 173–183. URL: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra>
111. Bazer, F. W. Pregnancy recognition signaling mechanisms in ruminants and pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2013. 4(1): 23.
112. Bhatia P., Chhabra S. Physiological and anatomical changes of pregnancy: Implications for anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2018. 62(9): 651.
113. Bioavailability of Curcumin: Problems and Promises. Anand, P.; Kunnumakkara, A.B.; Newman, R.A.; Aggarwal, B.B. *Mol. Pharm.* 2007, 4, 807–818.
114. Bittner M. Direct effects of humic substances on organisms. Brno, Czech Republic, 2006. 31 p.

115. 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;5(1):46. doi: 10.1186/2049-1891-5-46.
116. Cheng Z., et al. Chronic ammonia exposure does not influence hepatic gene expression in growing pigs. *Animal*. 2014. Issue 8(2). P. 331–337.
117. Choi, Y. M. Practical use of surimi-like material made from porcine longissimus dorsi muscle for the production of low-fat pork patties. *Meat Science*. 2012. № 90. 292–296.
118. Chorniy, N. V., Machula, O. S., Voronyak, V. V. Productivity and resistance of pigs under the action of immunostimulants. *Scientific Messenger LNUVMB*, 2017, 19(79), 83–86.
119. Copper complexes for biomedical applications: Structural insights, antioxidant activity and neuron compatibility. Esmaili, L.; Perez, M.G.; Jafari, M.; et al. *J. Inorg. Biochem*. 2019, 192, 87–97.
120. 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
121. Curcumin-From Molecule to Biological Function. Esatbeyoglu, T.; Huebbe, P.; Ernst, I.M.A.; et al. *Angew. Chem. Int. Ed*. 2012, 51, 5308–5332.
122. Daramola J. O., Abioja M. O., Onagbesan O. M. Heat Stress Impact on Livestock Production. In *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2012; pp. 53–73.
123. Das S., Char D., Sarkar S. Study of hematological parameters in pregnancy. *IOSR Journal of Dental Medical Sciences*. 2013. 12(1): 42–44.
124. 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.

125. Dick F.M. van de Wiel. Identification of pork quality parameters by proteomics. *Meat Science*. 2007. №77. P. 46-54.

126. Dietary resveratrol improves antioxidant status of sows and piglets and regulates antioxidant gene expression in placenta by Keap1-Nrf2 pathway and Sirt1. Meng, Q.; Guo, T.; Li, G.; et al. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2018, 9, 34

127. 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.

128. 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.

129. Distinct phenotype of non-alcoholic fatty liver disease in patients with low levels of free copper and of ceruloplasmin. Nunes, V.S.; Andrade, A.R.; Guedes, et al. *Arq. de Gastroenterol.* 2020, 57, 249–253.

130. Dmytrotsa A., Vovk S., Vorobel M., Klym O. Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 2023, Vol. LXVI, Issue 2, 289-293. <https://animalscience-journal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/26-articles-2023-issue-2>.

131. Dmytrotsa A., Vovk S., Vorobel M., Klym O. Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *International Conference “Agriculture For Life, Life For Agriculture”, Section 3 Animal Science*, (8-10 June 2023 Bucharest), Bucharest, 2023. C. 128-129.

132. Dmytrotsa A. I. Hematological indicators and activity of transaminases in the blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2), с.153 – 163. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-2-9.

133. Dmytrotsa 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.

134. Dmytrotsa 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>.

135. Dröse, S. Differential effects of complex II on mitochondrial ROS production and their relation to cardioprotective pre- and postconditioning. *Biochimica Et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 2013. 1827(5), 578–587. <https://doi.org/10.1016/j.bbabbio.2013.01.004>

136. Duarte M. E., Parnsen W., Zhang S. Low crude protein formulation with supplemental amino acids for its impacts on intestinal health and growth performance of growing-finishing pigs. *J Animal Sci Biotechnol*. 2024,15, 55.<https://doi.org/10.1186/s40104-024-01015-6>

137. Duhig K., Chappell L. C., Shennan A. H. Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstet Med*. 2016. Vol. 9(3). P. 113–116.

138. Effect of climate and insemination technique on reproductive performance of gilts and sows in a subtropical zone of Mexico. Mellado M., et al. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 2018. Issue 50(1). P. 27–34.

139. Effect of CuSO₄ and nano copper on serum antioxidant capacity in Weaned piglets. Chang, Z.; Zhang, H.; Dong, H.; et al. *J. Boil. Regul. Homeost. Agents* 2018, 32, 219–224.

140. Effects of curcumin supplementation on intestinal antioxidant function in weaning piglets with intrauterine growth retardation. Wang, F.; He, J.; Shen, M.; Zhang, H.; et al. *Food Sci*. 2019, 40, 177–183. (In Chinese).

141. Effect of High Dietary Tryptophan on Intestinal Morphology and Tight Junction Protein of Weaned Pig. Tossou, M.C.B.; Liu, H.; Bai, M.; et al. *BioMed Res. Int*. 2016, 2016, 1–6.

142. Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. Suriyasomboon A., Lundeheim N., Kunavongkrit A., Einarsson S. *Theriogenology*. 2006. Issue 65. P. 606–628.

143. Emissions of ammonia, methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: Effects of rooting material, animal activity and ventilation flow. Blanes-Vidal V., Hansen M., Pedersen S., Rom H. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2008. Issue 124(3). P. 237–244.

144. European Union: Concerning the authorization of selenomethionine as a feed additive. *Off J Eur Union*. 2006, L/330: 9-11.

145. European Union: List of the authorized additives in feeding stuffs published in application of article 9t (b) of Council Directive 70/524/EEC concerning additives in feeding stuffs. *Off J Eur Union*. 2004, C/50: 1-144.

146. Evolution of NH₃ Concentrations in Weaner Pig Buildings Based on Setpoint Temperature. Manuel R.R., et al. *Agronomy*. 2020. Issue 10(1). 107 p.

147. Farmer C., Quesnel H. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *J. Anim. Sci.* 2009. Vol. 87. N 13. P. 56–64.

148. Ferret-Bernard, S., Le Huërou-Luron. Development of the intestinal immune system in young pigs – role of the microbial environment. *The Suckling and Weaned Piglet*, 2020. 159–177. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0_67.

149. Frei B. Vitamin C and cancer revisited. *Proc. Natl. Sci. USA*. 2008. V. 105, № 32. P. 11037–11038.

150. Goncalves, R. L., Bunik, V. I., Brand, M. D. Production of superoxide/hydrogen peroxide by the mitochondrial 2-oxoadipate dehydrogenase complex. *Free Radical Biology and Medicine*, 2016. 91, 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.12.020>

151. Gryshhenko, S. M. Vplyv umov utrymannja na pokaznyky rostu remontnyh svynok [Influence of maintenance conditions on growth rates of repair guinea pigs]. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 2012. 1, 83–84 (in Ukrainian).

152. Haley, P. The Immune System of Pigs. *The Minipig in Biomedical*

Research, 2011. 343–356. <https://doi.org/10.1201/b11356-298>.

153. Hansen A. V., Lauridsen C., Sorensen M. T. et al. Effects of nutrient supply, plasma metabolites, and nutritional status of sows during transition on performance in the next lactation. *J. Anim. Sci.* 2012. Vol. 90. N 2. P. 466–480.

154. Harvey A. J., Kind K. L., Thompson J. G. Redox regulation of early embryo development. *Reproduction*. 2002. Vol. 123. P. 479–486.

155. Hasselholt S., Tveden-Nyborg P. Y., Lykkesfeldt J. Vitamin C: its role in brain development and cognition. *Nutr. Cogn. Perform.: Dev. Perspect.* 2011. P. 29–52.

156. Hematological parameters and factors affecting their values. Etim N., Williams M., Akpabio U., Offiong E. *Agricultural Science*. 2014. 2(1): 37–47.

157. Heme oxygenase induction by menadione bisulfite adduct-generated oxidative stress in rat liver. Ossola, J. O., Kristoff, G., Tomaro Maria L. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 2000. V. 127(1), p. 91–99. [https://doi.org/10.1016/s0742-8413\(00\)00133-x](https://doi.org/10.1016/s0742-8413(00)00133-x).

158. He, L., Eslamfam, S., Ma, X. Autophagy and the nutritional signaling pathway. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2016. 3(3), 222. <https://doi.org/10.15302/j-fase-2016106>

159. Ho, E. Zinc deficiency, DNA damage and cancer risk. *J. Nutr. Biochem.* 2004, 15, 572–578.

160. Hossain, K.F.B.; Hosokawa, T.; Saito, T.; Kurasaki, M. Zinc-pretreatment triggers glutathione and Nrf2-mediated protection against inorganic mercury-induced cytotoxicity and intrinsic apoptosis in PC12 cells. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021, 207, 111320.

161. Influence of dietary selenomethionine supplementation on performance and selenium status of broiler breeders and their subsequent progeny. Wang Y. X., Zhan X. A., Yuan D., et al. *Biol Trace Elem Res.* 2011, 143: 1497–1507. [10.1007/s12011-011-8976-2](https://doi.org/10.1007/s12011-011-8976-2).

162. Innes, J. K., Calder, P. C. Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 2018. 132, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2018.03.004>

163. Janse van Rensburg L., Spencer B. T. The influence of environmental temperatures on farrowing rates and litter sizes in South African pig breeding units. *Onderstepoort J Vet Re.*, 2014. Issue 81. P. 1–7.

164. Jarabak R., Jarabak J. Effect of Ascorbate on the DT-Diaphorase Mediated Redox Cycling of 2-Methyl-1,4-naphthoquinone. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1995. V. 318(2), p. 418–423. <https://doi.org/10.1006/abbi.1995.1249>.

165. 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>

166. Jiang Z, Lin Y, Zhou G. Effects of dietary selenomethionine supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property in yellow broilers. *J Agr Food Chem*. 2009, 57: 9769-9772. 10.1021/jf902411c.

167. Jiang Z, Wang Y, Lin Y. Effects of dietary selenomethionine supplementation on performance and meat quality of finishing pigs. *Chin J Anim Nutr*. doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2010.02.009

168. Kelly M. P., Power R. F. Fractionation and identification of the major selenium containing compounds in selenized yeast. *J Dairy Sci*. 1995, 78 (Suppl 1): 237.

169. Klevay, L. M. Adding cholesterol to diets of animals induces copper deficiency and promotes oxidative damage. *Am. J. Vet. Res*. 2018, 79, 591.

170. Klevay, L.M. Copper deficiency can change the microbiome of swine. *Am. J. Physiol. Metab*. 2019, 317, E183.

171. Kolacz R., Dobrzanski Z. Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich. Wrocław: WAR, 2006. 537 p.

172. Kozyr, V. Vplyv mikroklimatu na efektyvnist' vyroshhuvannja svynej [Influence of microclimate on the efficiency of growing pigs]. *Tvarynnnyctvo*

Ukrainy 2006., 5, 9–10 (in Ukrainian).

173. L. Z. Liu, L. Lei, Z. Feng. Comparative study of yeast selenium vs. sodium selenite on growth performance, nutrient digestibility, anti-inflammatory and anti-oxidative activity in weaned piglets challenged by *Salmonella typhimurium*. *Innate Immun.*, 26 (2020), pp. 248-258, 10.1177/1753425919888566.

174. Lewis C. R. G., Bunter K. L. Effects of seasonality and ambient temperature on genetic parameters for production and reproductive traits in pigs. *Animal Production Science*. 2011. 51(7). 615 p. Doi: <https://doi.org/10.1071/AN10265>

175. Lindblad M. Regulation of Vitamin C Homeostasis during Deficiency. *Nutrients*. 2013. № 5. P. 2860-2879.

176. Lindblad M., Tveden-Nyborg P., Lykkesfeldt J. Regulation of vitamin C homeostasis during deficiency. *Nutrients*. 2013. N 5. P. 2860–2879.

177. Liu, F., et al. Antioxidant status and immune function in heat-stressed growing pigs. *Livestock Science*, 2019, 228, 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.006>

178. Liu L., Wu C., Chen D., Selenium-enriched yeast alleviates oxidative stress-induced intestinal mucosa disruption in weaned pigs. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 2020 (2020), pp. 1-11, 10.1155/2020/5490743.

179. Mahan D. C, Cline T. R, Richert B. Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. *J Anim Sci*. 1999, 77: 2172-2179.

180. Mahan D. C, Moxon A. L. Effect of inorganic selenium supplementation on selenosis in postweaning swine. *J Anim Sci*. 1984, 58: 1216-1221.

181. Marchan, R.; Cadenas, C.; Bolt, H.M. Zinc as a multipurpose trace element. *Arch. Toxicol*. 2012, 86, 519–520.

182. Marchionatti A. M., Perez A. V., Diaz de Barboza G. E. Mitochondrial dysfunction is responsible for the intestinal calcium absorption inhibition induced by menadione. *Biochim Biophys Acta*. 2008. № 1780(2). P. 101–107. doi: 10.1016/j.bbagen.2007.10.020.
183. Maya D. Paidi, Janne G. Schjoldager, Jens Lykkesfeldt et al. Prenatal vitamin C deficiency results in differential levels of oxidative stress during late gestation in foetal guinea pig brains. *Redox Biol.* 2. 2014. P. 361–367.
184. Menadione-mediated membrane fluidity alterations and oxidative damage in rat hepatocytes. Shertzer H. G., Låstbom L., Sainsbury M., Moldéus, P. *Biochemical Pharmacology*, 1992. V. 43(10), p. 2135–2141. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(92\)90172-f](https://doi.org/10.1016/0006-2952(92)90172-f).
185. Metabolic pathway of inorganic and organic selenocompounds labeled with stable isotope in Japanese quail. Y. Anan, A. Ohbo, Y. Tani, Y. Ogra. *Anal. Bioanal. Chem.*, 406 (2014), pp. 7959–7966, 10.1007/s00216-014-8260-3.
186. Michael K. J. Effects of diverse developmental environments on neuronal morphology in domestic pigs (*Sus scrofa*). Powley. *Developmental Brain Research*. 1998. №107. P. 21–31.
187. Miura T., Muraoka S., Ogiso T. Generation of Semiquinone and Oxygen Radicals by the Reaction of Menadione with Reduced Glutathione at Various pH. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 1992. V. 40(3), p. 709–712. <https://doi.org/10.1248/cpb.40.709>.
188. Monte D. D., Ross D., Bellomo G. Alterations in intracellular thio homeostasis during the metabolism of menadione by isolated rat hepatocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1984. V. 235(2), p. 334–342. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(84\)90206-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(84)90206-6).
189. Mujahid, A. Acute heat stress and oxidative stress: Impact on poultry metabolism and energetics. *Journal of Poultry Science*, 2015, 52(2), 87–96. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0140073>
190. Muns R., High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. *J Anim Sci*. 2016. 94, 377–384.

191. Mykhalko O., Povod M., Gutyj B. Influence of ventilation system type on microclimate Parameters in farrowing room and reproductive Qualities of pigs. *Scientific papers series management, economic engineering in agriculture and rural developmen.* 2023. Vol. 23, issue 1, p. 424-435

192. 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.

193. Noblet J., Le Dividich, J. Van Milgen J. Thermal Environment and Swine Nutrition. *Swine Nutrition.* 2001. Issue 2. P. 519–545.

194. 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.

195. 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.

196. Okaform S. C. Hematological changes associated with pregnancy in domestic sows. *Agricultural Science Digest.* 2022. V. 42. P. 98–103.

197. Ortman K., Pehrson B: Selenite and selenium yeast as feed supplements to growing fattening pigs. *J Vet Med A.* 1998, 45: 551-557.

198. 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>.

199. 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.

200. Philippe, F. X., Cabaraux, J. F., Nicks, B. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2011. 141. P. 245–260. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

201. Potential of Geothermal and Ground Channel System House on Reduction of Energy Consumption and CO₂ Emissions with Maintenance of Performance of Growing Pigs. Rubayet Bostami A. B. M., Hong S. M., Islam M. M., Chul-Ju Y. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2016. Issue 2. Vol. 7. P. 8974–8979.

202. Povod, M. G., Voloschuk, V. M. Vplyv umov utrymannja na reproduktyvni jakosti svynomatok [The influence of keeping conditions on reproductive traits of sows]. *Svynarstvo*, 2013. 62, 27–32 (in Ukrainian).

203. Povod, M. H. Vplyv tekhnolohichnykh osoblyvostei na vidhodivelni pokaznyky svynei [The influence of technological peculiarities on fattening rate of pigs]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2014. 2/2(25), 30–36 (in Ukrainian).

204. Production responses of weaned pigs after chronic exposure to airborne dust and ammonia. Wathes C. M., Demmers T. G. M., Teer N., Done S. H. *Animal Science*. 2004. Issue 78(1). P. 87–98

205. Protective Effect of Organic Selenium on Oxidative Damage and Inflammatory Reaction of Rabbit Kidney Induced by T-2 Toxin. Liu, Y.; Dong, R.; Yang, Y.; et al. *Biol. Trace Element Res.* 2021, 199, 1833–1842.

206. 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.

207. 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>

208. Redox Properties of Tryptophan Metabolism and the Concept of Tryptophan Use in Pregnancy. Xu, K.; Liu, H.; Bai, M.; et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 1595.

209. Renaudeau, D., et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 2012, 6(5), 707–728. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>

210. 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.

211. Responses of growth performance and tryptophan metabolism to oxidative stress induced by diquat in weaned pigs. Lv, M.; Yu, B.; Mao, X.B.; Zheng, P.; et al. *Animal* 2012, 6, 928–934.

212. Resveratrol reduces endothelial oxidative stress by modulating the gene expression of superoxide dismutase 1 (SOD1), glutathione peroxidase 1 (GPx1) and NADPH oxidase subunit (Nox4). Spanier, G.; Xu, H.; Xia, N.; Tobias, S.; et al. *J. Physiol. Pharmacol. Off. J. Pol. Physiol. Soc.* 2009, 60, 111–116.

213. Resveratrol Reduces Oxidative Stress and Apoptosis in Podocytes via Sir2-Related Enzymes, Sirtuins1 (SIRT1)/Peroxisome Proliferator-Activated Receptor γ Co-Activator 1 α (PGC-1 α) Axis. Zhang, T.; Chi, Y.; Ren, Y.; et al. *Med Sci. Monit.* 2019, 25, 1220–1231.

214. 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.

215. 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.

216. 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.

217. Selenomethionine: an effective selenium source for sow to improve Se distribution, antioxidant status, and growth performance of pig offspring. Zhan X.

A., Qie Y. Z., Wang M, Li X, Zhao R. Q. *Biol Trace Elem Res.* 2011, 142: 481-491. 10.1007/s12011-010-8817-8.

218. Shcherbatyy A. R., Slivinska L. G., Gutyj B. V. Influence of Marmix premix on the state of lipid peroxidation and indices of non-specific resistance of the organism of pregnant mares with microelementosis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2019.Vol. 10(1). P. 87–92.

219. Stages of gestation in mixed breed sows: Hematological and serum biochemical parameters. Ajala O., Abiola J., Akinjiola A., Ojomo T. O., Samuel, E. S. *Journal of Reproduction and Infertility.* 2016. 7(3): 75–80.

220. 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).

221. 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).

222. Suganthi M., Elango K. P. Synthesis, characterization and serum albumin binding studies of vitamin K3 derivatives. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2017. V. 166, p. 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.11.016>.

223. Suryo A. R., Davies M. J.. Catalytic activity of selenomethionine in removing amino acid, peptide, and protein hydroperoxides *Free Radic. Biol. Med.*, 51 (2011), pp. 2288-2299

224. Surai, P. F. Antioxidant systems in animal biology: Superoxide dismutase. *Journal of Animal Research and Nutrition.* 2016, 1(1). <https://doi.org/10.21767/2572-5459.100002>

225. 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>.

226. Surai P. F., Kochish I. I., et al. Selenium in Poultry Nutrition: from Sodium Selenite to Organic Selenium Sources. *J Poult Sci.* 2018;55(2):79-93. doi: 10.2141/jpsa.0170132.
227. Surai P. F., Fisinin.V. I. Natural antioxidants and stresses in poultry production: from vitamins to vitagenes. *Conference: XXV World's Poultry Congress* .2016. China, p. 116 – 121.
228. Svoboda M., Drabek J. Iron deficiency in suckling piglets: etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria.* 2005. 49, 104–111
229. Tabase R., Millet S., Brusselman E. Effect of ventilation settings on ammonia emission in an experimental pig house equipped with artificial pigs. *Biosystems Engineering.* 2018. 176, 125–139.
230. Takahashi K., Suzuki N., Ogra Y. Bioavailability comparison of nine bioselenocompounds in vitro and in vivo. *Int. J. Mol. Sci.* (2017), p. 18, 10.3390/ijms18030506.
231. Tampo Y., Yonaha M. Enzymatic and Molecular Aspects of the Antioxidant Effect of Menadione in Hepatic Microsomes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1996. V. 334(1), p. 163–174. <https://doi.org/10.1006/abbi.1996.0442>.
232. Traber M. G., Stevens J. F. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free. Radic. Biol. Med.* **2011**, 51, 1000–1013.
233. The Combination of Vitamin K3 and Vitamin C Has Synergic Activity against Forms of Trypanosoma cruzi through a Redox Imbalance Process. Desoti V. C., Lazarin-Bidóia D., Ribeiro F. M., et al. *Plos One*, 2015. V. 10(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144033>.
234. The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, Sus scrofa (Part 2): Social behaviour. Parker M., et al. *Animal.* 2010. Issue 4(11). P. 1910–1921.
235. The relationship of hair color to selenium content of hair and selenosis in swine. Wahlstrom R. C., Goehring T. B., Johnson D. D., et al. *Nutr Rep Int.* 1984, 29: 143-147.

236. The reproductive toxicology of male SD rats after PM_{2.5} exposure mediated by the stimulation of endoplasmic reticulum stress. X. Liu, X. Jin, R. Su, Z. Li. *Chemosphere*, 189 (2017), pp. 547-555, 10.1016/j.chemosphere.2017.09.082.

237. Tzeng, W. The role of lipid peroxidation in menadione-mediated toxicity in cardiomyocytes. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 1995. 27(9), 1999–2008. [https://doi.org/10.1016/0022-2828\(95\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0022-2828(95)90021-7).

238. Upton J. R., Edens F. W., Ferket P. R: Selenium yeast effect on broiler performance. *Intl J Poult Sci*. 2008, 7: 798-805. 10.3923/ijps.2008.798.805.

239. 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>.

240. 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).

241. Wale P. M., Attar A. C. Design, application and result analysis of geothermal ventilation system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2013. 4(8). P. 2229– 5518.

242. Wang Y. B., Xu B. H: Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. *Anim Feed Sci Tech*. 2008, 144: 306-314. 10.1016/j.anifeedsci.2007.10.012.

243. Wheeler E. F., G. Vasdal, A. Flo. Static space requirements for piglet creep area as influenced by radiant temperature. *Transactions of the ASABE*. 2008, 51(1), 271–278.

244. Wong S. K., Chin K.-Y., Ima-Nirwana S. Vitamin C: A Review on its Role in the Management of Metabolic Syndrome. *Int. J. Med Sci*. **2020**, 17, 1625–1638.

245. Xu W., et al. Atmospheric NH₃ dynamics at a typical pig farm in China and their implications.. *Atmospheric Pollution Research*. 2014. Issue 3. Vol. 5. P. 455–463.
246. Ye Z., et al. Ammonia emissions affected by air flow in a model pig house: effects of ventilation rate, floor slat opening, and headspace height in a manure storage pit. *Transactions of the ASABE*. 2008. Issue 51(6). P. 2113–2122.
247. Yin J., Wu M. M., Xiao H. et al. Development of an antioxidant system after early weaning in piglets. *J. Anim. Sci*. 2014. Vol. 92. P. 612–619.
248. Youn, H., Kang, S.-O. Enhanced sensitivity of *Streptomyces seoulensis* to menadione by superfluous lipoamide dehydrogenase. *FEBS Letters*, 2000. V. 472(1), p. 57–61. [https://doi.org/10.1016/s0014-5793\(00\)01437-x](https://doi.org/10.1016/s0014-5793(00)01437-x).
249. 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>
250. 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

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ:



Директор ДП ДГ «Радехівське»

КАПКО О.Г.

АКТ

Про проведення наукового дослід (НД)

(постановка тварин на дослід)

Ми, нижче підписані, представник ДП ДГ «Радехівське», директор господарства Капко Олексій Григорович та головний зоотехнік Енгель Катерина Ільківна з однієї сторони та представники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, аспірант Дмитроца Андріяна Іванівна та науковий керівник, доктор біологічних наук, професор Вовк Стах Осипович з другої – склали даний акт про те, що у даному господарстві поставлено на дослід чотири групи свиноматок з приплодом (по 5 голів у кожній), аналогів за віком та масою тіла.

Науковий експеримент проводиться згідно теми дисертаційних досліджень «Окисно-відновні процеси та продуктивність свиней і їх корекція з урахуванням параметрів мікроклімату приміщень» і є складовою частиною наукової тематики лабораторії екології 09.02.02.04.П «Дослідження рівня емісії парникових газів (CH_4 , NH_3 , H_2S , CO_2 , NO) при веденні галузі свинарства та розроблення способу їх зниження».

Всі тварини клінічно здорові.

Акт складено 15 липня 2022р.

Головний зоотехнік

Науковий керівник

Аспірант

Енгель К.І.

Вовк С.О.

Дмитроца А.І.

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ДП ДГ «Радехівське»

КАПКО О.Г.



АКТ

Про проведення наукового дослідку (НД)

(завершення досліджень)

Ми, нижче підписані, представник ДП ДГ «Радехівське», директор господарства Капко Олексій Григорович та головний зоотехнік Енгель Катерина Ільківна з однієї сторони та представники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, аспірант Дмитроца Андріяна Іванівна та науковий керівник, доктор біологічних наук, професор Вовк Стах Осипович з другої – склали даний акт про те, що у даному господарстві поставлено на дослід чотири групи свиноматок з приплодом (по 5 голів у кожній), аналогів за віком та масою тіла.

Одержані результати: дослідження проведені на 4 групах свиноматок з приплодом, аналогів за віком та живою масою, по 5 голів у кожній. Тривалість облікового періоду 40 діб. В процесі досліджень застосовували препарат ВІКАСОЛ в дозі 6 мг/кг корму та АЛКОСЕЛЬ в дозі 50 г/т корму. Встановлено, що введення цих препаратів до раціонів годівлі свиноматок у досліджуваних дозах за умов підвищеної концентрації шкочочинних газів, підвищеної температури та вологості повітря у приміщеннях для утримання тварин виявляють активуючий вплив на антиоксидантні процеси в організмі підсисних маток, ріст, розвиток і збережність поросят.

Акт складено 25 серпня 2022р.

Головний зоотехнік

Науковий керівник

Аспірант

Енгель К.І.

Вовк С.О.

Дмитроца А.І.

Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ

проректор з наукової роботи,
Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С. З. Гжицького, к. с.-г. н., доцент
Олег ФЕДЕЦЬ



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції для впровадження:

Метаболічні процеси в організмі свиней та їх корекція біодобавками за дискомфортних умов мікроклімату приміщень.

2. Ким запропонована, адреса, виконавці:

с. Оброшине, вул. Грушевського 5, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, науковий співробітник Дмитроца Андріяна Іванівна.

3. Джерела інформації:

1. Dmytrotsa 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.

2. Dmytrotsa A. I. Hematological indicators and activity of transaminases in the blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2), с.153 – 163. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-2-9.

4. Рекомендовано впровадити: у навчальну програму кафедри нормальної та патологічної фізіології імені Степана Стояновського для викладання дисциплін: «Фізіологія тварин», «Ветеринарна патофізіологія», «Ветеринарна нутриціологія» під час підготовки фахівців з ступеня вищої освіти «Магістр» та третього освітньо-наукового рівня PhD доктора філософії.

5. Термін впровадження: з 01.04.2025р.

6. Отримані результати: досліджено, що порушення параметрів мікроклімату в приміщеннях для утримання свиноматок чинить негативний вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин. Це підтверджується змінами гематологічних показників. Однак 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.

В. о. завідувача кафедри нормальної
та патологічної фізіології
імені Степана Стояновського
доктор вет. наук, професор

Ірина КОВАЛЬЧУК

Додаток Г

ЗАТВЕРДЖУЮ

т.в.о. проректора з наукової роботи

Львівського національного університету
імені Івана Франка

І. М. Куньо

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Найменування пропозиції для впровадження

Метаболічні процеси в організмі свиней та їх корекція біодобавками за
дискомфортних умов мікроклімату приміщень

2. Ким запропонована, адреса, виконавці

с. Оброшине, вул. Грушевського, 5, Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН України,
науковий співробітник Дмитроца Андріяна Іванівна

3. Джерела інформації:

1.Dmytrotsa 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.

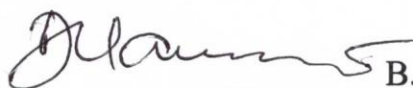
2.Dmytrotsa A. I. Hematological indicators and activity of transaminases in the
blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises.
Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (2), с.153 –
163. DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-2-9.

4. Рекомендовано впровадити: до використання у навчально-дослідній
роботі кафедри фізіології людини і тварини при вивченні дисципліни
«Фізіологія крові та кровообігу».

5. Термін впровадження: з 01.04.2025р.

6.Отримані результати: досліджено, що порушення параметрів
мікроклімату в приміщеннях для утримання свиноматок чинить негативний
вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин. Це підтверджується
змінами гематологічних показників. Однак 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.

Завідувач кафедри фізіології
людини і тварини,
професор

 В. В. Манько

Додаток Д

Список публікацій здобувача за темою дисертації
Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових
видань України:

1. **Dmytrotsa 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](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-2-10).

2. **Dmytrotsa A. I.** Hematological indicators and activity of transaminases in the blood serum of farrow sows depending on the microclimate of the premises. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2), с.153 – 163. DOI: [10.32636/01308521.2022-\(72\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-2-9).

3. **А. І. Дмитроца.** Активність ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок залежно від мікроклімату приміщень. *Вісник аграрної науки* 2023, № 9 (846). С. 82 – 86. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-10>.

4. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк, О. Я. Клим, Ю. А. Висоцька.** 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](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-13).

Статті у журналах, які індексуються у наукометричній базі Web of Science

2. **Dmytrotsa A., Vovk S., Vorobel M., Klym O.** 2023, Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, Vol. LXVI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 289-293. <https://animalscience-journal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/26-articles-2023-issue-2>.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

11. **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.

12. **Dmytrotsa 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>.

13. **Дмитроца А. І.** Особливості антиоксидантної дії вікасолу за використання його добавок у раціонах годівлі поросних свиноматок. Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни», с. Оброшине, 10 листопада 2022 р. с.35-37.

14. **А. Дмитроца, С. Вовк.** Зміни активності ензимів антиоксидантної системи у крові свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Василя Юхимовича ШАВКУНА 18–19 травня 2023 року*, м. Львів, Україна, с. 57. DOI: [10.15407/animbiol25.02](https://doi.org/10.15407/animbiol25.02).

15. **A. Dmytrotsa, S. Vovk, M. Vorobel, O. Klym.** Optimization of indoor microclimate parameters is an important factor in stimulating metabolism in the body and increasing pig productivity. *International Conference “Agriculture For Life, Life For Agriculture”, Section 3 Animal Science, (8-10 June 2023 Bucharest)*, Bucharest, 2023. С. 128-129.

16. **А. І. Дмитроца, С. О. Вовк.** Гематологічні показники і активність амінотрансфераз у крові свиноматок за порушень параметрів мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. Матеріали міжнародної наукової

конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування» 27-28 квітня 2023 р., Харків, 2023, с. 228

17. **А. І. Дмитроца**, С. О. Вовк, Я. Я. Ковальчук. Інтенсивність процесів пероксидного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту в організмі порослих свиноматок за дискомфортних умов мікроклімату. Матеріали міжнародної науково-практичної конференція «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗІОЛОГІЇ ТВАРИН» присвяченої 100-річному ювілею ректора С. В. Стояновського, 25-26 травня 2023 р., ЛНУВМБ ім.. С.З. Гжицького, Львів, 2023 р., с. 18-19

18. **А. І. Дмитроца**. Амінотрансферазна активність крові свиноматок та її корекція оксидопротекторами за порушення параметрів мікроклімату приміщень. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом»* (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.).Оброшине, 2024, с. 32-34

19. **А. Дмитроца**. Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії Алкоселю. *XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава ФЕДОРУКА (11.08.1949 — 21.06.2023)* 19–20 вересня 2024 року, м. Львів, с 143. DOI: [10.15407/animbiol26.03](https://doi.org/10.15407/animbiol26.03)

20. **А. І. Дмитроца** Формування імунітету в поросят раннього віку за дискомфортних умов утримання. *Матеріали XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період»* 19 листопада 2024 р., с. Оброшине, с. 26-28.

Науково-практичні рекомендації

Корекція обміну речовин у свиноматок за порушення параметрів мікроклімату приміщень. (Науково-методичні рекомендації) / Дмитроца А. І., Вовк С. О., Пундик В. П., Ковальчук Я. Я., Пехів Б. В. Оброшине, 2025. 54 с.