

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО

На правах рукопису

УСЕНКО СВІТЛАНА ОЛЕКСІЇВНА

УДК 636.4: 612.014

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У СВИНЕЙ
ЗАЛЕЖНО ВІД ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА СПОСОБІВ КОРЕКЦІЇ

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Дисертація на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Наукові консультанти – **Стояновський Володимир Григорович**,
доктор ветеринарних наук, професор

Карповський Валентин Іванович,
доктор ветеринарних наук, професор

ЛЬВІВ – 2021

АНОТАЦІЯ

Усенко С. О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.13. «Фізіологія людини і тварин». Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького Міністерства освіти і науки України, Львів, 2021.

У дисертації експериментально обґрунтовано й теоретично узагальнено стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней залежно від фізіологічного стану, віку і напрямку продуктивності.

Розкрито особливості формування гомеостазу в крові пубертатних свинок: у період еструса прискорюються процеси пероксидного окиснення, а зі збільшенням кількості статевих циклів амплітуда гомеостатичних констант підвищується. Зміна фаз статевих циклів в крові пубертатних свинок впливає на рівень низькомолекулярних антиоксидантів: знижується вміст відновленого глутатіону і аскорбінової кислоти, а концентрація вітаміну А і вітаміну Е під час еструса збільшується ($p < 0,05$). Додаткове згодовування вітамінної добавки з кормом істотно впливає на формування ендокринного профілю свинок у період статевих дозрівання. Найбільші біологічні ефекти спостерігаються за 2-го і 3-го статевих циклів, що характеризуються збільшеними концентраціями тироксину, прогестерону і естрадіолу-17 β , зокрема за фази еструсу. Виявлені зміни відбуваються на тлі сповільнення перебігу процесів пероксидації, що зумовлено істотним підвищенням кількості низькомолекулярних антиоксидантів у крові.

Встановлено, що проникність цервікса у свинок підвищується зі збільшенням віку та кількості статевих циклів. У тварин за першого прояву еструсу прохідність цервікального каналу становить 4,6 см та інтенсивно зростає у 2 рази ($p < 0,001$) за 2-го та в 2,5 рази ($p < 0,001$) за 3-го еструсів. Розроблено новий спосіб для інтрацервікального штучного осіменіння свинок, який передбачає проникнення через цервікс невеликого об'єму сперми у визначені терміни осіменіння свиноматок. Інтрацервікальне введення спермодози (2 млрд сперматозоїдів у 50 мл розріджувача) свинкам під час 3-го еструса дає можливість досягти рівня заплідненості свинок 86 % та багатоплідності 10,2 поросят.

Досліджено, що проникність цервікса у свинок зростає від початку еструса протягом 24 годин, а максимальні показники їх репродуктивної здатності виявлено через 24–36 годин після введення спермодози. Кількість новонароджених живих поросят є максимальною за введення сперматозоїдів у цервікс свинок через 12, 24 та 30 годин після початку еструса. Жива маса новонароджених поросят залежить від часу проведення штучного осіменіння свинок і є максимальною на початку еструса та через 24 і 30 годин після введення сперматозоїдів. Відтермінування штучного осіменіння до 36 годин від настання еструса призводить до зниження великоплідності ($p < 0,001$).

Сформульовано та експериментально обґрунтовано теорію циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в самок свиней упродовж відтворювального циклу. Суть теорії полягає в різкому зрушенні гомеостатичних констант пероксидних процесів, зумовлених певним фізіологічним станом тварини, що може бути новітнім напрямом в фізіології розмноження тварин і використовуватись як теоретична основа в розробленні методів управління метаболічними процесами.

У період еструса в крові свинок процеси пероксидного окиснення прискорюються: підвищується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) і ТБК-

активних сполук ($p < 0,05$). Такі зміни відбуваються на тлі істотного зростання концентрацій прогестерону ($p < 0,05$) і естрадіолу- 17β ($p < 0,05$). З початком поросності лабільність гомеостазу збільшується в напрямку інтенсифікації процесів пероксидації в періоди імплантації і плацентації ембріонів, а також швидкого росту плодів. Найбільш істотне підвищення вмісту дієнових кон'югатів встановлено на п'ятнадцяту ($p < 0,05$) і тридцять добу поросності ($p < 0,05$). У свиноматок остання декада поросності характеризується прискоренням перебігу процесів пероксидного окиснення: збільшується концентрація дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук в сальних ($p < 0,05$) і універсальних порід ($p < 0,05$). Це супроводжується істотним зниженням кількості аскорбінової кислоти ($p < 0,05 \dots 0,01$) і вітаміну Е ($p < 0,05 \dots 0,01$). Встановлена лабільність гомеостазу розкриває циклічний характер функції розмноження у тварин.

Доведено вплив типу вищої нервової діяльності на якість спермопродукції та перебіг пероксидних процесів у крові та спермі кнурів-плідників. Тривалість еякуляції у тварин сильного нестримного, слабкого і сильного інертного типів достовірно менше ($p < 0,001$) щодо тварин сильного врівноваженого жвавого типу вищої нервової діяльності. Максимальною функціональною активністю сперматозоїдів характеризувалися тварини сильного врівноваженого живого типу, а мінімальною – слабкого ($p < 0,001$).

У крові і спермі кнурів-плідників сильного неврівноваженого і слабкого типів вищої нервової діяльності протікання процесів пероксидації відбувається більш інтенсивно, система антиоксидантного захисту знаходиться на низькому рівні: менша активність супероксиддисмутази ($p < 0,05$), концентрації аскорбінової кислоти ($p < 0,001$), вітаміну А ($p < 0,01 \dots 0,001$) і вітаміну Е ($p < 0,001$).

Утримання кнурів-плідників в умовах підвищеної температури супроводжується прискоренням протікання процесів пероксидації та виснаженням системи антиоксидантного захисту в крові, що

супроводжується зниженням активності ($p < 0,05...0,01$), виживання ($p < 0,05$) та розмірів сперматозоїдів. Введення вітамінної добавки в складі кормосуміші істотно змінює стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в залежності від кількості додатково згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії та сповільнює розвиток оксидативного стресу у спермі за 38° , 17° та 5°C з підвищенням антиоксидантного захисту за рахунок збільшення вмісту вітамінів А ($p < 0,001$) і Е ($p < 0,001$). Найбільш істотний вплив вітамінної добавки виявлено за зберігання спермодоз впродовж 3-х годин за 38°C . Кнури-плідники, які протягом двох місяців отримували вітамінну добавку, мали вищу запліднювальну здатність сперматозоїдів після 24-х годин зберігання за 38° , 17° та 5°C ($p < 0,05...0,01$).

Введення лактатів Цинку, Селену, Купруму і Феруму у склад кормосуміші кнурам-плідникам змінює стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові, а величина змін залежить від кількості додатково згодовуваних лактатів мікроелементів. Додавання на 10 % понад норму лактатів мікроелементів після 60-ти днів згодовування сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює на 50 % активність супероксиддисмутази і на 23,6 % каталази та супроводжується сповільненням процесів пероксидації: знижується концентрація дієнових кон'югантів і ТБК-активних сполук. Згодовування на 20 % понад норму лактатів мікроелементів у складі кормосуміші кнурам-плідникам порівняно з контрольною групою після 30-ти днів стимулює процеси пероксидації. Встановлені закономірності змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу відмічались у спермі.

Зберігання спермодоз кнурів протягом 3-х годин за 38°C супроводжується незначним зниженням активності, терморезистентності, термостресстійкості і цілісності акросом сперматозоїдів. Оптимальною температурою для зберігання є 17°C , за якої забезпечується найвища рухливість гамет. Зберігання еякулятів за 5°C істотно знижує терморезистентність і

термостресстійкість, цілісність акросом сперматозоїдів. Додавання на 10 % понад норму лактатів мікроелементів після 60-ти діб згодовування за різних режимів зберігання підвищує активність ($p < 0,05$), терморезистентність ($p < 0,05$) і термостресстійкість сперматозоїдів. Згодовування лактатів мікроелементів на 20 % понад норму кнурам-плідникам прискорює процеси пероксидації та знижує фізіологічні характеристики якості сперматозоїдів.

Умови зберігання спермодоз кнурів-плідників істотно впливають на запліднювальну здатність сперматозоїдів. Добове зберігання спермодоз було оптимальним за 17 °С, а найбільш вразливими до температурного шоку виявились гамети за 5 °С зберігання. Встановлено істотні взаємозв'язки між активністю сперматозоїдів та процесами пероксидного окиснення у крові та спермі кнурів-плідників.

Ключові слова: прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, антиоксиданти, відтворювальний цикл, свинки, кнури, вища нервова діяльність, пероксидація, мікроелементи, вітаміни.

ABSTRACT

Usenko S.O. Prooxidant-antioxidant homeostasis in pigs depending on the physiological condition and methods of its correction. - Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a Doctor's of Agriculture degree by speciality 03.00.13. "Human and animal physiology". Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2021. The dissertation experimentally substantiates and theoretically generalizes the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in pigs depending on the physiological condition, age and productivity targeting.

The features of the homeostasis formation in the blood of pubertal gilts are revealed: during estrus the processes of peroxide oxidation are accelerated, and

with the increase in the number of sexual cycles the amplitude of homeostatic constants increases. The change in the phases of the sexual cycle in the blood of pubertal gilts affects the level of low molecular weight antioxidants: the content of reduced glutathione and ascorbic acid decreases, and the concentration of A and E vitamins during estrus increases ($p < 0.05$). Additional feeding of vitamin supplements with feed significantly affects the formation of the endocrine profile in gilts during puberty.

The greatest biological effects are observed during the 2nd and 3rd sexual cycles, characterized by increased concentrations of thyroxine, progesterone and estradiol-17 β , in particular during the estrus phase. The detected changes occur against the background of slowing down the peroxidation process, which is due to a significant increase in the amount of low molecular weight antioxidants in the blood.

It has been established that the permeability of the cervix in gilts increases with age and the number of sexual cycles. In animals with the first manifestation of estrus, the patency of the cervical canal is 4.6 cm and intensively increases by 2 times ($p < 0.001$) for the 2nd and by 2.5 times ($p < 0.001$) for the 3rd estrus. A new method for intracervical artificial insemination of gilts has been developed, which involves the penetration of a small volume of sperm through the cervix at a certain time of gilts insemination. Intracervical administration of a sperm dose (2 billion spermatozoa in 50 ml of diluent) to gilts during the 3rd estrus permits to achieve the fertilization rate of 86 % and the multifetation of 10.2 piglets.

It was clarified that the permeability of the cervix in gilts increases within 24 hours from the beginning of estrus, and the maximum indices of their reproductive ability were detected 24-36 hours after the sperm dose administration. The number of newborn live piglets is maximal when spermatozoa are administered into the cervix of gilts 12, 24 and 30 hours after the onset of estrus. Live weight of newborn piglets depends on the time of

gilts' artificial insemination and is maximum at the beginning of estrus and 24 and 30 hours after spermatozoa administration. Delay of artificial insemination up to 36 hours after the estrus onset leads to a decrease in multifetation ($p < 0,001$).

The theory of prooxidant-antioxidant homeostasis cyclic lability in female pigs during the reproductive cycle has been formulated and experimentally substantiated. The essence of the theory lies in a sharp shift of homeostatic constants of peroxide processes due to a certain physiological state of the animal, which can be a new field in the physiology of animal reproduction and be used as a theoretical basis in developing methods for managing metabolic processes.

During the estrus period, in the gilts' blood, the processes of peroxidation are accelerated: the content of diene conjugates ($p < 0.05$) and TBA-active compounds ($p < 0.05$) increases. Such changes occur against the background of a significant increase in concentrations of progesterone ($p < 0.05$) and estradiol-17 β ($p < 0.05$). With the onset of gestation, the lability of homeostasis increases in terms of peroxidation processes intensification during implantation and placentation of embryos, as well as rapid fetal growth. The most significant increase in the content of diene conjugates was found on the fifteenth ($p < 0.05$) and thirtieth day of gestation ($p < 0.05$). In sows, the last decade of gestation is characterized by the acceleration of peroxidation processes: the concentration of diene conjugates and TBA-active compounds in sebaceous ($p < 0.05$) and universal breeds ($p < 0.05$) increases. This is accompanied by a significant decrease in the amount of ascorbic acid ($p < 0.05 \dots 0.01$) and vitamin E ($p < 0.05 \dots 0.01$). The established lability of homeostasis reveals the cyclical nature of the reproductive function in animals.

The influence of the higher nervous activity type on the quality of sperm production and the course of peroxide processes in the blood and sperm of breeding boars is proved. The duration of ejaculation in animals of strong uncontrollable, weak and strong inert types is significantly less ($p < 0.001$) compared to animals of strong balanced lively type of higher nervous activity. The

maximum functional activity of spermatozoa was characteristic of animals of strong balanced lively type, and the minimum – of weak type ones ($p < 0.001$).

In the blood and semen of boars, with strong unbalanced and weak types of higher nervous activity, the peroxidation process is more intense, the antioxidant defense system is at a low level: lower superoxide dismutase activity ($p < 0.05$), lower concentrations of ascorbic acid ($p < 0.001$), vitamin A ($p < 0.01 \dots 0.001$) and vitamin E ($p < 0.001$).

Keeping boars at elevated temperatures is accompanied by accelerated peroxidation processes and depletion of the antioxidant defense system in the blood, accompanied by decreased activity ($p < 0.05 \dots 0.01$), survival ($p < 0.05$) and spermatozoa size. Introduction of a vitamin supplement into the feed mixture significantly changes the state of prooxidant-antioxidant homeostasis depending on the amount of additionally fed vitamins of antioxidant action and slows down the development of oxidative stress in semen at 38 °, 17 ° and 5 ° C with increasing antioxidant protection due to the increased content of vitamins A ($p < 0.001$) and E ($p < 0.001$). The most significant effect of vitamin supplements was found during storage of spermatozoa for 3 hours at 38 ° C. Breeding boars, who received a vitamin supplement for two months, had a higher fertilizing ability of spermatozoa after 24 hours of storage at 38 °, 17 ° and 5 ° C ($p < 0.05 \dots 0.01$).

Introduction of Zinc, Selenium, Copper and Ferrous lactates into the feed composition of breeding boars changes the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in the blood, and the magnitude of changes depends on the number of additionally fed lactates of trace elements. Adding 10 % of microelements lactates above the norm after 60 days of feeding helps to preserve the content of antioxidant vitamins, reduced glutathione, stimulates the activity of superoxide dismutase by 50 % and that of catalase by 23.6 % and is accompanied by a slowing of peroxidation processes: the concentration of diene conjugates and that of TBA-active compounds decrease. Feeding 20 % of microelement lactates above the norm in the feed mixture to breeding boars after 30 days stimulates peroxidation

processes in comparison with the control group. The established patterns of changes in prooxidant-antioxidant homeostasis were observed in semen.

Storage of boar sperm doses for 3 hours at 38° C is accompanied by a slight decrease in the activity, thermoresistance, thermostress resistance and integrity of the sperm acrosomes. The best storage temperature is 17° C, which provides the highest gamete mobility. Storage of ejaculate at 5° C significantly reduces thermoresistance and thermostress resistance, the integrity of spermatozoa acrosomes. Adding 10% of trace element lactates above normal after 60 days of feeding under different storage regimes raises the activity ($p<0.05$), thermoresistance ($p<0.05$) and thermostress resistance of spermatozoa. Feeding 20 % of microelement lactates above normal to breeding boars accelerates the processes of peroxidation and reduces the physiological characteristics of sperm quality.

Conditions of boars' sperm doses storage significantly affect the fertility of sperm. Daily storage of sperm doses was the best at 17° C, and the most vulnerable to temperature shock gametes were at 5° C. Significant correlations have been established between the spermatozoa activity and peroxidation processes in the blood and semen of breeding boars.

Key words: prooxidant-antioxidant homeostasis, antioxidants, reproductive cycle, gilts, boars, higher nervous activity, peroxidation, microelements, vitamins.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Роль активних форм кисню в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 55. Полтава, 2007. С. 66–73. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
2. Оцінка стану проксидантно-антиоксидантної системи у тварин та птахів / В. Ф. Коваленко, О. І. Цебржинський, А. М. Шостя, **С. О. Усенко** [та ін.] // *Птахівництво. Міжвідомчий тематичний збірник*. Вип. 60. Харків, 2007. С. 390–396. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
3. Вплив інтенсивності перебігу процесів перекисного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту на репродуктивну функцію самок у ссавців / А. М. Шостя, В. Ф. Коваленко, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 56. Полтава, 2008. С. 78–85. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
4. Усенко С.О. Особливості методичних підходів до штучного осіменіння свиней. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 64. Полтава, 2014. С. 105–110.
5. Трансцервікальне штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, А. В. Базалевич [та ін.] // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2016. Вип. 68. С. 68–74. (Здобувач

- провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
6. Формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок в період становлення статевої функції за корекції вітамінного живлення / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, О. І. Мироненко [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я*. Одеса, 2020. № 96. С. 25–33. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
7. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Стояновський, **С. Усенко**, А. Шостя [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я*. Одеса, 2020. № 97. С. 14–23. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

**Статті у наукових фахових виданнях України,
включених до міжнародних наукометричних баз даних**

8. Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, В. Г. Слинько [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 2. С. 93–97. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
9. Усенко С.О. Циклічна лабільність гомеостазу у свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 3. С. 125–131.
10. Усенко С.О. Особливості формування гомеостазу у циклюючих та порослих свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2019. Вип. 73. С. 226–233.
11. Новітні аспекти мінерального живлення свиней / **С. О. Усенко**, А. С. Сябро, В. І. Березницький [та ін.] // *Вісник Полтавської державної*

- аграрної академії. Полтава, 2019. № 4. С. 126–133. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
12. Усенко С.О. Оптимальні строки штучного осіменіння свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2020. Вип. 74. С. 81–87.*
13. Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства / С. О. Усенко, А. С. Сябро, А. А. Поліщук [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2020. № 1. С. 121–129. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
14. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в інкубованій спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів мікроелементів / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Наукові доповіді НУБіП. Київ, 2020. № 29 (84). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13948> (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
15. Вплив лактатів мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки. Львів, 2020. Т. 22. № 92. С. 28–34. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
16. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення / С. О. Усенко, А. М. Шостя, Г. О. Бірта [та ін.] // *Науково-практичний журнал «Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування». Харків, 2020. № С. 198–205. (Здобувач провів дослідження, статистичну*

обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).

17. Influence of vitamins on the prooxidant-antioxidant homeostasis in boars under the conditions of heat stress / **S. O. Usenko**, A. M. Shostya, V. G. Stoianovskyi [et al.] // *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*. Lviv, 2020. Vol. 3. № 2. P. 30–35. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
18. Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts / V. G. Stoyanovskyu, **S. O. Usenko**, A. M. Shostya [et al.] // *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*. Lviv, 2020. Vol. 3. № 3. P. 39–43. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
19. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, **С. О. Усенко**, А. М. Шостя [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 3. С. 196–204. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
20. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, **С. О. Усенко**, А. М. Шостя [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22, № 93. С. 3–9. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
21. Карповський В.І., **Усенко С.О.**, Шостя А.М. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на функціональну активність сперматозоїдів кнурів за корекції мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2020. № 6 (88). Режим доступу:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14678/12826>

(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).

Статті у фахових наукових виданнях іноземних держав

22. Усенко С.А. Динамика процессов перекисного окисления в свинок крупной чёрной породы в разные периоды репродуктивного цикла. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов* / гл. редактор В. В. Великанов. Горки: БГСХА, 2020. Вып. 23. Ч. 1. С. 55–62.
23. Физиологические факторы формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок / В. П. Рыбалко, **С. А. Усенко**, А. М. Шостя [и др.] // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. Теоретический и научно-практический журнал*, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Белгород, 2020. Вып. 2 (16). С. 106–113. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
24. Использование лактатов микроэлементов для повышения качества сохраняемой спермы хряков / В. П. Рыбалко, **С. А. Усенко**, А. М. Шостя [и др.] // *Зоотехния*. Москва, 2020. № 7. С. 23–29. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
25. Усенко С. А. Формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок в период становления половой функции. *Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов* / вед. редактор М.В. Джумкова. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2020. Т. 55. В 2 ч. Ч. 1. С. 188–194.
26. Влияние фаз воспроизводительного цикла на формирование прооксидантно- антиоксидантного гомеостаза у свинок / **С. А. Усенко**,

А. М. Шостя, А. С. Сябро [и др.]// *Инновации в животноводстве – сегодня и завтра* : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (г. Жодино, 19–20 декабря 2019 г.). Минск : Беларуская навука, 2019. С. 146–150. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

Статті у виданні,

включеному до міжнародної наукометричної бази Web of Science

27. Проникність цервікса та оптимальні строки запліднення у пубертатних свинок / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, А. А. Поліщук, О. Г. Мороз, В. Г. Стояновський, В. І. Карповський, С. М. Білаш // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2018. № 3 (65). С. 223–226. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
28. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок впродовж відтворювального циклу / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, А. А. Поліщук [та ін.] // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2019. № 2 (68). С. 230–233. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

Монографії

29. Физиологические аспекты метаболизма в системе «мать–плацента–плод» у свиньи / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, **С. А. Усенко** [и др.]; под. ред. В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя. Полтава : ООО «Фирма «Техсервис», 2012. 204 с. *(Дисертант виклав результати своїх досліджень, а також брав*

участь в упорядкуванні розділів).

Патенти на корисну модель

30. Деклараційний патент на винахід № 66518 А Україна, МПК (2013.01) А23К 1/00; А01К67/00. Спосіб прискороного визначення вмісту вітаміну С та його ізомерів у спермі кнурів / Коваленко В. Ф., Шостя А. М., **Усенко С. О.** Заявник Інститут свинарства і АПВ НААН. – № 2003065510; заявлений 13.06.2003; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
31. Патент на корисну модель № 118568 Україна, МПК (2017.01) А61D 19/00. Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней/ **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Поліщук А. А., Сарнавська І. В., Рибас М. В., Гиря В. М., Стояновський В. Г., Цибенко В.Г., Засуха Ю.В., Волощук В.М. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № u 2017 02534; заявлений 20/03/2017; опубл. 10/08/2017, Бюл. № 15. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
32. Патент на корисну модель № 119099 Україна, МПК А61D 19/02 (2006.01). Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок/ **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Поліщук А. А., Гиря В. М., Рокотянська В. О., Горб О. О., Волощук О. В., Стояновський В. Г., Засуха Ю. В., Цибенко В. Г., Кузьменко Л. М., Ступарь І. І. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № u 2017 03185; заявлений 03/04/2017; опубл. 11/09/2017, Бюл. № 17. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
33. Патент на корисну модель № 133103 Україна, МПК А23К 50/30 (2016.01), А23К 20/174 (2016.01). Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу/ **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Поліщук А. А., Березницький В. І., Усенко О. О., Павлова І. В., Ступарь І. І., Бондаренко О. М., Сокирко М. П., Невідничий О. С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – №

- и 2018 09964; заявлений 05/10/2018; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
34. Патент на корисну модель № 132475 Україна, МПК (2019.01) А61D 19/00, А61К 31/385 (2006/01), А61Р 15/00, В82У 5/00. Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів/
Усенко С. О., Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Каплуненко В. Г., Пащенко А. Г., Усенко О. О., Павлова І. В., Ступарь І. І., Бондаренко О. М., Сокирко М. П., Невідничий О. С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № и 2018 09937; заявлений 05/10/2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 4. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*

Статті в інших наукових виданнях

35. Методика визначення вітамінів А, Е і загального холестерину в різних тканинах свиноматок і плодів / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава, 2005. С. 114–118. *(Дисертант модифікував методику визначення вітамінів А і Е у тканинах тварин та виклав результати досліджень).*
36. Коваленко В.Ф., Шостя А.М., **Усенко С.О.** До методики визначення вітаміну С у тканинах тварин. *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава, 2005. С.119–121. *(Дисертант модифікував методику визначення вітаміну С у тканинах тварин та виклав результати досліджень).*

Опубліковані праці апробаційного характеру

37. Сучасні методи підвищення відтворювальної функції свиней / А. М. Шостя, **С. О. Усенко**, О. С. Невідничий [та ін.] // *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України*. Матеріали

- Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 12 жовтня 2017 р.) / за заг. ред. проф. М.В. Гриньової. Полтава: Астроя, 2017. С. 75–79. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
38. **Усенко С.О.**, Шостя А.М. Штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми. *Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Чернігів, 03–05 травня 2018 р.). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018. С. 89–90. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
39. Ефективні репродуктивні біотехнології у свинарстві / **С.О. Усенко**, А. М. Шостя, Ю. С. Скрипник, О. О. Усенко *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ; за заг. ред. проф. Пилипенка С.В. Полтава: Астроя, 2018. С. 236–238. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
40. **Усенко С. О.**, Шостя А. М. Новий метод штучного осіменіння свиноматок. *Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта* : матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 12–13 березня 2020 р.). Полтава : ПУЕТ, 2020. С. 179–181. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
41. **Усенко С.О.**, Шостя А.М. Пероксидне окиснення у спермі при різних температурах зберігання за корекції мінерального живлення кнурів-плідників. *Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів (м. Дніпро, 6–7 травня 2020

- р.). Дніпро, 2020. С. 62–64. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).*
42. Усенко С.О. Циклічна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок. *Актуальні проблеми фізіології тварин* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020 р.). Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 100–101.
43. Теорія циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок / С. О. Усенко, В. Ф. Коваленко, В. Г. Стояновський, А. М. Шостя [та ін.] // *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 22–23 жовтня 2020 р.) Полтава: Астрія, 2020. С. 236–238. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).*
44. Усенко С.О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення. *Актуальні питання технології продукції тваринництва*: Збірник статей за результатами V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 29–30 жовтня 2020 р.) Полтава, 2020. С. 17–23.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	24
ВСТУП.....	25
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	33
1.1. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на перебіг фізіологічних функцій в організмі тварин.....	33
1.2. Роль фізіологічних факторів у регуляції прооксидантно- антиоксидантного гомеостазу та формуванні репродуктивної здатності свиней.....	40
1.3. Вплив екзогенних факторів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз свиней.....	52
1.3.1. Вплив теплового стресу на процеси відтворення у тварин.....	52
1.3.2. Роль вітамінно-мінерального живлення в регуляції перебігу вільнорадикального пероксидного окиснення.....	64
1.4. Заключення з огляду літератури.....	75
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІЖЕНЬ.....	77
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	96
3.1. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свинок у різні періоди відтворювального циклу.....	96
3.1.1. Динаміка процесів пероксидного окиснення і системи антиоксидантного захисту у крові свинок у різні фази статевого циклу.....	96
3.1.1.1. Активність ензимних і вміст неензимних антиоксидантів у крові циклюючих свинок.....	96
3.1.1.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свинок в період еструсу та оптимальні строки інтрацервікального штучного осіменіння.....	101

3.1.2. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові свинок різного напрямку продуктивності залежно від їх фізіологічного стану.....	112
3.2. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові і спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності...	167
3.2.1. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності...	167
3.2.2. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності.....	170
3.3.3. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності...	178
3.3. Способи корекції прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу організму свиней для підвищення їх відтворювальної здатності.....	183
3.3.1. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз та відтворювальну здатність кнурів-плідників у період теплового стресу.....	183
3.3.1.1. Зміна прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові кнурів-плідників.....	183
3.3.1.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у зберігаємій спермі кнурів-плідників.....	189
3.3.1.3. Якість спермопродукції кнурів-плідників.....	205
3.3.1.4. Морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників.....	208
3.3.2. Вплив мінеральної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз та відтворювальну здатність кнурів-плідників.....	223
3.3.2.1. Зміна прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові кнурів-плідників	223

3.3.2.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у зберігаємій спермі кнурів-плідників.....	228
3.3.2.3. Якість спермопродукції кнурів-плідників.....	245
3.3.2.4. Морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників.....	249
3.4. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок.....	269
Висновки до розділу 3.....	279
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ...	287
ВИСНОВКИ.....	313
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	319
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	320
ДОДАТКИ.....	381

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АК – аскорбінова кислота

АОЗ – антиоксидантний захист

АФО – активні форми Оксигену

ВБ – велика біла порода свиней

ВНД – вища нервова діяльність

ВРПО – вільнорадикальне пероксидне окиснення

ВЧ – велика чорна порода свиней

ГПО – глутатіонпероксидаза

ГТ – відновлений глутатіон

ДАК – дегідроаскорбінова кислота

ДК – дієнові кон'югати

КСТ – ксантинооксидаза

КТ – каталаза

М – миргородська порода свиней

О.Е. – одиниць екстинції

ПАГ – прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз

ПМ – полтавська м'ясна порода свиней

ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів

ПР – пероксидаза

ПРЕ – пероксидна резистентність еритроцитів

РО – вільні радикали Оксигену

СОД – супероксиддисмутаза

ТБК-активні сполуки – речовини, які взаємодіють з тіобарбітуровою кислотою

УМ – українська м'ясна порода свиней

У.О. – умовних одиниць

УСБ – українська степова біла порода свиней

ЧБП – червона білопояса порода свиней

ВСТУП

Актуальність теми. У забезпеченні продовольчої безпеки держави провідна роль належить прискоренню науково-технічного прогресу в галузі тваринництва. Саме сільськогосподарській науці належить розробити ефективні вітчизняні методи підвищення продуктивності тварин за інтенсивного тривалого їх використання [29, 72, 153, 174].

Одним з основних важелів збільшення виробництва м'яса є поліпшення системи відтворення стада і підвищення кількості та якості отриманого молодняку. Завдяки основній біологічній особливості свиней – значному потенціалу відтворювальної здатності, відкривається можливість одержання від свиноматки понад двох опоросів на рік (до 30 поросят) [78]. Галузь свинарства може стати надійним фундаментом у забезпеченні населення України свининою [48, 58, 159].

Незважаючи на активне впровадження інноваційних технологій в галузі свинарства, окремі етапи виробництва, надто відтворення поголів'я, потребують подальшого з'ясування, зокрема щодо впливу фізіологічних факторів на підвищення заплідненості і багатоплідності свиноматок. Це вимагає наукового обґрунтування для розроблення фізіологічних методів регуляції відтворювальної функції (сперміогенезу, запліднення, розвитку ембріонів), яка динамічно контролюється прооксидантно-антиоксидантним гомеостазом [43, 131, 145, 146, 278, 306, 374, 413, 466].

Крім того, в умовах промислового свинарства спостерігається низька заплідненість ремонтних свинок через нерегулярні статеві цикли, що ускладнює синхронізацію осіменіння, отримання опоросів та формування однорідних груп молодняку.

Також у роботі середніх і малих господарств з виробництва свинини ще не достатньо широко використовується один з інноваційних методів поліпшення породних і продуктивних якостей свиней – штучне осіменіння. Тому актуальним є розроблення методів і способів підвищення

репродуктивної здатності кнурів-плідників шляхом удосконалення їх технології утримання, годівлі та використання [73, 2, 238, 241, 261, 277, 320]. Наукове розроблення окреслених питань має значне теоретичне і практичне значення в умовах інтенсивного ведення свинарства.

Серед основних завдань новітніх систем відтворення свиней є отримання високопродуктивних нащадків на тлі ефективного використання свиноматок за рахунок плідних осіменінь, оптимізації умов розвитку ембріонів, зниження рівня вибракування свинок та скорочення відтворювального циклу. Це можна досягти за рахунок розроблення інноваційних способів підвищення відтворювальної здатності свиноматок, особливо за рахунок цілеспрямованого корегування їх вітамінно-мінерального живлення, для підвищення показників потенційного і фактичного багатопліддя, отримання біологічної повноцінності гамет, покращення заплідненості свиноматок, виживаності ембріонів, з використанням метода штучного осіменіння [2, 13, 78, 98, 216, 443, 479, 489, 491].

Окреслені проблемні питання є актуальними, мають теоретичну і практичну цінність, проте є мало дослідженими у світлі фундаментального розкриття окремих фізіологічних закономірностей відтворної функції свиней, саме тому і виникла необхідність у їх розробленні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведені згідно з тематичними планами науково-дослідних робіт Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН за темами: «Удосконалити технологію трансплантації ембріонів і штучного осіменіння свиней та вивчити вплив комплексу біологічно-активних речовин на перетравність кормів» (№ ДР 0101U003258); «Розкрити фізіолого-біохімічні закономірності дії на організм свині біопрепаратів та нетрадиційних кормових добавок, спрямованих на підвищення конверсії корму» (№ ДР 0106U004220); «Дослідити фізіолого-біохімічні закономірності процесів травлення у свиней для уточнення системи

нормованої годівлі» (№ ДР 0111U004037); «Розробити технологію інтракорпорального штучного осіменіння свинок» (№ ДР 0116U005011); Полтавської державної аграрної академії – «Розроблення та впровадження новітніх репродуктивних біотехнологій у свинарстві» (№ ДР 0119U101637).

Мета і завдання досліджень. Науково обґрунтувати формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу організму свиней залежно від фізіологічного стану, породи та розробити ефективні способи підвищення їх продуктивності.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- встановити особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок у різні періоди становлення статевої функції;
- проаналізувати стан ензиматичної і неензиматичної ланок антиоксидантного захисту у крові свинок залежно від прояву фаз статевого циклу та установити взаємозв'язки між ними;
- визначити стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок з різним типом продуктивності залежно від їх фізіологічного стану;
- дослідити особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові і спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності;
- з'ясувати зміни фізіологічних показників якості спермопродукції та компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в кнурів-плідників у період теплового стресу;
- проаналізувати ступінь взаємозв'язку між рівнем констант гомеостазу у тканинах свиней з показниками їх відтворювальної здатності;
- розробити способи коригування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу свиней для підвищення їх продуктивності та визначити економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз організму різних статевих і вікових груп свиней за впливу фізіологічних факторів та способи його корекції.

Предмет дослідження – фізіолого-біохімічні показники крові, сперми, кількісні та якісні показники спермопродукції, прояв умовно-рефлекторної діяльності, статеві цикли та періоди поросності.

Методи дослідження – морфометричні (довжина і ширина сперматозоїдів), фізіологічні (визначення типу вищої нервової діяльності, якості спермопродукції, статевих циклів, проникності цервікса), біохімічні (визначення вмісту вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти, відновленого глутатіону, дієнових кон'югатів, ТБК-активних сполук, тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β , прогестерону, тестостерону, активності каталази і супероксиддисмутази), зоотехнічні (визначення показників продуктивності свиноматок), статистичні (визначення середніх величин і їх похибок, вірогідності отриманих результатів, описова статистика, кореляційний аналіз отриманих даних).

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше на основі власних досліджень сформульовано та експериментально обґрунтовано теорію циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в самок свиней упродовж відтворювального циклу. Суть теорії полягає в різкому зрушенні гомеостатичних констант пероксидних процесів, зумовлених певним фізіологічним станом тварини, що може бути новітнім напрямом в фізіології розмноження тварин і використовуватись як теоретична основа в розробленні методів управління метаболічними процесами. Встановлена лабільність гомеостазу розкриває циклічний характер функції розмноження у тварин.

Отримано нові наукові дані про закономірності формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок у період становлення статевої функції і визначені нові підходи для коригуючого впливу на підвищення їх відтворювальної здатності.

Уперше виявлено відмінності активності ензимів антиоксидантного захисту та вмісту продуктів пероксидного окиснення у крові і спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності і суттєву

функціональну диференціацію із забезпечення фізіологічного перебігу процесів розмноження.

Наведено порівняльну характеристику особливостей прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та активності сперматозоїдів кнурів-плідників, що суттєво доповнює і поглиблює теоретичні знання для розроблення ефективних методів спрямованої регуляції фізіологічних функцій організму.

З'ясовано нові особливості зберігання сперматозоїдів поза організмом та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в кнурів-плідників, які забезпечили розроблення способів підвищення репродуктивної функції та життєздатності сперматозоїдів.

Встановлені фізіологічні особливості відтворювальної здатності свинок, теоретично обґрунтовано й визначено нові напрями удосконалення технології їх штучного осіменіння. Досліджено й доведено ефективність розробленого режиму осіменіння свинок з використанням принципово нового приладу для штучного осіменіння.

Наукова новизна отриманих результатів підтверджена 5 патентами України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження з формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней залежно від фізіологічного стану забезпечили розроблення новітніх способів підвищення відтворювальної здатності кнурів-плідників і свинок.

Розроблений новий спосіб для інтракорпорального штучного осіменіння свинок, який передбачає проникнення через цервікс невеликого об'єму сперми у визначені терміни осіменіння свиноматок (Патент України на корисну модель № 119099).

Розроблений спосіб прискореного визначення вмісту вітаміну С і його ізомерів у спермі та її плазмі для контролю забезпеченості організму кнурів вітаміном С та інтенсивності перебігу процесів пероксидації (Патент України на корисну модель № 66518 А).

Результати досліджень мають фундаментальне значення у вивченні

особливостей регуляторного впливу типу вищої нервової діяльності на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в організмі свиней, а також доповнюють дані про вплив вітамінів і мікроелементів, отриманих за допомогою нанотехнологій, на їх відтворювальну здатність.

Запропоновано ефективний спосіб корекції вітамінно-мінерального живлення кнурів-плідників для поліпшення якості спермопродукції в умовах теплового стресу, що розширює їх значення в фізіології розмноження тварин.

Розроблено й запропоновано нові ефективні способи коригування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу для підвищення відтворювальної функції свиней (Патенти України на корисну модель №№ 118568, 119099, 133103, 132475). Ці способи впроваджені в програми годівлі різних виробничих груп свиней, а також використані для підвищення інтенсивності використання кнурців на станціях і пунктах штучного осіменіння в Державних підприємствах дослідних господарствах мережі Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН: «Степне», «імені Декабристів», ПрАТ «Племсервіс» Полтавської області, що підтверджено актами впровадження.

Матеріали роботи про особливості становлення репродуктивної функції у кнурців і свинок використовуються в науковій та практичній роботі викладачів і аспірантів кафедр закладів вищої освіти: генетики, розведення та біотехнології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України; анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету; технології виробництва і переробки продукції тваринництва Одеського державного аграрного університету; фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету; нормальної і патологічної фізіології тварин Харківської державної зооветеринарної академії; нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавської державної аграрної академії; товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи Вищого

навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», що підтверджується актами про впровадження.

Матеріали стосовно прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней залежно від періоду репродуктивного циклу, віку, статі, породи і напряму продуктивності, отримані вперше, доцільно використовувати в роботі науково-дослідних та виробничих лабораторій.

Особистий внесок здобувача. Здобувачка особисто здійснила пошук і аналіз літератури за темою дисертаційної роботи, сформулювала мету і визначила основні напрями досліджень, провела весь обсяг досліджень. Аналіз, інтерпретацію одержаних результатів, формування висновків і пропозицій проведено під методичним керівництвом наукових консультантів, докторів ветеринарних наук, професорів В. Г. Стояновського і В. І. Карповського. Зі спільних із співавторами експериментальних досліджень і публікацій дисертантом використано, за їх згодою, лише результати власних досліджень. Особистий внесок у наукові праці, які опубліковані у співавторстві, зазначено у списку друкованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи повідомлені і схвалені на: розширених засіданнях вченої ради Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН (2005–2016 рр.) та засіданнях вченої ради факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії (2017–2020 рр.); Міжнародних науково-практичних конференціях: «Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України» (м. Полтава, 2017 р.); «Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology» (м. Чернігів, 2018 р.); «Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини» (м. Полтава, 2018 р.); «Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта» (м. Полтава, 2020 р.); «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (м. Дніпро, 2020 р.); «Актуальні проблеми фізіології тварин» (м. Полтава, 2020 р.); «Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти

здоров'я людини» (м. Полтава, 2020 р.); «Актуальні питання технології продукції тваринництва» (м. Полтава, 2020 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 44 наукових працях, з них 21 – у фахових наукових виданнях, затверджених ДАК МОН України, 2 – у виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Web of Science; 5 – в іноземних виданнях, 5 – патентах України на корисну модель, 2 – у інших виданнях, 8 – тезах доповідей, 1 – монографії.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація викладена на 418 сторінках комп'ютерного тексту, що включає такі розділи: «Анотації», «Вступ», «Огляд літератури», «Матеріали і методи досліджень», «Результати досліджень», «Аналіз і узагальнення результатів досліджень», «Висновки», «Пропозиції виробництву», «Список використаних джерел», «Додатки». Робота ілюстрована 91 таблицями, 12 рисунками і 6 додатками. Список літератури налічує 494 джерела, серед них 271 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на перебіг фізіологічних функцій в організмі тварин

Процеси вільнорадикального пероксидного окиснення, вбудовуючись у основні ланки метаболізму, забезпечують і контролюють фізіологічні процеси, що є основою життєдіяльності тварин. В основі реагування їх організму на зовнішні і внутрішні чинники лежать кортико-вегетативні механізми вищої нервової та автономної нервової систем, діяльність яких в значній мірі обумовлюється станом прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [45, 59, 71].

Діяльність нервової системи визначається функціонуванням синаптичних зв'язків, де в ролі медіаторів часто виступають АФО та їх реактивні сполуки серед яких провідна роль відводиться синглетному Оксигену ($^{\Delta}\text{O}_2$), супероксиданіонрадикалу ($\text{O}_2^{\cdot-}$), гідроксильному радикалу $[\text{OH}\cdot]$ пероксиду гідрогену (H_2O_2), наявність яких широко представлена у різних тварин.

Надмірні кількості АФО на субклітинному, клітинному і органному рівнях живих організмів проявляють найчастіше сильну руйнівну дію. Саме в процесі адаптації до існування у 20% середовищі Оксигену у тварин відбулось подовження етапів функціонування дихального ланцюга, котрий попереджує «згорання» клітин за рахунок злагодженої роботи антиоксидантів. Однак, мітохондрії і тепер залишаються головним джерелом АФО у клітинах.

Інтенсивність пероксидного окиснення головним чином стимулюється АФО, які, будучи високо реакційноздатними, можуть відкривати К-АТФ канали у мембранах мітохондрій [487], гальмувати ензими, ушкоджувати мембрани і порушувати структуру ДНК, активувати транскрипцію генів синтезу антиоксидантів [436]. У вигляді ліпідних пероксидів контактують з

хроматином, регулюючи мітоз [456] і стимулюють розвиток апоптозу клітин хвоста пуголюків, що є основним механізмом у їх метаморфозі [305].

АФО проявляють не тільки токсичний ефект, але й модулюють життєдіяльність клітин і їх функції. Так, окиснюючи ліпопротеїди низької щільності, вони впливають на клітинні механізми передачі сигналів ядерної трансдукції [230, 352] та синтезу еритропоєтину у відповідь на виникнення гіпоксії [260].

У тваринних організмах перебіг вільнорадикального окиснення контролюється багаторівневою системою АОЗ, яка гальмує пероксидне окиснення, інактивує АФО і метаболіти пероксидації. Ензимна ланка антиоксидантного захисту представлена – глутатіонпероксидазами (активний центр Se), супероксиддисмутазою (активні центри Cu, Zn, Mn) і каталазою (активний центр Fe). Ланка низькомолекулярних антиоксидантів представлена – відновленим глутатіоном, ретинолом, токоферолом [69, 282, 231], аскорбіною кислотою [346] та іншими сполуками. При цьому довготривале згодовування високих доз вітаміну А, вітаміну С, вітаміну Е навпаки стимулює розвиток оксидативного стресу в тканинах [69]. Отже, вільнорадикальне пероксидне окиснення є складовою частиною нормального метаболізму в організмі тварин, а рівень генерування АФО, інтенсивність перебігу процесів пероксидації, що регулюється системою АОЗ визначається як прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз (ПАГ) клітин чи організму.

Дія стресових факторів супроводжується інтенсифікацією пероксидного окиснення, де за рахунок активації антиоксидантних систем відбувається гальмування [5, 6]. Запорогова дія подразника зменшує рівень АОЗ організму, зміщуючи ПАГ та супроводжується порушенням фізіологічних функцій організму тварин.

У розвитку стресових реакцій при настанні мозкової ішемії або перфузії провідна роль належить АФО, які швидко окиснюють жирні кислоти, пошкоджуючи мембрани [405]. У відновленні патологічних змін, що виникли

унаслідок оксидативного стресу головне значення належить токоферолу, через наднизьку поникність гематоенцефалічного бар'єру провідних антиоксидантних ензимів СОД і КТ [269, 445]. Іншому жиророзчинному антиоксиданту – ретиноїдній кислоті – притаманна антиапоптична дія на клітини гіпокампу, що підтверджується гальмуванням його розвитку за рахунок стимуляції активності СОД-1 та СОД-2 [228]. Даним ензимам належить провідна роль у захисті мозкових структур від дії вірусів, за рахунок їх екскреції до цереброспінальної рідини та мозкових судин [378].

Перехід до аеробного дихання після народження у поросят супроводжується окиснювальним стресом та істотним зростанням продуктів пероксидації. Унаслідок їх відлучення від свиноматок інтенсифікуються процеси пероксидації та суттєво зростає потреба у вітамінах антиоксидантної дії [127, 163].

Радикалам Оксигену належить провідна роль у запуску внутрішньоклітинних процесів, пов'язаних з регуляцією тону судин та в цілому функціонуванні серцево-судинної системи [236, 265], де надмірна кількість АФО у внутрішньоклітинному середовищі ушкоджує структуру мікрофіламентів, шляхом руйнування колагену [414]. При цьому ці сполуки, впливаючи на мембранні канали та саркоплазматичний апарат, змінюють скорочувальну і дилаторну функцію судин [313, 232, 385]. Доведено, що додатково введена СОД оптимізує роботу міоцитів, відновлюючи тонус судин [282].

У відповідь на розвиток оксидативного стресу у ендотеліальних клітинах судинної стінки відбувається синтез власних антиоксидантів під контролем генів NKEF-A і В. Даний процес стимулюється окисненими ліпопротеїдами низької щільності [434].

Процес відкладання холестеролу в судинних стінках супроводжується окисненням ліпопротеїдів низької щільності, ненасичених ефірів, холестерину внаслідок зниження активності ПР [446, 452, 471, 480]. Цей процес істотно гальмується при використанні антиоксидантних вітамінів,

особливо токоферолу, який швидко зв'язується з ліпідами низької щільності [322], покращує роботу мембран тромбоцитів і фагоцитів [328]. Використання аскорбінової кислоти гальмує процес генерування АФК у клітинах судинної стінки [234, 267].

Поряд із регулюванням роботи судин АФО належить вагоме значення у функціональній діяльності міокарду, ці сполуки часто є стимуляторами ішемії – зменшення концентрації Оксигену, що супроводжується зниження енергетичних процесів, а також підвищенням рівня реактивних сполук, активізацією КТ та настанням апоптозу ендотеліальних клітин [304] та кардіоміоцитів [92, 376]. Безпосереднє надходження до кардіоміоцитів СОД дозволяє швидко знімати наслідки ішемії і перфузії [263].

Насамперед комплексне згодовування антиоксиданних вітамінів тваринам сприяє оптимізації структури мітохондріальних мембран та діяльності кардіоміоцитів [323]. Так, введення вітаміну Е в культуральне середовище для культивування кардіоміоцитів інгібує активність СОД, КТ нормалізує обмін ГТ на тлі перебігу процесів пероксидації в межах фізіологічної норми [420].

Систематичні фізичні навантаження супроводжуються зростанням АФО в межах фізіологічної норми, що стимулює синтез високомолекулярних антиоксидантів (КТ) у серцевому м'язі та підвищує стійкість організму до прискорення процесів пероксидного окиснення [417, 418, 419, 424, 426, 430, 437]. На тлі понаднормових фізичних навантажень розвивається окиснювальний стрес (зменшується активність СОД та КТ) в організмі в цілому, який супроводжується зниженням резистентності через виснаження лімфоїдних тканин, інтоксикацією печінки [240] та порушенням структури білків в міоцитах [268].

Тренування поперечно смугастих м'язів істотно активізує пероксидне окиснення в мітохондріях [448, 461]. Такі зміни супроводжуються зростанням кількості АФО, які стимулюють активацію синтезу СОД у різних тканинах організму [294, 311, 315, 405]. Властивість поперечносмугастих

м'язів до власного незначного синтезу реакційних сполук є фізіологічно необхідною властивістю для передачі сигналів збудження, скорочення міоцитів [301, 420, 460] та регуляції роботи м'язів в цілому [419].

Довготривале скорочення м'язів стимулює розвиток гіпоксії і розвиток окиснювального стресу [267]. В цей період істотно підвищується кількість первинних продуктів пероксидації – дієнових кон'югатів та окиснених жирних кислот, що супроводжується змінами як у клітинних мембранах так і органелах [356]. Відновлення кровотоку в судинах після тривалої ішемії інколи стимулює подальші деструктивні зміни як в мітохондріях, так і в цілому в міоцитах [467]. Причиною може слугувати висока активність КСТ та виснаження системи АОЗ [329, 351, 473]. Надмірна кількість АФО у міоцитах змінює структуру і знижує властивості скоротливих білків внаслідок порушення роботи Са і К - іонних каналів, також роботи іонних натрій і калійових насосів [287, 341, 476]. Відомі випадки мітохондріальної міопатії, яка виникала внаслідок мутацій мітохондріальних ДНК та ядерних генів, що супроводжується виходом АФО із дихального ланцюга [347].

Доведено існування міжтканинної різниці за функціональною активністю СОД, де в порядку зменшення її рівня різні тканини виражувались у такій послідовності – ендометрій, печінка, нирки та міометрій [215]. Інші дослідники виділяють тканини із високим рівнем цього ензиму – це печінка, нирки, кардіоміоцити та кишковий епітелій [343].

В основі резистентності організму тварин є здатність макрофагів до генерування АФО через активність НАДФ-оксидаз, останні також стимулюють старіння кров'яних клітин [376]. Діяльність нейтрофілів пов'язана із інтенсивним поглинанням Оксигену, який в подальшому буде використано при респіраційному вибуху внаслідок активації НАДН-оксидази у вигляді супероксиданіонрадикалу ($\cdot\text{O}_2^-$), гідроксильного радикалу ($\text{OH}\cdot$) і пероксиду гідрогену (H_2O_2) в якості окиснювачів мембран патогенних організмів [7, 41, 248]. В разі коли бактерицидність АФО фагоцитів є недостатньою після встановлення системи «фагоцит-мікроорганізм» останні

можуть бути знешкоджені пероксидом. У подальшому, в залежності від створених умов, можливий розвиток процесу руйнування фагосом або бактеріями [41].

Розвиток стресу супроводжується накопиченням пероксиду гідрогену у крові зокрема лімфоцитах, моноцитах, лейкоцитах і нейтрофілах, що є ключовим фактором у формуванні імунітету, зокрема його бактерицидної активності [41, 481]. Джерелом АФК у цих клітинах часто виступає моноаскорбат, який є проміжною формою при відновленні аскорбату з дегідроаскорбату, успішність цього процесу залежить від вмісту відновленого глутатіону та забезпеченості організму вітаміном Е [369]. Крім того процес ізомеризації аскорбінової кислоти стимулюється наявністю активних сполук заліза з білками та функціональною активністю СОД і КТ [481].

Найбільш лабільним перебігом процесів пероксидації характеризуються альвеолоцити та ендотеліальні клітини судин [377]. Це обумовлено тим, що легенева тканина першою стикається з атмосферним Оксигеном, який може активувати процеси пероксидації і фібринолізу [295, 324]. Стійкість до ушкодження альвеолоцитів АФО визначається тіол/дисульфідним співвідношенням [469]. Це підтверджується дослідями на новонароджених поросятах розміщених у середовище із високим вмістом Оксигену. Недовготривале їх перебування супроводжувалось збільшенням маси легень та насиченістю альвеолоцитів мітохондріями, що супроводжувалось інтенсивною інактивацією АФО антиоксидантними ензимами – СОД, КТ, ГП [474]. Проте саме молекули пероксиду гідрогену часто є пусковим механізмом для збільшення оксигенної ємності легеневої тканини за рахунок збільшення кровоносної сітки, ключовим фактором є активація ERK1 і ERK2 [490].

Встановлено наявність вікових відмінностей у адаптації тварин до насиченості Оксигеном атмосферного повітря. Молодші особини були менш вразливими до оксидативного стресу відносно дорослих [383, 464]. В умовах

осцилюючого середовища за насиченістю Оксигеном, тваринний організм здатен до адаптації шляхом підвищення рівнів функціональної активності СОД і КТ [295, 297, 382, 395].

Загальні ушкодження організму тварин унаслідок розвитку оксидативного стресу найчастіше супроводжуються підвищенням активності антиоксидантних ензимів та їх синтезу перш за все у печінці, де інактивується майже 40% пероксиду гідрогену. Печінка є місцем акумулювання ліпофільних антиоксидантів ретинолу, токоферолу і холестеролу, а також активних центрів антиоксидантних ензимів (Селену, Заліза, Міді, Цинку та Марганцю). Внаслідок пошкодження за участю АФК тих чи інших систем організму, у цьому органі відбувається вивільнення ключових антиоксидантів. Зокрема, при ушкодженні кардіоміоцитів, у кров швидко надходять із цього органу ретинолзв'язуючі білки [392]. При цьому, внаслідок настання А-гіповітамінних станів, в першу чергу ушкоджуються в гепатоцитах мітохондрії. Через некерований перебіг процесів пероксидації та виснаження тілової системи такі зміни часто носять незворотний характер [244].

Синтез печінковою тканиною антиоксидантних ензимів - Cu-Zn та Mn-СОД, КТ та ГП, найчастіше лімітується біологічною доступністю із кормів есенціальних мікроелементів.

Недостатнє надходження Міді і Цинку в організм тварин з кормом стає причиною зниження рівня активності Cu-Zn-СОД, пероксидаз, КТ у печінці, що підвищує ймовірність зміни структури ДНК внаслідок окиснювального стресу [303, 394].

Нетривала нестача Селену у спожитому кормі гальмує синтез і активність ГПО у еритроцитах та гепатоцитах [91]. Дані ефекти зникають після введення сполук цього мікроелемента, що проявляються у підвищенні рівня зазначеного ензиму у тканинах поросят [82, 163]. Близьку закономірність у свиней виявлено при тривалому вживанні високого вмісту жирових компонентів в кормі, що викликало інтенсифікацію пероксидного

окиснення у нирках. Однак включення до раціону більших доз токоферолу і аскорбінової кислоти сприяло зиженню патогенних наслідків після тривалої жирної дієти [259]. Найбільшими індикативними показниками зниження наслідків оксидативного стресу у печінці і нирках вважають активність СОД, КТ та ГП [256, 428]. Зазначені ензими відіграють важливу роль у розвитку процесів старіння [39, 40, 362].

Зміщення стану ПАГ в напрямі інтенсифікації процесів пероксидації зареєстровано в ниркових лоханках при появі кристалів оксалатів, такі зміни відбуваються на тлі виснаження системи АОЗ перш за все за рахунок швидкого окиснення глутатіону. Розвиток компенсаторного механізму – підвищення активності СОД і КТ на нетривалий час може забезпечити нирку від накопичення АФО, які стимулюють процес утворення великих сольових кристалів [331, 447].

1.2. Роль фізіологічних факторів у регуляції прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та формуванні репродуктивної здатності свиней

Ріст і розвиток сільськогосподарських тварин перебуває під дією різних фізіологічних факторів, які, в значній мірі, обумовлюються станом прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Насамперед АФО виконують регулюючу дію в процесах формування статевих клітин, індивідуального розвитку організму та максимальному проявленні їх генетичного потенціалу [319, 337, 397].

АФО, залежно від сили різних фізіологічних факторів, здатні здійснювати як регулюючу, так і ушкоджуючу дію. Особливо чутливою до зміни ПАГ є відтворювальна система [150, 199]. За безпосередньою участю радикалів Оксигену відбувається зміна структури мембран (окиснення жирних кислот та фосфоліпідів) та функціональної активності сперматозоїдів (інтенсивності мітохондріального дихання) [397, 466, 489]. Радикалам

Оксигену належить провідна роль у регуляції функціональної активності сперматозоїдів: як набуття здатності до руху, розвитку, капацитації, так і порушеннях процесів забезпечуючих запліднення [431, 253, 319, 492].

Розрідження сперматозоїдів секретами статевих залоз убеспечує ці гамети від ушкоджуючої дії АФО, які інтенсивно генеруються лейкоцитами чоловічої та жіночої репродуктивної системи. Для уникнення окиснення компонентів мембран сперматозоїдів цибулевидними залозами секретується значна кількість СОД, яка забезпечує збереження ненасичених жирних кислот клітинної стінки, сприяючи повноцінній роботі джутикового апарату та в цілому життєдіяльності даного виду гамет [475]. Встановлено, що в період статевого дозрівання у плазмі сперми кнурців найбільш істотні зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в напрямі прискорення пероксидного окиснення відбуваються з п'ятого по сьомий місяці розвитку: зростає вміст дієнових кон'югатів, підвищується концентрація ТБК-активних сполук. Це супроводжується зростанням активності супероксиддисмутази та каталази. При цьому, інкубування цієї тканини супроводжується прискоренням пероксидного окиснення ліпідів, проте вплив температурного фактору зменшується зі збільшенням віку кнурів [215].

Процес формування сперматозоїдів, будучи розтягнутим у часі, потребує різного рівня продукування АФО. Вже на стадії сперматид, здатність до продукування різних форм Оксигену гаметами з аномальною морфологією є високою, а у більш зрілих – меншою, що обумовлюється як різною насиченістю мембран низькомолекулярними антиоксидантами, так різною інтенсивністю процесів пероксидації у ділянках сім'яного канатика. Для уникнення пероксидного пошкодження через власне генерування Оксигену окремими сперматозоїдами, важливу роль відіграє спермальна плазма, яка виконує антиоксидантну функцію [285, 358]. Внаслідок зниженого рівня АОЗ у сперматозоїдах, особливо ядрі, відбувається швидке гідроксилування ДНК із утворенням 8-оксигуаніну – маркеру білкового пошкодження, може в подальшому супроводжуватись виникненням мутації

та порушенням процесів запліднення [250, 316, 358]. В умовах збалансованого ПАГ, радикали Оксигену є ключовими компонентами нормального протікання процесів капацитації і проходження сперматозоїдів у ооцит, стимуляції процесів гіперактивації, розвитку акросомної реакції та злиття з ооцитом. У випадку зміщення гомеостазу в напрямку інтенсифікації пероксидації сперматозоїди швидко втрачають рухливість та здатність до запліднення [427].

Підтримання фізіологічно нормального необхідного рівня реактивного Оксигену і пероксиду Гідрогену досягається за рахунок наявності у внутрішньому і зовнішньому середовищі сперматозоїдів високомолекулярних ензимів – СОД і каталази, а також низькомолекулярних антиоксидантів – вітамініу А, вітаміну Е та аскорбінової кислоти. У підтриманні їх біологічної активності важливе місце належить тіоловими сполуками. Еякуляти із високим рівнем відновленого глутатіону і вітаміну С завжди характеризуються більшими показниками рухливості, виживаності та запліднювальної здатності сперматозоїдів [224].

Незважаючи на високу реакційну здатність СОД до інактивації радикалів Оксигену, за певних умов вона здатна генерувати дані реакційні часточки внаслідок чого гальмується властивість сперматозоїдів до руху та розвиток реакції капацитації. Це вимагає оптимальної активності КТ, де при її мінімальному рівні процеси злиття сперматозоїдів з ооцитами відбуваються швидко, а при максимальному – істотно гальмуються. Використання КТ у складі розріджувача сперми, продовжує рухливість сперматозоїдів та сприяє розвитку акросомної реакції [422].

Враховуючи біологічне значення генерованого сперматозоїдами пероксиду у розвитку капацитації та екзоцитозу акросоми, сучасні дослідження спрямовані на розкриття ролі різних джерел даних сполук. Так, культивування сперматозоїдів у середовищі з прооксидантним ензимом ксантинооксидазою суттєво знижує функціональну активність цих гамет, однак, додавання антиоксидантів – відновленого глутатіону і

глутатіонтрансферази, дозволяє зменшувати концентрацію пероксидів та відновлює їх рухливість [386].

Процес кріоконсевації сперматозоїдів стимулює генерування АФО та ушкодження їх мембран. Проте додавання до складу розріджувача антиоксидантів – СОД, токоферолу та відновленого глутатіону, істотно знижує дію негативного фактора [355, 386]. Сукупне додавання вітаміну С і вітаміну Е до культурального середовища сприяє покращенню протікання процесів запліднення та утворення бластоцист. Це очевидно обумовлено антиоксидантними властивостями даних вітамінів за рахунок гальмування процесу пероксидації шляхом зниження інтенсивності окиснення ненасичених жирних кислот мембран [233].

Серед головних факторів, що забезпечують ефективне ведення галузі свинарства є широке використання штучного осіменіння свиноматок. Це вимагає максимальної реалізації генетичного потенціалу кнурів-плідників, що є можливим лише при фізіологічно правильному отриманні сперми, що базується на повному проявленні статевих рефлексів, які обумовлюються особливостями вищої нервової діяльності [51]. Саме врахування індивідуальних особливостей цих тварин, в період привчання і використання оператором, дозволяє зменшити їх стресчутливість за рахунок зниження рівня кортикостероїдів, що дозволяє зберігати фізіологічно нормальне протікання процесів мейозу у сім'яниках [289]. Крім цього, проявлення статевих рефлексів в значній мірі обумовлюються властивостями нервової системи, через особливості формування умовно-рефлекторної діяльності, яка змінює гомеостатичні константи [89, 141, 174].

Експериментами Данчука О.В. [46] переконливо доведено вплив окремих типів ВНД на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней різного віку за дії різних стресових чинників. Зміна даних гомеостатичних констант істотно впливає на якість спермопродукції, функціональну активність сперміїв та здатність їх до запліднення [72]. Коригування даних процесів шляхом додавання в корм сполук

антиоксидантної дії дозволяє оптимізувати відтворювальну функцію свиней і корів. Однак, часто трапляється, що у тварин, дія цих сполук істотно не проявляється. Це очевидно обумовлено використовуваними дозами та їх індивідуальними особливостями, де в основі часто лежить інтенсивність протікання нервових процесів [14, 89].

Однак і дотепер обсяг ґрунтовних літературних даних щодо особливостей формування гомеостазу у кнурів-плідників з урахуванням типологічних особливостей вищої нервової діяльності є вкрай обмеженим. У зв'язку з цим з наукової і практичної точок зору важливо дослідити вплив індивідуальних особливостей кортикальної регуляції на гомеостатичні константи в різних тканинах цих тварин.

Виробництво продукції тваринництва на промисловій основі загострює проблему невідповідності між біологічними особливостями тварин та їх існуванням в умовах технологічних приміщень по утриманню свиней. Підвищення інтенсивності їх використання є неможливим без обґрунтування фізіологічних процесів, спрямованих на їх адаптацію, що дасть можливість підвищити їх продуктивність через розкриття механізмів короткої та довготривалої адаптації [64]. Дієвою базою для успішного виробництва свинини є широке використання умовних і безумовних рефлексів. Умовно рефлекторна діяльність свиней характеризується високою швидкістю утворення, стійкістю, здатністю до диференціювання і перебудови відповідно до зовнішніх подразників. Розкриття особливостей формування умовних рефлексів може дозволити нормально в повній мірі проявлятися статевому рефлексу, що стане дієвим важелем у розробці способів підвищення генеративної функції сім'яників та поліпшення якості сперми.

З'ясовано, що у кнурів за проявом статевих рефлексів виділяють 4 типи вищої нервової діяльності, де в цілому 29 % особин відносяться до сильного нестримного типу, 34 % – сильного рухливого типу, 21 % – сильного спокійного типу, а інші 16 % – до слабого типу [52]. Такий розподіл поголів'я за типами ВНД підтверджується на свиноматках і поросятах, де біохімічний

склад крові обумовлювався силою процесів збудження коркових процесів [71, 141, 221].

Експериментами Федорова А. В. [196] доведено вплив окремих типів ВНД на деякі показники якості спермопродукції. Проте залишається маловивченим питання якості окремих фракцій еякуляту. Крім цього у дослідженнях низки вчених з'ясовано, що на життєздатність сперматозоїдів істотно впливають секрети статевих залоз кнура. Так, отримані сперматозоїди з 2-ї фракції еякуляту характеризуються значно вищими показниками функціональної активності та кріорезистентності порівняно із цілим еякулятом. Встановлено, що сперматозоїди отримані з другої фракції еякуляту, порівняно із третьою, характеризуються більшою фізіологічною повноцінністю після розрідження еякуляту [277]. Такі відмінності очевидно обумовлюються біохімічним складом спермальної плазми, де третя фракція сперми характеризується високим вмістом фруктози, ерготіонеїну та лимонної кислоти [423].

Таким чином, наведені результати досліджень багатьох вчених свідчать, що сперматозоїди є особливо чутливими до змін ПАГ, який обумовлюється фізіологічним станом тварин. АФО, за незначних концентрацій, відводять виконання сигнальної функції, які регулюють життєздатність цих гамет [293]. Зниження біологічної повноцінності сперматозоїдів часто ініціюється низькою загальною ємністю антиоксидантного захисту епідидиміса, що супроводжується зростанням рівня РО, які знижують їх запліднюючу здатність, а інколи стимулюють апоптоз [292, 461, 463, 482], порушують процеси розрідження цих клітин секретами статевих залоз [226], змінюють структуру ДНК зигот і ембріонів [262, 326, 275].

Останнім часом в якості модельних тварин для дослідження процесів репродукції використовують організм свині через істотну подібність до людського за багатьма анатомо-фізіологічними параметрами [440]. Зокрема, наявність гістотрофного типу живлення у ембріонів, що на ранніх стадіях вагітності притаманне людині та тварині із різним геномом, зберігається у

свиней майже до кінця ембріогенезу. Тому, пізнаючи зміни, які відбуваються в крові та слизовій оболонці рогів матки протягом вагітності, можна судити про рівень метаболізму і характер взаємозв'язку в системі «мати-плацента-плід» [364]. Це дозволяє виявити загальні закономірності в системі «мати-плацента-плід».

При надходженні у жіночі статеві шляхи сперматозоїди потрапляють у середовище з високим вмістом вільних радикалів, продукованих нейтрофілами. Високі рівні АФО часто перешкоджають зливанню ооцита зі сперматозоїдами, знижують їхню рухливість. Однак спермаозоїди, які вже пройшли стадію капацитації, майже не руйнуються фагоцитами. Виявлено, що навіть у разі пошкодження вільними радикалами ДНК сперматозоїдів можуть проникати в ооцити [225].

З настанням поросності на різних її етапах відбуваються морфологічні, фізіологічні та біохімічні зміни, особливої уваги заслуговує дослідження стадійних змін перебігу ВРПО. У крові свинок у період статевої охоти відмічено прискорення даних процесів, а протягом першого місяця поросності в цій тканині спостерігалось зниження рівня каталази та ТБК-активних компонентів. Впродовж четвертого місяця поросності виявлено зростання активності даного ензиму та зниження кількості вторинних продуктів пероксидації, аскорбінової кислоти і відновленого глутатіону [199]. Встановлено, що концентрація дієнових кон'югатів і вторинних продуктів пероксидації у крові свиноматок впродовж останнього місяця поросності підвищується, а після опоросу – зменшується [75].

Перебіг ВРПО у тканинах репродуктивних органів свиноматок залежить від стадій відтворювального циклу: суттєві коливання концентрацій антиоксидантів у ендометрії і міометрії зареєстровані протягом стадії естрального циклу, зокрема – підвищення рівня вітамінів А, Е та С, цистеїну та марганцю у фазі еструсу (охота) при зменшенні кількості заліза [199, 229, 387]. Доведено, що активність прооксидантних і антиоксидантних ензимів та продуктів пероксидації у цих тканинах суттєво зростає під час статевої охоти

та в критичні періоди ембріогенезу за умов міжтканинної диференціації перебігу процесів ВРПО [216].

В яєчниках свині та щурів виявлено генерування АФО і накопичення продуктів ПОЛ жовтим тілом. А ці речовини, можливо, є лімітуючими при протіканні лютеолізу, а також модифікації протеїнів протягом його функціонування. Кисневі радикали також продукуються фолікулом при настанні овуляції. Доведено, що антиоксидантам притаманна властивість регулювати процес мейозу, тоді як генерація АФО є необхідною властивістю для оптимального дозрівання ооцитів у фолікулах. За умов високого рівня утворення РО збільшується кількість зареєстрованих анеуплоїдій при розвитку ооцитів [353, 468].

Після запліднення в період імплантації зародків залишається загроза пошкодження АФО. Для уникнення високих рівнів цих радикалів, залозистим епітелієм матки секретується у її просвіт СОД, що сприяє зниженню інтенсивності процесів пероксидації [353].

Надвисокі концентрації Оксигену є токсичними для ембріонів ссавців. Введення СОД до культурального середовища 2-клітинних ембріонів миші прискорювало процес бластуляції на 40%. Активність цього ензиму також визначено в рідині яйцепроводів кролиць, де він сприяє бластуляції та захищає ембріони від пероксидних радикалів [441].

Імплантовані ембріони можуть пошкоджуватись при дії АФО. Встановлено, що у малорозвинених ембріонів рівень пероксидації значно вищий, ніж за нормального розвитку. У клітинах плаценти функціонує значна кількість антиоксидантних ензимів, зокрема ГПР і СОД, які знешкоджують пероксидації, що дає можливість уникати розвитку патологічних змін в міометрії, забезпечуючи нормальний перебіг вагітності. На підтвердження цього є результати досліджень Peng Z., за якими рівень функціональної активності СОД регулює роботу ендотеліоміоцитів судин плаценти [402, 403]

Внутрішньоутробний розвиток тварин є одним з важливих періодів в їх

існуванні. Фізіологічні перебудови в організмі матері пов'язані з вагітністю вимагають значних змін метаболічних процесів. Доведено, що в критичні періоди ембріонального розвитку процеси пероксидації посилюються, в результаті чутливість зародка до пошкоджень факторами підвищується, а захисні можливості його знижуються [399]. Не дивлячись на те, що у кожного виду організмів існують лише їм властиві критичні періоди, все ж для всіх хребетних, і свині в тому числі, вони є загальними. При цьому, однією з важливих характерних особливостей перебігу вагітності в організмі самок різних видів тварин і людини є посилення метаболічних процесів перед пологами, що вказує на важливість дослідження процесів пероксидації і корекції їх в цей період [150, 237]. Такі метаболічні перетворення супроводжуються глибокими нейро-ендокринними зрушеннями, особливо зміною концентрації гормонів, які, проявляючи антиоксидантні властивості, оптимізують рівень активних форм Оксигену [168, 191, 432, 344].

У тварин стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу регулюється за принципом зворотного зв'язку: збільшення рівня антиоксидантів (вітамін А, Е і С, естрогени) призводить до гальмування вільнорадикального окиснення, а це, в свою чергу, змінює властивості самих ліпідів: у них з'являються легкоокисні фракції, що прискорює процес пероксидації ліпідів. Це відбувається на тлі використання ендогенних антиоксидантів і система повертається до вихідного рівня – накопичення активних форм кисню і легкоокислюваних з'єднань [168]. Така динамічна рівновага суттєво коливається у свинок в різні періоди статевого циклу і поросності [165, 186, 199, 278, 403, 453, 484].

Експериментальні дані свідчать, що, після настання вагітності, материнський організм знаходиться під впливом оксидативного стресу, що може супроводжуватись порушенням процесів розвитку плаценти, плодів та передчасними пологами [199, 229, 387].

Надходження поживних речовин до ембріону, в великій мірі, залежить як від його біологічної цінності, так і ступеня зв'язку між ним і матір'ю,

особливо після імплантації і плацентації. Утворення повноцінної плаценти дозволяє забезпечувати необхідні умови для розвитку плода в материнському організмі.

Настання вагітності супроводжується істотними змінами гормонального фону, вуглеводного, мінерального та ліпідного обмінів не тільки в крові, але і тканинах репродуктивних органів, що стимулює зміну стану ПАГ [199]. Встановлено, що в період статевого збудження у крові корів істотно збільшується кількість дієнових конюгатів та малонового диальдегіду. Після плацентації зародків вміст первинних і вторинних продуктів пероксидації незначно спадає, що сприяє накопиченню концентрації вітаміну С. По закінченню розвитку плодів інтенсивність пероксидації зростає, з подальшим гальмуванням після отелення [353].

Плаценті свиней притаманний селективний транспорт вітамінів-антиоксидантів, який визначається потребами плодів. Особлива роль у цьому процесі належить акумулюючій функції печінки плодів. Крім цього, плоди здійснюють локальний вплив на перерозподіл вмісту вітамінів в тканинах матки і міжтканинний перебіг процесів пероксидації [199, 214]. Встановлено регулюючу дію вітаміну С на синтез оксипроліну – основного компоненту плаценти, який забезпечує міцність плодових оболонок. Вітамін Е у людини є малопрониклим через плаценту. Встановлено, що максимальна проникність токоферолу в останні періоди вагітності. Аналогічна залежність спостерігається і в морських свинок [288].

Ферментативна система антиоксидантного захисту плодів свиней починає активізуватись лише перед пологам та у післяпологовий період через інтенсифікацію процесів ВРПО, унаслідок чого новонароджені поросята часто гинуть за причини зростання кількості АФО, продукованих ксантинооксидазою, які провокують вазоконстрикцію [264].

Рівень перебігу ВРПО у ембріонів свиней можна регулювати, включаючи до раціону різні антиоксиданти. Введення свиноматкам у період поросності вітаміну Е і Селену сприяє зниженню рівня вторинних продуктів

пероксидації та підвищенню активності глутатіонпероксидази у крові поросят [288].

Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу значною мірою визначається вмістом Оксигену в повітрі, яке вдихає тварина, та внутріклітинною потребою в цьому елементі, що виникає з різних причин й супроводжується прискоренням окиснювально-відновних реакцій. Це підтверджується на новонароджених дітях і щурятах, які перебували в умовах внутрішньоутробної гіпоксії. Зміщення ПАГ в напрямку прискорення, пероксидації процесів, відбувається одночасно зі зниженням активності СОД і КТ в організмі. Ця закономірність підтверджується і в дослідженнях на плодах та новонароджених кролятах: активність і синтез СОД у легнях плодів знаходяться на низькому рівні, а після народження швидкість перебігу цих процесів інтенсивно зростає. Встановлено, що у свиноматки за внутрішньоутробної гіпоксії в легнях плодів та новонароджених поросят, сповільнений синтез СОД. Після народження поросят при переході на легеневе дихання у них відбувається активація процесів ВРПО у різних тканинах. У крові одноденних поросят перебіг процесів пероксидації вищий, ніж у 10-денних, а у печінці – переважає дорослих [406].

Результати досліджень вказують на провідну роль зміни ендокринного профілю, який визначає настання періоду статевого дозрівання, циклічні зміни у свинок, забезпечує нормальний перебіг поросності і протікання опоросу [199]. Зокрема прогестерон і естроген здійснюють значний вплив на розвиток вторинних статевих ознак у самок.

Комплексний вплив гормонів на організм свиней регулює ріст і розвиток. Зміна співвідношення цих біологічно активних речовин під час статевого дозрівання визначає інтенсивність біохімічних процесів, зокрема, стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [49].

Таким чином, викладені багаточисельні експериментальні дані свідчать про те, що сперматозоїди у період проходження через придаток сім'яника,

підлягають впливу ряду структурних перебудов: зміни складу та потенціалу мембран, конденсації хроматину, набуття властивості до руху. Всі перетворення відбуваються за участю АФО та під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу системи. АФО, що генеровані сперматозоїдами, належить провідна роль у трансдукції сигналів, регуляції процесів гіперактивації, розвитку акросомної реакції та їх капацитації. Оптимальні концентрації Оксигену регулюють нормальне протікання вагітності у самок, забезпечуючи нормальний ріст і розвиток ембріонів ссавців. При цьому насиченість низькомолекулярними антиоксидантами (аскорбінова кислота) і активність ензимів в організмі тварин визначається фізіологічним станом та генотипом тварин [429, 433]. Розкриття закономірностей індивідуального розвитку свиней відкриє можливість до зниження смертності зародків та стане важливим резервом підвищення багатоплідності свиноматок.

В умовах промислового свинарства, під дією різних стресових факторів, в організмі свиней відбуваються глибокі зміни у формуванні фізіологічних функцій протягом статевого дозрівання, поросності і лактації, це вимагає забезпечення їх повноцінними кормами і ефективними програмами годівлі [8].

Це забезпечує нормальне протікання процесів запліднення, імплантації і плаценталії ембріонів, а також адаптаційні можливості. У цьому напрямі перспективними є дослідження фізіолого-біохімічних зрушень у материнському організмі в критичні періоди поросності, що дозволить глибше зрозуміти важливі процеси відтворення у свиней та розробити методи її регуляції. Це й зумовлює науково-практичну актуальність проведення даних досліджень.

1.3. Вплив екзогенних факторів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз свиней

1.3.1. Вплив теплового стресу на процеси відтворення у тварин

Виробництво продукції свинарства на промисловій основі потребує розроблення ефективних методів підвищення відтворної здатності свиней, яка істотно гальмується через вплив негативних факторів – стреси, відсутність моціону, змін програм годівлі, перегрупування, дефіцит простору.

В основі обґрунтування отримання високопродуктивних нащадків запропоновано положення про біологічну нерівноцінність і різноякісність гамет самців та самок, яке сформульоване О.В. Квасницьким [73, 74]. Цей процес розпочинається із формування біологічно повноцінних гамет і нормального їх злиття. Сформовані гамети у тварин характеризуються мінливістю за розмірами та об'ємом, відповідно варіює і маса статевих клітин, які приймають участь в заплідненні. Науковцями доведено, що процес взаємної асиміляції залежить від якісних і кількісних співвідношень статевих клітин. Яйцеклітина з великим запасом пластинчатих речовин, вітамінів та ензимів в значній мірі впливає на розвиток зиготи, ніж сперматозоїд. Повноцінність яйцеклітини впливає на вибір сперматозоїда для запліднення. Чим більше біологічно повноцінна яйцеклітина, тим сильніше і енергетичніше буде протікати біохімічна реакція і саме з найбільш біохімічно-активними сперміями, в результаті чого відбувається запліднення. У процесі подальшого розвитку зигота перетворюється в найбільш життєздатну тварину [74]. Зазначені перетворення у гаметах, зиготах та розвитку ембріонів перебувають під впливом факторів зовнішнього середовища.

Велике значення має не лише розмір та маса яйцеклітин і сперматозоїдів, але й відношення між протоплазмою та ядром клітини,

оскільки при взаємній асиміляції статевих клітин, спермії привносять з собою частину протоплазми та ядерної речовини. Отже, вивчення статевих клітин тварин та їх біологічні і фізіологічні властивості є основою для розробки ефективних біотехнологічних методів відтворення [100, 101, 106, 107].

Серед факторів, що знижують інтенсивність відтворення поголів'я свиней провідне значення належить факторам навколишнього середовища зокрема коливанню температури у приміщеннях, яке часто носить сезонний характер. За даними дослідників, влітку за тривалого підвищення температури у кнурів-плідників погіршується якість спермопродукції, що супроводжується зниженням запліднювальності здатності сперматозоїдів, а в свиноматок – багатоплідності і великоплідності [34, 116, 171, 401]. Про залежність якості спермопродукції у кнурів-плідників залежно від температурного фактору протягом року також відмічають Шостя А.М., Рокотянська В.О. [2018] Ними встановлено, що максимально повноцінні еякуляти отримують у весняний період. Улітку якість сперми погіршується – зменшується маса еякуляту, концентрація сперматозоїдів, загальна кількість сперматозоїдів, а також їх рухливість і виживаність. Такі зміни відбуваються на тлі зміщення стану ПАГ в напрямку інтенсифікації процесів пероксидного окиснення. Однак з настанням зимового періоду біологічна повноцінність еякулятів підвищується, що насамперед обумовлено збільшенням ємності системи АОЗ [147].

Утримання кнурів-плідників впродовж двох місяців у приміщеннях із підвищеною температурою (24-28 °С і вище) супроводжується зниженням якісних і кількісних показників спермопродукції, що очевидно обумовлено істотним прискоренням пероксидації ліпідів у спермі порівняно із спермальною плазмою, що підтверджується переважанням вмісту ТБК – активних комплексів у спермі ($p < 0,01$), активностей СОД ($p < 0,01$) та КТ [155].

У зниженні дії теплового фактору на організм кнурів-плідників значну увагу приділяють згодовуванню високоякісних комбікормів, особливо їх забезпеченості лімітуючими речовинами – вітамінами антиоксидантної дії. Традиційно жиророзчинні вітаміни вводять у мікропремікси, які повинні містити антиокислювальні речовини. Нині, як альтернативну заміну традиційних сполук жиророзчинних вітамінів пропонується використання мікрогранульованих їхніх форм, які добре зв'язуються з водою, підвищуючи їхню засвоюваність.

Доведено істотний вплив режиму використання кнурів-плідників на якість спермопродукції. Двох-трьох разове отримання сперми на тиждень зменшує об'єму еякуляту, концентрацію і рухливість сперматозоїдів. Найбільш повноцінною спермою за виживаністю сперматозоїдів характеризувались еякуляти отримані за дворазового режиму їх використання. Перш за все це обумовлено станом ПАГ у спермі [220].

В умовах сьогодення вплив людини на процес злиття сперматозоїдів та яйцеклітин є найбільш визначальним. Він здійснюється при використанні методу штучного осіменіння. У свинарстві використання високоефективного внутрішньоматкового методу – дає можливість зменшити концентрацію та об'єм спермодози, збільшити заплідненість свиноматок, скоротити час на осіменіння (можливість осіменіння більшої кількості свиноматок за менший час), зменшити ризик потрапляння патогенної мікрофлори в матку, а також запобігати передчасному старінню гамет [105, 172, 249]. Проте використання методу штучного осіменіння свиней передбачає процес зберігання цільної та розрідженої сперми, даній проблематиці присвячена значна кількість наукових досліджень, які спрямовані на розкриття особливостей процесів обміну у цих тканинах поза організмом та цілісності акросомального апарату сперматозоїдів [358]. Це потребує розроблення фізіологічних способів, направлених на перехід сперматозоїдів до природного стану анабіозу – умов коли їх зрілі форми тривалий час зберігаються у сім'яниках та створення програм активування до руху цих гамет, що значно розширить можливості

методу штучного осіменіння свиней. Регулювання температури зберігання сперми дає можливість змінювати метаболічні перетворення у сперматозоїдах залежно від їх стану – неповного чи глибокого анабіозу. Особливої уваги заслуговує зберігання сперми в умовах часткового анабіозу за позитивних температур, коли обмін речовин у сперматозоїдах сповільнюється. Найчастіше для короткотермінового зберігання сперми використовують температуру 17-18°C [345]. Подальше зниження до температури 5 °C значно гальмує процеси дихання, однак після відтавання сперматозоїдів їх рухливість, виживаність, а головне запліднююча здатність швидко знижується [296].

Дані низки експериментів, свідчать, що мікроелементи в спермі кнурів-плідників здійснюють активний вплив на рухливість сперматозоїдів шляхом регулювання окисно-відновних реакцій. Тривале зберігання сперми при температурах від нульової до кімнатної є досить обмеженим через зниження запліднювальної здатності сперматозоїдів, зростання надмірної кількості активних форм Оксигену та пошкодження їх акросоми [345]. Окремі експерименти свідчать, що зберігання сперми за температури 5°C суттєво гальмує перебіг процесів пероксидації, що очевидно відбувається за рахунок максимальної активності антиоксидантних ензимів [327]. Найбільший вплив на процеси рухливості і збереження цілісності мембран сперматозоїдів здійснюють глутатіонпероксидаза та каталаза [391].

Виявлено, що зберігання сперми при температурах 5°C, 16°C і 25°C істотно сповільнює процеси пероксидації, яке очевидно відбувається за рахунок максимальної активності антиоксидантних ензимів і супроводжується підвищенням проникності мембран сперматозоїдів [327]. Найбільший вплив на процеси рухливості і збереження цілісності мембран сперматозоїдів здійснюють глутатіонпероксидаза і каталаза, структурними компонентами яких є Селен і Залізо [391].

Дані численних експериментів, доводять важливу роль мікроелементів у забезпеченні продуктивності тварин. Особливо важлива

роль у забезпеченні росту, розвитку та відтворенні свиней належить Цинку, Селену, Міді та Залізу. [321, 404, 479]. Це пов'язано із спричиненими біологічними ефектами даних мікроелементів, які супроводжуються змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу через лабільність активностей антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази (активний центр – Zn, Cu) каталази (активний центр – Fe) та глутатіонпероксидази (активний центр – Se).

З'ясована важлива роль екзогенного впливу антиоксидантних ензимів у забезпеченні функціональної активності сперматозоїдів та розвитку окиснювального стресу. Так додаткове уведення СОД до зразків сперми, що зберігалась, інгібує пероксидне окиснення вірогідно негативно корелюючи із рухливістю і виживаністю сперматозоїдів. Активність даного ензиму рекомендовано використовувати як індикативний показник якості еякулятів для зберігання [408]. Інкубування сперматозоїдів із екзогенно додатково доданою каталазою істотно не змінює концентрацію вільного кисню, але істотно зменшує кількість пероксиду гідрогену при заморожуванні та розморожуванні спермодоз [330].

Окремі результати досліджень науковців розкривають позитивний вплив мікроелементів на покращення якості спермопродукції – концентрацію, рухливість і виживаність сперматозоїдів [381, 408, 443]. Такі особливості формування статевої функції супроводжуються глибокими змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу кнурів-плідників.

Результати вищенаведених багаточисельних досліджень свідчать про необхідність подальшого розроблення технологій коротко- і довготривалого збереження високої функціональної активності сперматозоїдів в напрямку встановлення режимів зберігання сперми та спермодоз через значну лабільність процесів пероксидації, які здійснюють активний вплив на відтворювальну здатність тварин [219].

Перспективним залишається збереження генофонду високоцінних кнурів-плідників, де способом кріоконсервації сперматозоїдів належить

провідна роль. Результати після деконсервації спермодоз досягають 70-80% відталих сперматозоїдів із результативністю заплідненості свиноматок 60-70% та підвищення великоплідності новонароджених поросят до 1,3-1,5 кг [332, 477]. Успіхи від використання кріоконсервованої сперми насамперед залежать від складу розріджувачів та програм заморожування, де перспективним залишається використання спермальної плазми та кріопротекторів нового покоління які вводяться екзогенно [2, 98, 100].

Від інтенсивності відтворення поголів'я залежить загальна ефективність виробництва свинини. Вітчизняній науці належить світовий пріоритет у розробці та вдосконаленні методів штучного осіменіння, а також у вивченні фізіології розмноження свиней. Однак і сьогодні, враховуючи широке впровадження методу штучного осіменіння в свинарстві, існує потреба в подальшому підвищенні його ефективності. Особливо у молодих свинок, де істотне зниження їх репродуктивної здатності, в значній мірі, обумовлене анатомічними особливостями цервікального каналу, що істотно знижує результати їх заплідненості, через значні втрати сперматозоїдів при введенні спермодози.

Доведено, що існуючі новітні прилади для інтракорпорального штучного осіменіння дорослих свиноматок є малоприсадибним для молодих свинок через непроникність цервікального каналу у останніх та нечіткого встановлення строків введення сперматозоїдів для запліднення. Погіршення результатів заплідненості яйцеклітин часто спричиняється біологічною неповноцінністю гамет, передчасним чи пізнім введенням сперматозоїдів у статеві шляхи, низьким рівнем перистальтики рогів матки свинок та її пошкодження катетером [241]. 30-40 % сперматозоїдів, після введення свинкам спермодози, разом із розріджувачем виливаються із піхви, 60 % від кількості сперматозоїдів, що потрапили в матку протягом 2-3 годин фагоцитуються лейкоцитами. Все це разом призводить до істотного зниження кількості запліднених яйцеклітин, а, як наслідок, і зниження багатоплідності [425].

Аналіз останніх досліджень і публікацій виявив, що науковцями і практиками рекомендовані різні строки і режими введення сперматозоїдів свинкам. Так, за даними досліджень F.P. Bortolozzo та M.V. Menegat [249], оптимальним строком введення сперматозоїдів є 0 та 24 година після початку еструса. Проте дослідженнями Мельника Ю.Ф. [66] встановлено, що максимальний результат досягається після 12 та 24-годинного введення сперматозоїдів. Окрім цього часто використовують трикратний режим введення сперматозоїдів, який проводять через 22, 26 та 30 годин [333]; 24, 36 і 48 годин [261] або взагалі за 4-8 годин до овуляції [472]. Це свідчить про те, що на сучасному етапі розвитку біотехнології розмноження свиней залишається нез'ясованим, один з головних чинників успішності заплідненості яйцеклітин, це проникність цервікального каналу та строки введення сперматозоїдів у максимально наближені строки до овуляції.

У світі тривалий час метод внутрішньоматкового штучного осіменіння був малорезультативним, через травмуючий вплив внутрішнього катетера на слизову цервікального каналу і матки [205]. Проте використання удосконаленого катетера для локально-фіксованого внутрішньоматкового осіменіння свиноматок (90-95%) дозволяє не тільки їх осіменяти малими спермодозами, але і пересаджувати ембріони у задану ділянку матки [101, 128, 129, 184, 133, 261].

Вирішальним фактором у проведенні результативного штучного осіменіння свиней залишається своєчасне запліднення яйцеклітин, які швидко старіють у репродуктивному тракті, що вимагає встановлення чітких термінів настання овуляції. Саме метод синхронізації охоти у свиноматок дозволяє забезпечити оптимальні терміни овуляції та запліднення яйцеклітин [108].

Саме синхронізація статевої охоти дає можливість поліпшувати організацію відтворення стада, підвищувати багатоплідність і збереженість порослят, за рахунок створення однорідних груп у свиноматок, які перебувають на одній і тій же стадії статевого циклу, що є невід'ємною

умовою промислового виробництва свинини [13, 340]. Про те, безвигульне та фіксоване утримання свиноматок, перегрупування і дефіцит простору призводить до хронічного стресу, що супроводжується зниженням секреції стероїдних та тропних гормонів, що проявляється у порушеннях овуляційної реакції яєчників свиноматок, затриманні прояву охоти, збільшенні непродуктивного періоду, зниженні заплідненості й багатоплідності [96, 136, 137].

Особливо важливого значення надають введенню молодих свинок в основне стадо, що значно ускладнюється їх перегулами, які очевидно обумовлені становленням їх статевої функції. В основі зниження рівня заплідненості свинок лежить висока лабільність гормонального фону в пубертатний період [199]. Перш за все це стосується кількості прогестерону та естрадіолу, співвідношення яких і визначає прояв основних статевих ознак в період охоти. При цьому показано, що зі збільшенням кількості статевих циклів, рівень даних гормонів зростає, що позитивно відбивається на процесах дозрівання яйцеклітин, прояву готовності свинки до осіменіння. Тому на даний час розробляються способи відновлення, стимуляції та синхронізації статевої циклічності свиноматок за допомогою гормональних препаратів [342, 413].

Базуючись на встановлених закономірностях динаміки вмісту окремих біологічно активних речовин у тканинах тварин протягом репродуктивного періоду, вчені екзогенно впливають на ендокринний профіль, використовуючи синтетичний прогестерон, сироватку жеребних кобил, хоріонічний гонадотропін (ХГ), фолігам і сурфагон для синхронізації охоти особливо у свиноматок після відлучення поросят та скорочення тривалості сервіс-періоду до 5 діб. При цьому рівень заплідненості підвищується до 90% [13, 96, 325, 334].

Езогенне використання гормональних препаратів є не завжди ефективним, оскільки їх застосування може мати негативний вплив на репродуктивну систему та на організм свиноматок в цілому. Тому

актуальним є розроблення і впровадження нових методів використання біологічно активних речовин, негормональних та екологічно безпечних препаратів, які дозволять без шкоди на організм свиноматок і поросят, стимулювати та синхронізувати статеву охоту (стимулювати їх відтворну здатність). На думку дослідників О.В. Квасницького, Г.С. Походні та В.Г. Козловського, нормальне протікання репродуктивного циклу залежить від повноцінної годівлі та умов утримання свиноматок. За даними Т.Л. Спіциної, додавання до раціону свиноматок біологічно активної добавки, яка містить в собі лимонну та фумарову кислоти, декстрозу й сорбітол, у дозі 130 г/гол, дозволяє поліпшити відтворювальну здатність свиноматок. Виявлено скорочення періоду між відлученням поросят та еструсом на 37,7 %, а також підвищення рівня заплідненості після першого осіменіння на 10 % [164]. Введення в корм свиноматок біологічно активних препаратів – Глютам 1М (глутамінова кислота), сприяє зменшенню сервіс-періоду (холостого періоду) та підвищенню заплідненості [137].

В умовах органічного виробництва свинини одним із ефективних та економічно вигідних способів стимуляції статевої охоти, є можливість отримання систематичного моціону для ремонтних свинок і холостих свиноматок спільно з кнурами-пробниками. Це забезпечує синхронність приходу маток в охоту, ритмічність виробництва та інтенсивність використання свиноматок 2,3 опороси на рік.

В середньому тривалість поросності становить 114 днів, але коливається в межах 105-120 днів, в залежності від індивідуальних особливостей свиноматок. При цьому не вдається досягти ритмічності виробництва, оскільки порушуються графіки формування груп свиноматок для цеху опоросу і груп поросят одного віку. За результатами наших досліджень встановлено високу лабільність гормонального фону та вмісту вітамінів – антиоксидантної дії у свинок протягом відтворювального циклу, де найбільші фізіологічні зрушення відбуваються в період фази еструсу та перед опоросом [199]. Беручи до уваги глибокі ендокринні зміни у самок

цього виду тварин в критичні періоди відтворювального циклу вчені та практики для запобігання передчасних та довготривалих пологів в умовах потокового виробництва застосовують біотехнологічні методи синхронізації опоросів з використанням різних фармакологічних засобів, найбільш ефективними з яких є простагландини [12]. За даними І.Г. Рачкова, ін'єкція аналогів простагландину F_{2α} (Естрофана, Суперфана і Аніпроста) зранку на 112 день поросності дозволяє синхронізувати настання опоросів у 96,7 % через 28-48 годин після введення, знизивши кількість мертвонароджених поросят.

Ефективним поєднанням є застосування комплексу вітамінних (Триовет-Ф) та гормональних (Естрофан) препаратів на 113 добу поросності, що дає можливість отримати опорос на 114 добу в передбачуваний час. При цьому свиноматкам з розтягнутим пологовим процесом вводять Окситоцинвет для полегшення виходу плодів [109].

При цьому свиноматки, яким для синхронізації опоросів екзогенно вводили простагландин, після відлучення поросят (28 днів) проявляли раніше статеву охоту протягом 7-10 днів (80%) [12]. Використання методів синхронізації опоросів дозволяє, без шкоди для поросят та свиноматок, регулювати тривалість поросності, скоротити кількість мертвонароджених поросят, зменшити вікові розбіжності між ними, витримувати крок ритму виробництва, виключає опороси у вихідні та святкові дні, що зводить до мінімуму трудові витрати.

Розвиток молекулярної біотехнології у галузі свинарства спрямований на встановлення локусів кількісних ознак (QTL-гени) дозволяють прискорити процес поліпшення продуктивних ознак, що особливо важливо для показників з низьким коефіцієнтом успадкування, зокрема, багатоплідність свиноматок. Встановлено, що в процесі формування даної ознаки у свиней беруть участь ряд генів, серед яких гену рецептора естрогену 1 (ERS1) належить провідне значення у забезпеченні оптимального рівня естрогену в період охоти, розвитку поросності та настання опоросу. За даними

В.Н. Балицького виявлено взаємозв'язок поліморфізму гену рецептора естрогену 1 (ESR1) із загальною кількістю поросят у гнізді при народженні. Свиноматки з генотипом ESR1BB, за даними 2-4 опоросів, мали на 1,36 народжених поросят в гнізді більше, ніж тварини з генотипом ESR1AA, а їх багатоплідність вища на 1,15 голови, відповідно. Спостерігається також залежність маси гнізда від генотипу за геном рецептора естрогену 1. У тварин з генотипом ESR1 PvuII BB маса гнізда більша, в порівнянні з ESR1 PvuII AA, в середньому на 10,84 кг [4]. Отже відтворювальна здатність свиноматок перебуває в істотній залежності від їх генотипу, який визначає потенційну можливість секреції даного гормону, введення його екзогенно може сприяти більш повному проявленню материнських функцій.

Вплив геному у кнурів великої білої породи, зокрема локус FSH β , який обумовлює синтез фолікулостимулюючого гормону вірогідно взаємопов'язаний з об'ємом еякуляту, де сила впливу генотипу на цей показник становить 36% ($p \leq 0,01$) [119]. При цьому результати досліджень С.О. Костенко свідчать про перевагу свиноматок із бажаними генотипами по чотирьох генах (FSHR/NCOA1/ ESR/PRLR) над тваринами з генотипами TT/A2A2/AA/BB (FSHR/NCOA1/ ESR/PRLR) за багатоплідністю на 0,9 голів, по кількості народження живих поросят 0,63 голів та за показниками поросят при відлученні 0,25 голів [85]. Це очевидно є прямо взаємопов'язаним рівнем секреції фолікулостимулюючого гормону, естрогену і пролактину.

Найбільш вагоми впливом на відтворювальну здатність свиноматок залишається кормовий фактор. Оптимальний рівень забезпеченості цих тварин (24-32 МДж обмінної енергії та 320-500 г перетравного протеїну) забезпечує щоденний синтез 4-6 кг молока, що підвищує інтенсивність їх використання через скорочення підсисного періоду [48]. Такий рівень забезпеченості дозволяє відлучати поросят у 28-45-денному віці, знижує виснаженість свиноматок та дозволяє уникати затримки статевої охоти, перегулів та зниження запліднюючої здатності. Однак раннє відлучення поросят істотно зменшує час на відновлення репродуктивної системи та

підготовку для наступного опоросу. Вважається оптимальним строком відлучення поросят 35 діб. Деякі автори вважають, що відлучення на 21 добу є найбільш ефективним, і дає змогу отримувати до 20-25 поросят на рік [56, 108, 140, 160].

Повноцінність підсисних поросят в значній мірі залежить від молочності свиноматок та правильної організації підгодівлі, що дозволяє в процесі вирощування мінімізувати негативний вплив різних стресів. Особливо вразливим для новонароджених поросят є оксидативний стрес при переході від ендogenous до екзогенного дихання [258, 374]. З метою зниження негативної дії даного фактору ефективним є використання підгодівлі поросят вітамінами антиоксидантної дії (вітаміни А, Е, С) та Селену у вигляді кормових добавок, що підвищує еритро- і лейкопоез, функціональний стан печінки, резистентність організму та в подальшому скорочує період їх вирощування до забійних кондицій 115 кг на 14 днів [55, 120, 121, 247, 255, 257, 421, 439, 491].

Таким чином, в умовах інтенсивного введення свинарства важливим технологічним прийомом відтворення поголів'я є метод штучного осіменіння, що дозволяє більш ефективно використовувати генетичні ресурси високоцінних кнурів-плідників. Розкриття морфо-функціональних особливостей роботи статевих апаратів свинок відкрило шлях до створення новітнього обладнання для внутрішньоматкового штучного осіменіння, що істотно підвищує заплідненість та багатоплідність, при цьому відкривається можливість зменшення об'єму та концентрації спермодози.

Для відтворювальної здатності застосовують методи стимуляції і синхронізації статевої охоти та опоросів у свиноматок, що базуються на встановлених закономірностях зміни гормонального профілю залежно від їх фізіологічного стану. Для цього використовують біологічно активні речовини та фармакологічні засоби (гормональні препарати, простагландини та комплекси вітамінів).

Важливою умовою інтенсивного використання свиноматок є раннє та своєчасне відлучення поросят, що значно зменшує навантаження на організм свиноматки. Для зменшення розвитку оксидативного стресу у поросят після народження та відлучення успішно використовують вітамінно-мінеральні добавки, до складу яких входять вітаміни А, Е, С, Залізо та Селен. При цьому поросята характеризуються підвищеною збереженістю, більшим середньодобовим приростом, що скорочує період вирощування до забійних кондицій.

Матеріали викладених результатів багатьох вчених свідчать про провідну роль процесів пероксидації в формуванні репродуктивної функції, однак залишається недостатньо вивченими фізіолого-біохімічні особливості сперматозоїдів та метаболічні процеси, що відбуваються під час її технологічної підготовки та їх вплив на заплідненість свиноматок.

1.3.2. Роль вітамінно-мінерального живлення в регуляції перебігу вільнорадикального пероксидного окиснення

Ріст, розвиток, продуктивність та стан здоров'я сільськогосподарських тварин перебувають у тісному взаємозв'язку з протіканням метаболічних процесів, залежно від фізіологічного стану їх організму. Це вимагає розроблення ефективних програм нормованої годівлі, що забезпечують підтримання життєвих функцій організму тварини і сприяють отриманню від них високоякісної продукції. Рівень забезпечення мінеральними речовинами залежить від їхньої кількості в кормах та воді. Вміст мінеральних речовин в кормах залежить від кліматичних умов, типу ґрунтів, виду рослин та періоду їх вегетації, а також дотримання технологій збирання та зберігання. Тому часто спостерігається надлишок одних і нестача інших мікроелементів, що знижує ефективність використання корму.

При організації повноцінного живлення великої рогатої худоби, свиней, овець та коней раціони традиційно нормують за вмістом сухої

речовини, обмінної енергії, сирої клітковини, сирого та перетравного протеїну, крохмалю, сирого жиру, Кальцію, Фосфору, Заліза, Цинку Міді, Магнію, Кобальту, Каротину, Йоду, водорозчинних та жиророзчинних вітамінів, кількістю кормових одиниць [14].

Важливість нормованої годівлі визначається впливом її на відтворювальну здатність, що є основою збільшення поголів'я [410]. Якість і рівень годівлі часто має визначальний вплив на формування статевої функції у молодих та дорослих тварин, утворення статевих клітин, забезпеченні запліднення і розвитку ембріонів. При недостатньому збалансуванні загальної поживності раціонів спостерігається зниження життєвих та відтворювальних функцій тваринного організму, що призводить до припинення овуляції у самок та втрати рефлексу статевого збудження у самців. Недоречною також вважається надмірна (понад нормована) годівля, що призводить до ожиріння та спричинює погіршення (зниження) відтворювальної здатності тварин [144, 156].

При організації повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин особливу увагу надають задоволенню потреби у макро- та мікроелементах. Традиційно мікроелементи вводять у вигляді неорганічних солей, але нині, як альтернативну заміну для підвищення конверсії цих речовин в організмі, використовують їх хелатні комплекси [10, 17, 46, 81, 204].

В останні десятиліття у багатьох країнах в галузі тваринництва для оптимізації мінерального живлення застосовують мікроелементні добавки в органічній формі, які мають більш високу конверсією і біологічну активність в порівнянні з неорганічною. Встановлено підвищення продуктивних якостей у корів, телят і свиней після згодовування органічних речовин мікроелементів Fe, Mn, Zn, Cu і Se [112, 122].

Дані багатьох експериментів, свідчать, про те що мікроелементи в спермі кнурів здійснюють активний вплив на рухливість і виживання сперматозоїдів, шляхом регулювання окислювально-відновних реакцій. Тривале зберігання сперми при температурах від нульової до кімнатної є

досить обмеженим, через пошкодження сперматозоїдів, особливо акросом, які чутливі до окиснення ліпідів в їх мембрані внаслідок пошкодження активними формами кисню.

Підвищення інтенсивності відтворення стада в значному ступені залежить від штучного осіменіння свиноматок спермодозами високої якості, які отримують з біологічно повноцінних еякулятів. Значна кількість досліджень присвячена зберіганню цільної і розбавленої сперми шляхом оптимізації лімітуючих метаболічних процесів спрямованих на перехід сперматозоїдів до природного стану анабіозу і розробці програм їх деконсервації. Це досягається насамперед регулюванням температури зберігання сперми, проте часто після відтавання сперматозоїдів їх рухливість, виживаність, а головне запліднююча здатність швидко знижується [62].

Серед мікроелементів, які визначають продуктивність тварин провідна роль належить Цинку, Селену, Міді та Залізу. Ці речовини регулюють ріст, розвиток і відтворення свиней [31, 306, 404, 412, 479]. Реалізація потенціалу продуктивності у свиней супроводжується змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу шляхом лабільності антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази (активний центр містить - Zn, Cu) каталази (активний центр містить Fe), і глутатіонпероксидази (активний центр містить Se). Додаткове введення супероксиддисмутази і каталази в зразки сперми, що зберігалися, пригнічує перекисне окиснення, підвищуючи функціональну активність сперматозоїдів [330, 368, 384, 409]. Мікроелементи позитивно впливають на поліпшення якості спермопродукції – концентрацію, рухливість і виживання сперматозоїдів кнурів [381, 408, 443]. Встановлено позитивний вплив кормових добавок – гідролактатів на збереження цілісності акросом сперматозоїдів кнурів, що підвищує запліднюваність свиноматок [36].

Вміст даних мікроелементів у кормах часто визначає збереженість та біологічну доступність вітамінів та амінокслот для організму свиней [435].

Доведено можливість покращення якості спермопродукції у кнурів-плідників в напрямі збільшення об'єму еякуляту, підвищення концентрації, рухливості і виживаності сперміїв за рахунок додаткового згодовування мікроелементів [381, 409, 443]. Такі особливості формування статевої функції супроводжуються глибокими змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [31]. У зв'язку з цим представляються актуальними дослідження впливу окремих мікроелементів на формування даних гомеостатичних констант у кнурів-плідників, через їх значний вплив на процеси відтворення основного стада.

Мікроелементи, перебуваючи у тісному взаємозв'язку з ензимами, вітамінами та гормонами, обумовлюють метаболічні перетворення, забезпечуючи формування відтворювальної функції свиней [199]. Використання хелатних сполук мікроелементів, як альтернативної заміни мінеральних солей сприяє кращому їх засвоєнню, зменшенню кількості введення до організму неорганічних солей, що в подальшому запобігає забрудненню навколишнього середовища [115]. Завдяки широкому спектру дії цих лімітуючих речовин на організм виникає можливість регуляції відтворювальної функції у кнурів-плідників – підвищення рухливості і виживаності сперматозоїдів [381, 443, 408]. Виявлено, що додаткове згодовування кнурам-плідникам Заліза, Селену, Міді та Цинку у формі наноаквахелатів покращує якість спермопродукції – збільшується об'єм еякуляту, концентрація, рухливість і виживаність сперміїв. Це відбувається на тлі підвищення вмісту глутатіону, зростання активності супероксиддисмутази та каталази [31].

Мікроелементи характеризуються широким спектром дії на організм та продуктивність свиней, через активність ензимів, гормонів та вітамінів, в яких вони містяться в певній кількості та виступають в ролі активатора чи інгібітора. Детальне вивчення біологічної дії мікроелементів дозволяє проаналізувати перспективи в регулюванні активності гормонів, вітамінів та ензимів.

Серед мікроелементів, які суттєво визначають продуктивність тварин провідна роль належить Селену, який є активатором синтезу та обміну гормону щитоподібної залози, що регулює ріст, розвиток, функції багатьох органів та систем організму. Даний мікроелемент підвищує вміст імунних тіл та знижує дію алергенів. В поєднанні з вітамінами А, Е, С та β -каротином Селен має здатність блокувати дію важких металів (Свинець, Ртуть, Кадмій), що надходять до організму із забрудненого навколишнього середовища [90]. Дефіцит Селену в організмі супроводжується анемією, серцевою міопатією, дистрофією печінки, зниженням резистентності, абортіванням і безпліддям [162].

Селен характеризується високою біохімічною активністю та спільно з вітаміном Е регулює пероксидне окиснення ліпідів. За нестачі вітаміну Е потреба в Селені зростає [435]. Дефіцит Селену і токоферолу затримує перетворення метіоніну в цистин, що спричиняє м'язову дистрофію [389]. Це вимагає особливої уваги до нормування даного елемента у згодовуваних кормах, де потреба в ньому змінюється залежно від віку, фізіологічного стану та рівня продуктивності тварин.

Численними дослідженнями встановлено істотну дію Цинку на формування відтворювальної здатності, імунного стану організму та в забезпеченні кровотворення. Даний мікроелемент є структурним компонентом й активатором (виступає синергістом) ензимів, контролює біосинтез білка, нуклеїнових кислот, ліпідний обмін та синтез окремих гормонів [9, 103, 272, 389, 457].

Магній є одним з головних активаторів ензимів, що забезпечують перенесення фосфатних груп при розщепленні АТФ, бере активну участь у формуванні кісток, регулює роботу м'язових та нервових волокон, а також забезпечує акумуляцію Кальцію в організмі. Оскільки засвоєння Магнію в організмі тварин з корму складає 50-60 %, що часто спричиняє його дефіцит, який супроводжується підвищеною збудливістю, слабкістю кісток,

м'язовими судочками, оскільки підвищується вивільнення Кальцію з організму [9, 10, 38].

Особливо важлива роль Заліза проявляється у перші періоди постнатального розвитку тварин під час настання анемії, що проявляє себе після полового окиснювального стресу при переході від анаеробного до аеробного дихання новонароджених. Даний мікроелемент, входячи до низки ензимів – пероксидази, оксидази, каталази і цитохромних ферментів, забезпечує ріст, розвиток і розмноження тварин [10, 38, 439].

Існує вагомий взаємозв'язок між вітаміном Е і Залізом, що проявляється в процесах транспорту електронів і біосинтезу гема. Саме даний вітамін регулює оптимальне співвідношення відновленого і окисного Заліза в тканинах та забезпечує розподіл даного елемента в організмі.

Недостатнє забезпечення Залізом, особливо у молодих тварин спричинює анемію, втрату апетиту, пригнічення швидкості росту та в деяких випадках підвищується смертність новонароджених та молодих тварин [9, 354]. При цьому, надлишок Заліза призводить до погіршення засвоєння Фосфору та Міді, зменшення відкладання вітаміну А в печінці, знижує апетит та прирости живої маси [60].

Серед есенціальних мікроелементів організму тварин, провідне значення належить Міді, яка входить до складу багатьох ензимів, посилює дію інсуліну, гормонів гіпофіза, щитоподібної залози, мобілізацію депонованого Заліза, стимулює його перенесення у кістковий мозок, активує дозрівання еритроцитів [9, 194]. Мідь забезпечує формування структури кісток, хрящів, сухожиль (колаген), забезпечує еластичність стінок кровоносних судин, легеневих альвеол, шкіри (еластин), нормалізує ритм серцевої діяльності. Регулює роботу центральної нервової системи, активно формує імунітет [10, 57].

Понад нормована годівля свиней сполуками Міді гальмує гемопоез, знижує концентрацію вітамінів А, Е, В₂, В₃, В₆, С в органах і тканинах тварин. При цьому поросята втрачають апетит, у них порушується

координація рухів, з'являється горб на спині, виникають м'язові судоми і анемія [60].

За даними проведених досліджень Запорожець М.Ф. і Бурко Ю.А. виявлено, що Селен, Цинк, Мідь, Залізо та Магній мають істотний вплив на продуктивність тварин, та особливу роль відіграють в репродуктивній здатності свиноматок. Вони сприяють підвищенню багатоплідності, великоплідності, збільшенню маси гнізда поросят при їх народженні і відлученні, а також виходу ділових поросят [61].

Кожен із зазначених мікроелементів крім загальної дії на організм свиней має окремий селективний вплив. Так додаткове згодовування Селену покращує показники ніжності м'яса, а також збільшує вміст сирого протеїну, що підвищує його біологічну цінність [139]. Цинк сприяє підвищенню кількості поросят-нормотрофіків у гнізді, а також випадків мертвонароджуваності [457]. Включення до раціону Міді сприяє підвищенню забійного виходу та більш високому відкладанню жиру у тушах свиней. Згодовування свиноматкам солей Заліза забезпечує покращення біологічної повноцінності молозива і молока, та дозволяє уникнути анемії у поросят. Особливістю дії Магнію є зменшення тривалості сервіс-періоду у свиноматок [488].

Для забезпечення тварин в мінеральних речовинах найчастіше використовують мікроелементи в неорганічній формі, оскільки вони є більш доступними та економічнішими для придбання. Але при аналізі численних досліджень з'ясовано, що надходження цих сполук до організму не задовольняє потребу високопродуктивних тварин. Окрім того, виявлено певні недоліки при згодовуванні мінеральних солей, оскільки через низьку їх засвоюваність організмом, тваринам часто додають надлишкову кількість мінеральних речовин, викликаючи цим множинний антагонізм. Це спричиняє зниження конверсії мікроелементів, що підвищує вивільнення з організму до 40-70 % цих елементів, що негативно впливає на екологічну ситуацію, забруднюючи навколишнє середовище важкими металами [17, 23, 50, 102].

Тому на сучасному етапі розвитку тваринництва виникає необхідність заміни неорганічних солей органічними сполуками [10, 17, 46, 310, 462].

Порівняльний аналіз результатів досліджень, встановив, що саме включення хелатних форм мікроелементів забезпечує кращу біологічну доступність: вони легко встановлюють іонний зв'язок із клітинами організму, розпадаються і повністю засвоюються. Використання в якості складника хелатів фітинової кислоти зменшує антагонізм між іншими поживними речовинами [10, 208].

Введення до корму хелату Заліза покращує продуктивні і відтворювальні якості свиноматок [16, 86, 201].

Швидке ліквідування дефіциту Цинку в організмі поросят є можливим за рахунок згодовування його хелатів. Це сприяє зниженню кількості слабких поросят у гнізді, та їх збереженості до відлучення, а вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом [103, 104, 336].

За даними досліджень А.М. Шимкене, введення хелатного селену до раціону поросних та підсисних свиноматок в порівнянні з мінеральними солями сприяло підвищенню багатоплідності, маси гнізда в день опоросу, молочності, а також мало позитивний вплив на ріст, розвиток та збереженість підсисних і дорощуваних порослят [103]. Це дозволяє покращити фізико-хімічні властивості м'яса та сала за рахунок збільшення вмісту метіоніну, триптофану, лізину при одночасному зменшенні концентрації оксипроліну [139].

Використання хелатних сполук Магнію у задоволенні потреб кнурів-плідників забезпечує збільшення об'єму еякуляту, кількості живих сперміїв та підвищує їх концентрацію. Підвищується терморезистентність сперміїв, що покращує придатність сперми до тривалого зберігання [161].

Встановлено, що додавання до раціону свиноматок хелатної добавки Міді у період поросності та лактації сприяє кращій багатоплідності та великоплідності, а також підвищує збереженість порослят [18]. При цьому зростає інтенсивність росту молодняку, що підвищує забійну масу і кількість

внутрішнього жиру, зростає соковитість м'яса та вміст білку в м'язовій тканині [15, 50, 195, 486].

Виявлено, що додаткове згодовування кнурам-плідникам Заліза, Селену, Міді та Цинку у формі наноаквахелатів покращує якість спермопродукції – збільшується об'єм еякуляту, концентрація сперміїв, з одночасним покращенням їх виживаності та рухливості. Це відбувається на тлі збільшення вмісту відновленого глутатіону, зростання активності супероксиддисмутази та каталази [31]. Введення лактатів безпосередньо у сперму підвищує концентрацію дієнових кон'югантів та ТБК-активних комплексів, що свідчить про інтенсифікацію процесів пероксидного окиснення [155]. Це вказує на істотний вплив рівня мінерального живлення у цих тварин на інтенсивність перебігу процесів пероксидації у спермі, що змінює функціональну активність сперматозоїдів, забезпечуючи капациацію та запліднення, за рахунок створення оптимального рівня активних форм Оксигену [384].

Експериментальні дані свідчать, що введення хелатної форми мікроелементів (Мідь, Залізо, Цинк) дає змогу вдвічі зменшити їх кількість в кормі у порівнянні з сольовою формою. Це покращує засвоюваність поживних речовин та продуктивні якості свиней [57, 95]. Застосування комплексів хелатних мікроелементів з гуміновими кислотами, забезпечує зменшення концентрації мікроелементів в 4-5 разів в порівнянні з неорганічними солями. При цьому це здійснює позитивний вплив на репродуктивні показники свинок, а саме підвищення молочності, збільшення кількості поросят та їх збереженість, покращення середньодобових приростів за підсисний період [86, 87, 88].

Серед вітамінів, які визначають продуктивність тварин провідна роль належить вітаміну А, вітаміну Е та аскорбіновій кислоті. Ці речовини регулюють ріст, розвиток та відтворення свиней [338, 435].

Більшість зазначених біологічних ефектів даних вітамінів супроводжуються змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу

через їх властивість до зв'язування активних форм Оксигену, вбудовування у клітинні мембрани, інгібування процесів окиснення мікроелементів [300, 384, 279].

Доведено можливість покращення якості спермопродукції у кнурів-плідників в напрямі збільшення об'єму еякуляту, підвищення концентрації, рухливості і виживаності сперматозоїдів за рахунок додаткового згодовування жиророзчинних вітамінів антиоксидантної дії, а також безпосереднього введення до еякулятів [238, 320, 363, 360].

Такі особливості формування статевої функції супроводжуються глибокими змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [31]. У зв'язку з цим представляються актуальними дослідження впливу окремих вітамінів-антиоксидантів на формування даних гомеостатичних констант у кнурів-плідників при перебуванні їх в умовах підвищених температур, для уникнення негативної дії зовнішнього фактора.

Результати досліджень вказують на провідну роль вітамінів у синтезі та метаболізмі гормонів [254, 371, 478]. Зміна ендокринного профілю визначає настання періоду статевого дозрівання, циклічні зміни у свиноматок, забезпечує нормальний перебіг поросності та протікання опоросу. Зокрема прогестерон і естроген здійснюють значний вплив на розвиток вторинних статевих ознак у самок.

Комплексний вплив гормонів регулює ріст, розвиток, статеве дозрівання свиней, визначаючи інтенсивність перебігу біохімічних процесів, зокрема стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [186]. Зміна співвідношення рівнів прооксидантів, активних радикалів Оксигену та антиоксидантів забезпечує процеси запліднення, імплантації та адаптації новонароджених до окиснювального стресу [150, 403]. Це вимагає більш глибоких досліджень із з'ясування механізмів гормональної і пероксидної регуляції, а також відтворної функції у свинок.

Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу регулюється за принципом зворотного зв'язку: збільшення рівня антиоксидантів (вітаміни А,

Е та С, естрогенів) гальмує вільнорадикальне окиснення, змінюючи склад ліпідів – з'являються легкоокисні фракції, що стимулює процеси пероксидації [168]. Це потребує швидкого використання ендogenous антиоксидантів, що супроводжується поверненням системи до початкового рівня [199]. Така динамічна рівновага істотно коливається у свинок у різні періоди статевого циклу і поросності [49]. Однак залишається актуальним з'ясування зміни даних гомеостатичних констант у найбільш відповідальні періоди формування відтворювальної функції у свинок.

Таким чином, висвітлені результати багаточисленних досліджень свідчать про те, що мікроелементи, перебуваючи у тісному взаємозв'язку з ензимами, вітамінами та гормонами, обумовлюють метаболічні перетворення забезпечуючи формування важливих фізіологічних функцій – тканинного дихання, поділу клітин, розмноження, росту і розвитку організму тварин.

Застосування хелатних сполук мікроелементів, як альтернативної заміни мінеральних солей сприяє кращому їх засвоєнню, зменшенню кількості введення до організму неорганічних солей, що в подальшому запобігає забрудненню навколишнього середовища.

Висока біодоступність хелатів мікроелементів, сприяє кращому споживанню і конверсії кормів. Завдяки широкому спектру дії цих сполук у свиней істотно покращуються показники відтворювальні функції: у кнурів-плідників – підвищується рухливість і виживаність сперматозоїдів, а у свиноматок – багатоплідність, великоплідність, збільшується маса гнізда, молочність, покращується збереженість поросят до та після відлучення. Дані біологічні ефекти перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, де дана рівновага знаходиться під впливом вітамінів-антиоксидантів та мікроелементів, кількість яких лімітується їх наявністю і біодоступністю в кормах.

1.4. Заключення з огляду літератури

Аналіз даних вітчизняних і закордонних досліджень свідчить про значну увагу до вивчення однієї із складних і до останнього часу невіршених проблем біологічної науки – особливостей формування ПАГ у взаємозв'язку з функціональним станом статевої системи свиней та максимальним проявленням відтворювальної здатності.

Сьогодні ще залишається недостатньо вивченим стан ПАГ у ростучого молодняка свиней, періоди статевого дозрівання, статевого циклу, поросності та опоросу.

У світі організм свині найчастіше використовують як експериментальну модель в біологічних і медичних дослідженнях через близькість на органному, фізіологічному та біохімічному рівнях з людським організмом. Перш за все проводять моделювання різних функціональних станів у серцево-судинній, травній, дихальній і репродуктивній системах.

Вважаємо, що проведення експериментів з вивчення особливостей формування ПАГ у в спермі кнурців-плідників залежно від впливу ендо- і екзогенних факторів, дію яких неможливо вивчити у людини через етичні причини, відкриє можливість розкрити нові особливості функціональної активності сперматозоїдів. Особливо актуальними залишаються питання коротко- та довготривалого зберігання повноцінності еякулятів та спермодоз. Потребує подальшого вирішення проблема якості спермопродукції у кнурів-плідників в умовах теплового стресу та розроблення способів її корекції.

Проведення експериментів з вивчення багатьох функціональних особливостей репродуктивної системи свиней, особливо визначення оптимальних строків проведення інтракопорального введення сперматозоїдів чи зигот, дозволить змоделювати аналогічні ситуації при регуляції відтворювальної здатності у інших видів ссавців у тому числі і людини.

І тепер залишаються майже відсутніми наукові дані щодо особливостей формування ПАГ у свинок у критичні періоди поросності, імплантації,

плацентації, становленні функціональної системи мати-плацента-плід, розвитку оксидативного стресу у перед- і післяпологовий періоди та новонароджених поросят.

Дотепер ще не цілком з'ясовані питання формування ПАГ у різних тканинах свиней залежно від типів ВНД, особливо впливу інтенсивності коркових процесів на якість спермопродукції. Встановлені фізіолого-біохімічні закономірності стануть дієвою основою для розроблення нових методів управління метаболічними процесами та пошуку шляхів ефективного коригування гомеостазу. Цим і зумовлено проведення наших досліджень, результати яких викладені в наступних розділах роботи.

Подальші дослідження використання хелатних сполук мікроелементів будуть спрямовані на: визначення їх конверсії, встановлення оптимальних співвідношень мікроелементів з різними біологічно активними речовинами, розроблення і застосування екологічно-безпечних мінеральних добавок, використання мінеральних добавок з врахуванням біогеохімічних зон.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експерименти з дисертаційної роботи проведено упродовж 2005–2020 рр. в лабораторії фізіології відтворення та експериментальній базі Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН (ІС і АПВ НААН), племінному заводі з розведення свиней великої білої породи ДП ДГ «Степне» ІС і АПВ НААН, кафедрі технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії відповідно до загальної схеми досліджень (рис. 2.1).

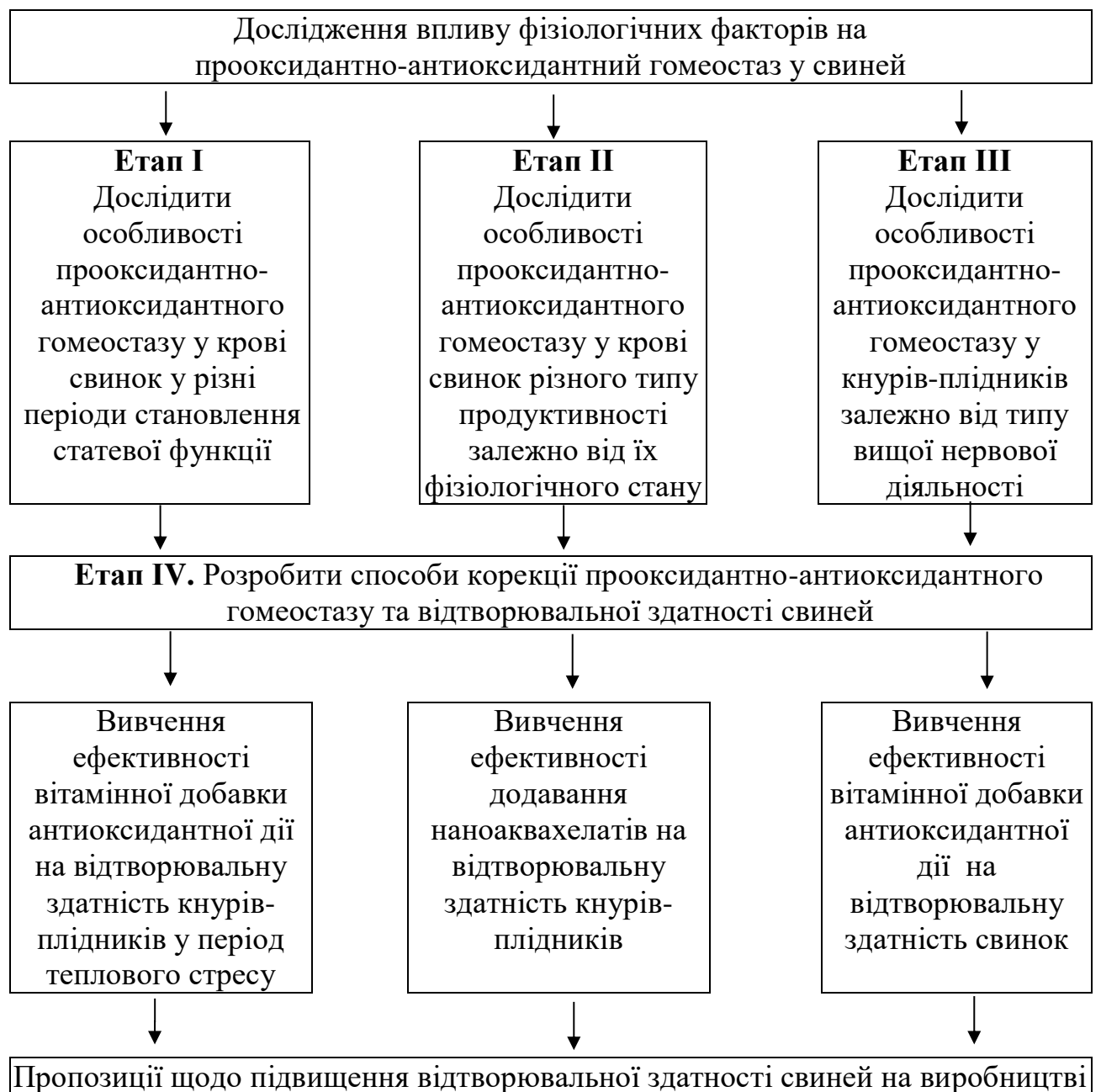


Рис. 2.1. Загальна схема досліджень.

Етап I. Дослідити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок у різні періоди становлення статевої функції.

Перший експеримент передбачав з'ясування закономірностей зміни гормонального фону та особливостей формування ПАГ в свинок у період становлення статевої функції за корекції вітамінного живлення.

В експерименті було використано клінічно здорових свинок великої білої породи у кількості 15 голів, які були аналогами за породою, віком та масою тіла. Від них відібрано зразки крові в період лютеальної фази статевого циклу (10 доба після встановлення рефлексу нерухомості) і фази еструсу (через 24 години від її початку). Охоту в свинок виявляли за допомогою кнура-пробника один раз на добу (о 7 годині ранку). Тварин утримували в станках безвигульно групами по 10–11 голів. Кров для досліджень у свиной відбирали з передньої порожнистої вени в період настання чітко виражених 1-ї, 2-ї і 3-ї охоти в фазі еструсу і дієструсу. Годівля тварин здійснювалась згідно з кормовими нормами Інституту свинарства і АПВ НААН.

Метою другого експерименту було дослідити прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свинок в період еструсу та оптимальні строки штучного осіменіння. У дослідженнях було використано 66 свинок великої білої породи віком 8–9 місяців, живою масою 110–130 кг із чіткими проявами початку проеструсу, еструсу та дієструсу. Початок еструсу встановлювали двократно о 7 та 19 годині. Свинкам інтрацервікально було введено спермодози (2 млрд сперматозоїдів у 70 мл розріджувача) за такої схеми: I група – після встановленого періоду еструсу – 0 год.; II група – через 6 год.; III – група – 12 год.; IV група – 18 год.; V – 24 год.; VI – 36 годин. У свинок після опоросу було визначено великоплідність і багатоплідність. Годівля тварин здійснювалась згідно з кормовими нормами Інституту свинарства і АПВ НААН.

Третій експеримент було проведено з метою розроблення способу інтрацервікального штучного осіменіння для підвищення відтворювальної здатності свинок. При використанні традиційного методу штучного осіменіння свиней головка катетера проникає до лише початку шийки матки [66]. В цій ділянці шийки матки сперматозоїдам необхідно подолати імунний бар'єр, сформований організмом свинки. Внаслідок цього істотна кількість сперматозоїдів втрачає свою біологічну повноцінність до запліднення яйцеклітин. Внаслідок перистальтики матки під час охоти частина спермодози проникає у верхівку її рогів та яйцепроводи, а решта разом із сперматозоїдами виливається назовні. Згідно з даними літератури, після осіменіння зі статевих шляхів свинок виливається 80 % спермодози назовні, 17-18 % поглинається слизовою оболонкою матки і тільки близько 3 % рідини все ще залишається в рогах [73]. В зв'язку з цим нами було створено новий спосіб, який би забезпечував високі показники відтворювальної здатності свинок при мінімальних витратах біологічно повноцінних сперматозоїдів. Поставлена задача вирішується тим, що осіменіння свинок проводять через 30-36 годин після чіткого встановлення рефлексу нерухомості шляхом введення однієї спермодози об'ємом 50 мл, що містить 1-1,5 млрд сперматозоїдів у цервікс, при глибині проникнення катетера 7-12 см. Це забезпечує більш суттєвий відсоток запліднення свинок і високу кількість загалом народжених поросят, ніж при застосуванні класичного (традиційного) методу осіменіння. Використання пропонованого способу інтрацервікального штучного осіменіння ремонтних свинок, дозволяє істотно зменшити витрати на їх вирощування та підвищити інтенсивність використання кнурів-плідників. Пріоритет даної розробки закріплений патентом на корисну модель [133].

Розроблений спосіб дав можливість ефективно штучно осіменяти свинок у різні періоди охоти (настання рефлексу нерухомості).

З метою удосконалення технології інтрацервікального штучного осіменіння свиней малими дозами сперми було оцінено якість сперми від

високопродуктивних кнурів-плідників великої білої породи. В експерименті використано 5 кнурів віком – 18–36 місяців. Отримували сперму мануально, з подальшою оцінкою її якості із використанням стандартних методик [66, 111].

За період досліджень було осімінено 50 свиноматок (після 2-х опоросів) великої білої породи. Від загального числа свиноматок 30 було осімінено внутрішньоматково спермодозами, що містили 0,25; 0,5 та 1 млрд сперматозоїдів при об'ємі розріджувача 50 мл. 10 свиноматок були осіменінні внутрішньоматково дозою в 3 млрд сперматозоїдів при об'ємі розріджувача 100 мл. Контрольну групу свиноматок (10 гол) було осіменінено традиційним методом спермодозою, що містила 3 млрд сперматозоїдів у 100 мл розріджувача. Охоту в свиноматок виявляли за допомогою кнура-пробника один раз на добу (о 7 годині ранку). Тварин утримували в станках безвигульно групами по 10–11 голів. Після опоросу у свиноматок було визначено заплідненість і багатоплідність. Годівля тварин здійснювалась згідно з кормовими нормами Інституту свинарства і АПВ НААН.

Етап II. Дослідити стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок залежно від фізіологічного стану та напрямів продуктивності.

Для вивчення ПАГ впродовж відтворювального циклу було використано оцінених за власною продуктивністю свинок різних напрямів продуктивності: універсального (I група) – українська степова біла порода, сального (II група) – велика чорна та миргородська породи; м'ясного (III група) – українська м'ясна, полтавська м'ясна та червона білопояса м'ясна породи. Кожну групу формували з тварин 2,5-місячного віку за типовими ознаками для кожної породи в кількості по 10 свинок середньою масою тіла 25 кг, вирощених в умовах експериментальної бази ІС і АПВ НААН.

Від них відібрано зразки крові в період лютеальної фази статевого циклу (10 доба після встановлення рефлексу нерухомості) і фази еструсу (через 24 години від її початку). Свинки масою тіла 120–130 кг були штучно осіменені в 9–10-місячному віці. Тварин утримували в станках безвигульно групами по 10–11 свинок. Холостих і поросних свиноматок годували згідно з нормами ІС і АПВ НААН з урахуванням їх фізіологічного стану.

Охоту в свинок виявляли за допомогою кнура-пробника один раз на добу (о 7 годині ранку). Свинок штучно осіменяли через 24–30 годин від початку охоти, користуючись приладом для трансцервікального осіменіння. У свиноматок відбирали зразки крові у різні періоди поросності: на 15, 30, 60, 90, 104, 113 доби, а також через 12 годин після опоросу. В отриманих зразках крові досліджували кількість стероїдних, тироїдних гормонів та компоненти прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Етап III. Дослідити особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові та спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності.

З метою з'ясування впливу типів вищої нервової діяльності на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та якість спермопродукції у кнурів-плідників було проведено дослідження в умовах станцій штучного осіменіння свиней Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН і Державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» ІС і АПВ НААН» згідно із схемою досліджень 2.2.

Експеримент передбачав:

- визначення типу вищої нервової діяльності у кнурів-плідників;
- вивчення якості спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності;
- дослідження стану ПАГ у крові та різних фракціях еякуляту цих тварин залежно від типів вищої нервової діяльності.

Схема досліджень стану ПАГ у кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності

Групи	Тип вищої нервової діяльності	Досліджувані	
		тканина, секрет	показники
I	Сильний врівноважений жвавий (рухливий)	Кров Сперма	<i>Фізіологічні:</i> вага еякуляту, концентрація сперматозоїдів, рухливість сперматозоїдів, виживаність сперматозоїдів.
II	Врівноважений спокійний (інертний)		<i>Біохімічні:</i> тиреоїдні і стероїдні гормони, супероксиддисмутаза, каталаза, бета-і пребета ліпопротеїди, аскорбінова і дегідроаскорбінова кислоти, вітамін А і вітамін Е , ТБК-активні комплекси, дієнові кон'югати
III	Сильний неврівноважений (нестримний)		
IV	Слабкий		

Для визначення основних типологічних властивостей нервової діяльності у свиней використано спрощену рухово-харчову методику, пристосовану до виробничих умов, яка відповідає біологічним і фізіологічним особливостям свиней. Дана методика дає можливість визначити типологічні особливості свиней на протязі 4-5 днів [51]. Визначення типів ВНД проводили шляхом детального вивчення їх поведінки. Із протипованих кнурів-плідників великої білої породи віком 24-36 місяців за основними типами вищої нервової системи було сформовано чотири групи

по 3 голови в кожній. I група – сильний врівноважений жвавий (рухливий); II група – сильний врівноважений спокійний (інертний); III група – сильний нерівноважений (нестримний); IV група – слабкий тип ВНД. Крім цього звертали увагу на прояв 5 безумовних статевих рефлексів – локомоторного (зближення, статевий потяг), ерекції, обіймального і парувального.

Поранжовані кнури-плідники за типом вищої нервової діяльності мали окремі біологічні особливості. Тварини сильного врівноваженого жвавого типу характеризувались міцною конституцією, активною реакцією на зовнішні подразники з добре орієнтовним рефлексом.

Тварини врівноваженого спокійного типу мали добре розвинений кістковий і м'язовий каркас, знижена їх рухова активність супроводжувалась ожирінням, іноді вони слабо, невміло орієнтувались у приміщенні.

Представники сильного нерівноваженого типу, маючи міцну тілобудову, добре реагували на зміни подразників зовнішнього середовища, а також у них слабо вироблялись умовні рефлекси.

Слабкий тип вищої нервової діяльності був у кнурів-плідників, які мали слабку конституцію, насторожено реагували на зміну незнайомої обстановки, бажали уникати помірних і сильних подразників. Ці тварини мали підвищену збудливість, швидше виснажувались при інтенсивних статевих навантаженнях.

Сперму отримували від кнурів-плідників мануально із врахуванням загального часу еякуляції розділяючи еякулят на 4 фракції – F_1 – перша, F_2 – друга, F_3 – третя, F_4 – четверта, з подальшим відбором зразків. Якість сперми визначили за такими показниками: вага еякуляту, концентрація, рухливість, виживаність, термостресстійкість сперматозоїдів згідно з Інструкцією зі штучного осіменіння [66, 111]. Режим статевого навантаження складав 2 садки на тиждень. У отриманих еякулятах було проведено морфометричні дослідження сперматозоїдів шляхом фарбування мікропрепаратів сперми з послідуною цитоморфометрією. Для уникнення виникнення гальмівних нервових процесів при проявленні статевого рефлексу у манежі зберігали

умови для формування позитивних умовних рефлексів (місце отримання сперми, незмінне чучело свиноматки, один технік). У зразках пофракційно отриманих еякулятів було визначено показники ПАГ.

Етап IV. Розроблення способів корегування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та відтворювальної здатності свиней.

За даним етапом було проведено три експерименти.

Метою першого експерименту було вивчити ефективність вітамінної добавки антиоксидантної дії на відтворювальну здатність кнурів-плідників у період теплового стресу згідно із схемою 2.3.

Для дослідження було використано 9 дорослих кнурів-плідників великої білої породи віком від 18 до 36 місяців. З яких сформовано три групи-аналогів кнурів-плідників – I (контрольна) та II і III (дослідні), по три тварини у кожній. Годівлю тварин здійснювали двічі на добу згідно кормових норм [151]

Протягом дослідження кнури-плідники контрольної групи отримували основний раціон (Додаток Е), який до норми балансували додаючи вітамін А (5,1 мг), вітамін Е (10,8 мг) та вітамін С (1 г) на 1 кг корму.

Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти) та заключний – 30 діб. В основному періоді досліду раціон кнурів-плідників контрольної групи залишався без змін, а у дослідній до нього додавали вітамінну добавку, що містила сухі мікрогранульовані форми ретинол ацетату (вітамін А), DL- α -токоферол поліетиленгліколь сукцинату (вітамін Е) та аскорбінову кислоту у кристалічній формі (вітамін С). Ці форми вітамінів мають високу біологічну доступність. Рівень цих біологічно активних компонентів у раціоні другої і третьої дослідних груп був вищим відповідно на 10 % і 20 % порівняно з контрольною групою [130, 131].

Дослідження зміни фізіологічних показників якості спермопродукції та компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в кнурців-плідників у період теплового стресу.

Групи	Раціон	Досліджувані	
		тканина, секрет	показники
I	ОР*	Кров Сперма Спермодози	<p><i>Морфо-фізіологічні:</i> розміри сперматозоїдів, рухливість сперматозоїдів, виживаність сперматозоїдів, термостресстійкість сперматозоїдів, патологічні форми сперматозоїдів цілісність акросом сперматозоїдів.</p> <p><i>Біохімічні:</i> супероксиддисмутаза, каталаза, відновлений глутатіон, аскорбінова і дегідроаскорбінова кислоти, вітамін А, вітамін Е, ТБК-активні комплекси, дієнові кон'югати</p>
II	ОР* + 10% вітамінів. А 0,46 мг, Е 3,8 мг, С 100 мг на 1 кг корму		
III	ОР* + 20% більше вітамінів. А 0,92 мг, Е 7,6 мг, С 200 мг на 1 кг корму		

Примітка: * – ОР – основний раціон; ** – ВКД – вітамінна кормова добавка.

У визначені періоди експерименту від кнурів-плідників було відібрано кров та еякуляти для оцінки стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу оцінювали за активністю ензимів антиоксидантного захисту: супероксиддисмутази, каталази; вмістом неензимних антиоксидантів:

вітамінів А і Е, аскорбінової, дегідроаскорбінової кислот та відновленої форми глутатіону. Визначали також вміст первинних продуктів пероксидного окиснення – дієнових кон'югатів та вторинних – ТБК-активних сполук. Як показник, що також відображає стан гомеостазу, досліджували пероксидну резистентність еритроцитів.

Отримані зразки еякулятів стабілізувались протягом 3-х годин за кімнатної температури (18–25⁰С). В подальшому зразки еякулятів зберігались за різних позитивних температурних умовах: 38⁰ С, 17⁰С і 5⁰ С протягом 3-х годин з послідуною оцінкою стану ПАГ.

Для визначення біологічної повноцінності сперматозоїдів, отримані зразки еякулятів (100 мл) після стабілізування розріджували до концентрації сперматозоїдів 0,02 млрд/мл і зберігали при позитивних температурах: 38⁰ С, 17⁰ С і 5⁰ С протягом 3-х годин. Для розрідження і зберігання сперми було використано глюкозо-хелато-цитратно-сульфатне середовище [66]. Вибрані часові проміжки співпадають із термінами проведення першого штучного осіменіння свиноматок, які співпадають із 12-ю годиною після прогнозованої в них овуляції.

Зберігання спермодоз при температурі 38⁰С протягом 3-х годин обумовлено моделюванням умов, коли сперматозоїди потрапляють в статеві шляхи свиноматок, перебуваючи до майже повної експульсії еякуляту або спермодози. Зберігання спермодоз у кулерах при температурі 17⁰ С протягом 3-х годин найчастіше використовується на станціях штучного осіменіння. Зберігання спермодоз при температурі 5⁰ С протягом 3-х годин переводить спермотозоїди в стан анабіозу, що істотно сприяє подовженню термінів зберігання цільної сперми.

Біологічну повноцінність сперматозоїдів у спермодозах визначали за їх активністю і виживаністю шляхом проведення проб на терморезистентність, термостресстійкість, кількість аномалій сперматозоїдів і цілісності акросом [37, 111].

У переважній кількості господарств часто використовують двократне осіменіння за режимів – 12 і 24 годин або 24 та 36 годин після встановлення рефлексу нерухомості у свиноматок. Це супроводжується добовим зберіганням еякулятів чи спермодоз на пунктах штучного осіменіння. У зв'язку з цим, представляється перспективними дослідження умов зберігання еякулятів і спермодоз, а також процесів, які в них відбуваються, особливо пероксидації, що відіграють ключову роль у забезпеченні цілісності та рухливості сперматозоїдів. Нами досліджувались зміни ПАГ в еякулятах протягом 24-х годин за різних температурних умов зберігання - при позитивних температурах: 38⁰ С, 17⁰ С і 5⁰ С. При цьому досліджувалась біологічна повноцінність сперматозоїдів у спермодозах, яку визначали за їх активністю і виживаністю шляхом проведення проб на терморезистентність, термостресстійкість, кількість аномалій сперматозоїдів і цілісності акросом протягом добового зберігання за різних температурних умов [37, 111].

Порівняльну оцінку запліднювальної здатності сперматозоїдів кнурів-плідників проводили за результатами штучного осіменіння 30 свиноматок в кожній групі, які були аналогами за породою віком та масою тіла.

Через 30–32 доби після осіменіння реєстрували незапліднених свиноматок і визначали, попередньо, запліднюючу здатність сперматозоїдів кнурів, а в цілому – за результатами опоросу. Порівняльне вивчення репродуктивних особливостей свиноматок проводили з урахуванням вимог Інструкції з бонітування свиней [65].

В другому експерименті було вивчено ефективність додавання наноаквахелатів на відтворювальну здатність кнурів-плідників. У досліді за принципом аналогів було використано оцінених за власною продуктивністю, спермопродукцією та якістю нащадків 9 дорослих кнурів-плідників великої білої породи віком від 18 до 36 місяців. З яких сформовано три групи-аналоги тварин – I (контрольна) та II і III (дослідні), по три тварини у кожній

відповідно до схеми досліджень 2.4. Годівля тварин здійснювалась згідно кормових норм [151].

Схема 2.4.

Дослідження фізіологічних показників якості спермопродукції та компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в кнурів-плідників за корекції мінерального живлення.

Групи	Раціон	Досліджувані	
		тканина, секрет	показники
I	ОР*	Кров Сперма Спермодози	<i>Морфо-фізіологічні:</i> розміри сперматозоїдів, рухливість сперматозоїдів, виживаність сперматозоїдів, термостресстійкість сперматозоїдів, патологічні форми сперматозоїдів цілісність акросом сперматозоїдів.
II	ОР*+ 10 % більше на 1 кг корму: Zn – 19,0 мг, Se – 0,08 мг, Cu – 5,13 мг, Fe – 38,8мг		
III	ОР*+ 20 % більше на 1 кг корму: Zn – 37,9 мг, Se – 0,16 мг, Cu – 10,25 мг Fe – 77,8 мг		
			<i>Біохімічні:</i> супероксиддисмутаза, каталаза, відновлений глутатіон, аскорбінова і дегідроаскорбінова кислоти, вітамін А, вітамін Е, ТБК-активні комплекси, дієнові кон'югати

Примітка: * – ОР – основний раціон;

** – МД – мінеральна кормова добавка.

Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування лактатів Цинку, Селену, Міді і Заліза) та заключний – 30 діб. Протягом дослідження кнури контрольної групи

отримували основний раціон (Додаток Е), який до норми балансували додаючи лактати Цинку (40,4 мг), Селену (0,21 мг), Міді (7,4 мг) і Заліза (20,1 мг) на 1 кг корму. Рівень мікроелементів у раціоні другої і третьої дослідних груп був вищим відповідно на 10 % і 20 % порівнянні з контрольною групою [132].

Згідно схеми експерименту від кнурів-плідників було відібрано кров та еякуляти для оцінки стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, який оцінювали за активністю ензимів антиоксидантного захисту: супероксиддисмутази, каталази; вмістом неензимних антиоксидантів: вітамінів А і Е, аскорбінової, дегідроаскорбінової кислот та відновленої форми глутатіону. Визначали також вміст первинних продуктів пероксидного окиснення – дієнових кон'югатів та вторинних – ТБК-активних сполук. Як показник, що також відображає стан гомеостазу, досліджували пероксидну резистентність еритроцитів.

Після мануального отримання еякулятів, проводили їх стабілізування протягом 3-х годин за кімнатної температури (18–25 °С). В подальшому зразки еякулятів зберігались за різних позитивних температурних умовах: 38 °С, 17 °С і 5 °С протягом 3-х годин з послідуною оцінкою стану ПАГ.

Біологічну повноцінності сперматозоїдів оцінювали у зразках розріджених еякулятів (100 мл) до концентрації сперматозоїдів 0,02 млрд/мл. Для розрідження і зберігання було використано глюкозо-хелато-цитратно-сульфатне середовище [66]. Зберігали спермодози при позитивних температурах: 38 °С, 17 °С і 5 °С протягом 3-х годин, що може відповідати термінам проведення першого штучного осіменіння свиноматок – 12 годин після прогнозованої в них овуляції.

Зберігання спермодоз при температурі 38 °С протягом 3-х годин обумовлено моделюванням умов, коли сперматозоїди потрапляють в статеві шляхи свиноматок, перебуваючи до майже повної експульсії еякуляту або спермодози. При цьому протягом зазначеного періоду незначна частина сперматозоїдів завдяки антиперестальтичним рухам міометрію рогів

потрапляють у верхівку матки, де здатні зберігати здатність до запліднення впродовж 24-х годин.

Короткотривале зберігання спермодоз при температурі 17 °С протягом 3-х годин найчастіше проводиться за допомогою кулерів, які успішно використовуються на станціях штучного осіменіння свиней. Переведення сперматозоїдів до стану анабіозу температурі 5 °С протягом 3-х годин сприяє зберіганню еякулятів та спермодоз. При цьому з'ясування стану ПАГ під час інгібування та активування цих клітин відкриватиме можливість для подовження термінів зберігання еякулятів та спермодоз.

Аналіз активності, терморезистентності, термостресстійкості, кількість аномалій і цілісності акросом сперматозоїдів дозволяють визначати біологічну повноцінність сперматозоїдів у спермодозах [37, 111].

Традиційне використання двократного осіменіння за режимів – 12 і 24 годин або 24 та 36 годин після встановлення рефлексу нерухомості у свиней, часто вимагає якнайменше добового зберігання еякулятів або спермодоз на пунктах штучного осіменіння чи фермерських господарств. Використання наведених режимів осіменіння вимагає забезпечення високої біологічної повноцінності сперматозоїдів у процесі зберігання еякулятів і спермодоз. Беручи до уваги провідну роль антиоксидантів у забезпеченні цілісності та рухливості сперматозоїдів при різних температурах (38 °С, 17 °С, 5 °С) зберігання нами досліджувались зміни ПАГ в еякулятах протягом 24-х годин. В процесі виконання досліджень визначалась біологічна повноцінність сперматозоїдів у спермодозах, яку оцінювали за активністю, терморезистентністю, термостресстійкістю, кількістю аномалій і цілісністю акросом протягом добового зберігання за різних температурних умов [37, 111].

Порівняльну оцінку запліднювальної здатності сперматозоїдів у кнурів-плідників проводили за результатами штучного осіменіння 30 свиноматок в кожній групі, які були аналогами за породою віком та масою тіла. Через 30–32 доби після осіменіння реєстрували незапліднених свиноматок і визначали,

попередню, запліднюючу здатність сперматозоїдів кнурів, а в цілому – за результатами опоросу. Порівняльне вивчення репродуктивних особливостей свиноматок проводили з урахуванням вимог Інструкції з бонітування свиней [65].

Третій експеримент передбачав вивчення ефективності вітамінної добавки антиоксидантної дії на відтворювальну здатність свинок. У експерименті використано клінічно здорових свинок великої білої породи по 5 голів у дослідній і контрольній групах, які були аналогами за породою, віком та масою тіла. Годівля тварин здійснювалась згідно кормових норм [151]. Добовий раціон свинок контрольної групи змінювався залежно від їх маси (Додаток Д), до норми балансували, додаючи вітамін А (мікрогранульовану форму ретинол ацетату) при 40-50 кг – 5,3 мг; 51-60 кг – 5,7 мг; 61-70 кг – 6 мг; 71-80 кг – 6,3 мг; 81-120 кг – 6,7 мг; вітаміну Е (α -токоферол поліетиленгліколь сукцинату) при 40-50 кг – 17,0 мг; 51-60 кг – 18,4 мг; 61-70 кг – 18,4 мг; 71-80 кг – 20 мг; 81-120 кг – 20,0 мг, вітаміну С (аскорбінову кислоту) при 40-50 кг – 500 мг; 51-60 кг – 600 мг; 61-70 кг – 700 мг; 71-80 кг – 800 мг; 81-120 кг – 900 мг.

У дослідні до нього додавали вітамінну добавку із 120-денного віку, що містила суху мікрогранульовану форму ретинол ацетату (вітамін А), DL- α -токоферол поліетиленгліколь сукцинату (вітамін Е) та аскорбінову кислоту у кристалічній формі (вітамін С). Ці форми вітамінів мають високу біологічну доступність. Рівень вітамінів для тварин дослідної групи був вищим на 20 % більше вітамін А при 40-50 кг – 1,4 мг; 51-60 кг – 1,6 мг; 61-70 кг – 1,6 мг; 71-80 кг – 6,3 мг; 81-120 кг – 0,9 мг; вітаміну Е (α -токоферол поліетиленгліколь сукцинату) при 40-50 кг – 16,0 мг; 51-60 кг – 17,4 мг; 61-70 кг – 18,2 мг; 71-80 кг – 19,6 мг; 81-120 кг – 21,0 мг, вітаміну С (аскорбінову кислоту) при 40-50 кг – 100 мг; 51-60 кг – 120 мг; 61-70 кг – 140 мг; 71-80 кг – 160 мг; 81-120 кг – 180 мг порівняно з раціоном для тварин контрольної групи.

Кров для досліджень у свиней відбирали з передньої порожнистої вени в період настання чітко виражених 1-ї, 2-ї і 3-ї охоти в фази еструса і дієструса.

У відібраних зразках крові циклюючих свинок визначали вміст тироїдних та стероїдних гормонів, інтенсивність перебігу процесів пероксидації та систему антиоксидантного захисту відповідно до схеми досліджень 2.5.

Схема 2.5.

Схема досліджень з вивчення вмісту гормонів та стану ПАГ у свинок в період статевого дозрівання

Групи	Раціон	Досліджувані	
		тканина	показники
I	ОР*	Кров	Тиреоїдні і стероїдні гормони, супероксиддисмутаза, каталаза, відновлений глутатіон, аскорбінова і дегідроаскорбінові кислоти, вітамін А вітамін Е, ТБК-активні комплекси, дієнові кон'югати
II	ОР+ВКД**		

Примітка: * – ОР – основний раціон; ** – ВКД – вітамінна кормова добавка.

Біологічні дослідження. Матеріалом для досліджень слугували: периферійна кров (венозна), сперма та спермодози.

Кількісні і якісні показники спермопродукції визначали за такими методами: вагу еякуляту – вимірюванням на вагах; концентрацію сперматозоїдів – фотоелектроколориметрично; рухливість і виживання – мікроскопічно; терморезистентну пробу – шляхом оцінювання рухливості сперматозоїдів до та після інкубування за температури 38 °С [66], термостресстійкість – чергуванням температур зберігання від 14 °С до 38 °С впродовж трьох годин [111].

Біологічну повноцінність сперматозоїдів оцінювали методом цитоморфометрії, досліджуючи мікропрепарати через мікроскоп PZO ECLIPSE E-200F з наступною відеомікроскопічною цитометрією за допомогою цифрової насадки MICROmed MDC-500 у програмному середовищі Vividia Able Score. На мікропрепаратах морфометрично досліджували довжину сперматозоїдів, довжину і ширину голівок. Також проводили візуальну оцінку сперматозоїдів, відмічаючи такі аномалії: протоплазматичні краплі, подвійні хвости, а також цілісність акросом [37].

Відбір проб периферійної крові свиней проводили вранці натще (міжтравний період), за 2 години до годівлі, з яремної або краніальної порожнистої вени (*Vena jugularis*, *Vena cava cranialis*) за методом О. Ф. Сагло зі співавтор. [157], уникаючи стресів. Для лабораторного аналізу використовували цільну кров, сироватку і плазму крові. Кров від тварин відбирали в три пробірки. Перша пробірка – цільна кров, друга – з неї виділяли сироватку крові для досліджень, третя – для отримання плазми. Для стабілізації цільної крові та для одержання плазми у пробірку попередньо вносили три краплі 1 % розчину гепарину. Для отримання плазми кров із антикоагулянтном відразу після її взяття центрифугували 15–20 хв при 2000–3000 об/хв, після цього плазму зливали у іншу пробірку. Після забору крові пробірку залишали при кімнатній температурі до повного відділення сироватки, після чого, проводили маніпуляції з отримання сироватки дотримуючись стандартних процедур.

Аналітичні дослідження. Для оцінки стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу кров стабілізували цитратом натрію. Між забором і аналізом цільної крові, плазми крові, сперми проходило не більше 30 хвилин.

Концентрацію гормонів визначали наступними методами - вміст тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β і прогестерону в сироватці крові

визначали радіоімунологічним, а тестостерону – імуноферментним методами [175–179].

Для оцінки стану ПАГ використовували такі дослідження:

1. Для визначення активних джерел Оксигену (супероксиду) у цільній крові свиней досліджували активність ксантиноксидази, як одного з їх потенційних генераторів [210].

2. Для оцінки рівня пероксидного окиснення визначали: концентрацію первинних продуктів пероксидації у сироватці крові та спермі – дієнових кон'югатів – спектрофотометрично [33]; вторинних продуктів пероксидного окиснення – ТБК-активних сполук (альдегіди і кетони) у цільній крові та спермі – фотоелектроколориметрично [67].

3. Ушкодження ліпідних мембран еритроцитів виявляли за допомогою тесту на пероксидну резистентність цих клітин [67].

4. Для оцінки рівня антиоксидантного захисту у зразках крові та сперми визначали:

– активність супероксиддисмутази у сироватці крові – фотометрично за швидкістю пригнічення аутоокиснення адреналіну [19];

– активність каталази у цільній крові циклюючих і порослих свиноматок – за кількістю перетвореного пероксиду гідрогену за одиницю часу [67], а у цільній крові і спермі кнурів – методом запропонованим М. А. Королюк [84];

– вміст відновленої форми глутатіону у крові – фотоелектроколориметрично з реактивом Елмана [210];

– концентрації аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот у плазмі крові свиней – за кількістю озонів [166], а у спермі кнурів – модифікованим нами методом [47];

– вміст вітамінів А і Е у сироватці крові і спермі свиней за модифікованою нами методикою [77].

5. Статистичні дослідження. Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьований за допомогою програми Statystika для Windows XP. Після порівняння досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць використовували t-критерій Стьюдента, а результат вважали вірогідним після $p < 0,05$. У таблицях прийняті такі умовні позначення: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

6. Економічну ефективність отриманих результатів експериментів визначали за традиційними методиками [94].

У процесі організації досліджень та при формуванні експериментальних груп свиней було використано принцип аналогів: їх підбір проводили за віком, масою і породою. При цьому комплектування груп кнурів-плідників обов'язково враховувалась якість спермопродукції. Використані способи оцінки функціональної активності сперматозоїдів, дали можливість визначити біологічну повноцінність цих гамет за дії різних факторів.

Розроблений та використовуваний новітній спосіб (інтрацервікальний) введення оптимальних спермодоз відкрив можливість більш результативного штучно осіменяти свинок з різною кількістю статевих циклів.

Для оцінювання стану ПАГ було вибрано адекватні та інформативні способи і методи оцінки інтенсивності пероксидного окиснення і активності ензимної та неензимної ланок антиоксидантного захисту у організмі свиней і визначити ефективність запропонованих способів їх корекції. Розроблений спосіб визначення вітаміну С у спермі відкрив можливість більш всебічної оцінки забезпеченості організму кнурів-плідників даною біологічно активною речовиною.

Використані статистичний аналіз експериментальних даних дозволив виявити особливості формування ПАГ у циклюючих і поросних свинок, кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності та за дії різних факторів. Проведений кореляційний аналіз виявив існування взаємозв'язків компонентів компонентів ПАГ із якістю спермопродукції кнурів-плідників.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в крові свинок у різні періоди відтворювального циклу

3.1.1. Динаміка процесів пероксидного окиснення і системи антиоксидантного захисту у крові свинок у різні фази статевого циклу

3.1.1.1. Активність ензимних і вміст неензимних антиоксидантів у крові циклюючих свинок

Рівень вимушеного вибраковування свинок при введенні в основне стадо досягає 25-30 %, в основі даної проблеми лежить порушення їх репродуктивної функції та недосконалості технології їх штучного осіменіння. І тепер залишається мало з'ясованим питання становлення статевої функції у ремонтних свинок, формування якої в значній мірі обумовлюється змінами ендокринного профілю в пубертатний період. У зв'язку з цим нами досліджено вміст стероїдних і тироїдних гормонів та їх вплив на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Отримані результати експериментів свідчать про суттєву лабільність концентрації тироїдних і стероїдних гормонів в сироватці крові (табл. 3.1.).

Встановлено, що вміст тироксину зі збільшенням кількості статевих циклів мав вищу амплітуду коливання їх концентрацій. Так, рівень цього гормону значно зростав у фазу еструса щодо лютеальної на 8,2 (1 охота), 18,2 (2 охота) і 45,7% (3 охота). При цьому концентрація тироксину протягом експерименту зі збільшенням статевих циклів у фазу статевого спокою зменшилася на 30,1%. Динаміка кількості трийодтироніну мала протилежний характер – зниження рівня від лютеальної фази до еструса.

Зі збільшенням кількості виражених статевих циклів у свинок встановлено підвищення концентрації прогестерону під час лютеальної фази в 2 рази ($p < 0,05$) (2 охота) і 6,7 рази ($p < 0,05$) (3 охота) порівняно з першою

охотою. При цьому в фазу еструса кількість цього гормону істотно знижувалась на 21,5%, (1 охота), 39,6% (2 охота) і 64,4% (3 охота).

Таблиця 3.1

Вміст тироїдних і стероїдних гормонів в крові свинок великої білої породи, $M \pm m$ (n= 10)

Гормони	1 охота		2 охота		3 охота	
	Фази статевого циклу					
	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Тироксин, нмоль/л	63,01 ± 16,73	68,19± 13,83	43,98± 7,24	51,99± 8,29	44,01± 7,28	64,12± 8,31
Трийодтиро нін, нмоль/л	2,13± 0,50	2,02± 0,46	1,85± 0,21	1,68± 0,22	1,93± 0,275	1,37± 0,129
Прогестерон, нмоль/л	5,22± 1,052	4,10± 0,973	10,18± 1,263*	6,53± 1,321	34,90± 4,412*	12,41± 1,779**
Тестостерон, нмоль/л	3,84± 0,42	4,58± 0,34	5,69± 0,57	6,22± 0,69	6,15± 0,49	7,19± 0,49
Естрадіол- 17β, нмоль/л	0,125± 0,016	0,179± 0,024	0,151± 0,019	0,236± 0,057	0,335± 0,056**	0,530± 0,095

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01 відносно показників лютеальної фази.

У свинок, в період лютеальної фази, відзначено істотне збільшення концентрації естрадіолу від першого до третього вираженого статевого циклу в 2,7 раза (p<0,01). Виявлено, що з настанням еструса кількість даного гормону зростає на 43,2% (1 охота), 56,3 (2 охота) і 58,2% (3 охота). Важливо відзначити, що динаміка кількості тестостерону була аналогічною до встановленої для естрадіолу. Очевидно, що така динаміка коливань рівня гормонів обумовлена віковими змінами в процесі розвитку і зростання

репродуктивних органів самок, появою статевих циклів і вторинних статевих ознак.

Коливання рівнів тироїдних і стероїдних гормонів в крові циклюючих свинок супроводжувалися змінами ПАГ (табл. 3.2).

Відмічено збільшення резистентності еритроцитів зі збільшенням віку і кількості статевих циклів свинок. При цьому спостерігалось збільшення гемолізу еритроцитів з настанням фази статевого збудження.

Таблиця 3.2

Інтенсивність процесів пероксидації в крові свинок великої білої породи в період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	1 охота		2 охота		3 охота	
	Фази статевого циклу					
	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	14,33 \pm 1,44	16,24 \pm 1,28	11,57 \pm 0,97	15,36 \pm 1,37	10,24 \pm 1,14	13,71 \pm 1,32
Ксантинооксидаза, мккат /сек·л	37,36 \pm 2,81	33,15 \pm 4,17	36,37 \pm 5,07	40,18 \pm 4,49	32,75 \pm 4,71	35,07 \pm 4,63
Дієнові кон'югати, ммоль/л	2,07 \pm 0,159	2,87 \pm 0,180	2,11 \pm 0,233	2,24 \pm 0,301	1,65 \pm 0,121	3,09 \pm 0,469*
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	8,95 \pm 1,182	12,83 \pm 2,067	15,24 \pm 2,412	16,39 \pm 2,200	11,86 \pm 1,403	17,06 \pm 3,026
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	12,73 \pm 1,319	14,94 \pm 1,643	18,43 \pm 1,848	17,06 \pm 1,658	15,16 \pm 2,201	18,27 \pm 1,464

Отримані дані свідчать про прискорення процесів пероксидації – з настанням фази еструса у свинок збільшується кількість дієнових кон'югатів під час 1-ї охоти на 38,6%, 2-ї охоти на 6,2% і 3-ї охоти на 87,3% ($p < 0,05$). Такі зміни відбувалися на тлі накопичення вторинних продуктів – ТБК-активних комплексів при настанні еструса на 43,4 під час 1-ї охоти, на 7,5% 2-ї охоти і на 43,8% 3-ї охоти щодо лютеальної фази.

Виявлено, що під час настання 2-го і 3-го еструса активність КСТ – активатора перекисного окиснення, збільшувалася відповідно на 11,1% і 7,1%. При цьому функціональна активність СОД від лютеальної фази до еструса під час 1 та 2 охоти збільшувалася відповідно на 29,3% і 47,9%, в той же час під час 3-го статевого циклу зменшувалася на 7,1% (табл. 3.3.). Такі зміни активності даних ензимів в фазу еструса вказують на одну з важливих ролей активних форм кисню – забезпечення процесу запліднення.

Рівень системи антиоксидантного захисту в крові свинок суттєво змінювався в період становлення статевої функції. Так, активність каталази під час лютеальної фази збільшувалася з 1-го до 3-го вираженого статевого циклу в 2,1 рази. При цьому з переходом лютеальної фази до еструса рівень цього ензиму зростав в 2,3 ($p < 0,01$) (1 охота), 1,5 (2 охота) і 1,6 рази ($p < 0,05$) (3 охота).

Зміна фаз статевого циклу впливала на рівень низькомолекулярних антиоксидантів – зниження вмісту відновленого глутатіону та АК відповідно на 41,8 і 5,1% (1 охота), 28,2% і 24,3 (2 охота) і 17,7% і 15,4% (3 охота).

Важливо відзначити, що із чергуванням фаз статевого циклу кількість вітаміну А зростала в період першого еструса на 66,1 %, а другого – 10,2 %. Концентрація вітаміну Е під час настання першого еструса підвищувалась в 1,4 рази, а за другого – знижувалась у 2,1 рази відносно лютеальної фази.

Однак, концентрація вітаміну А і вітаміну Е в фазу еструса під час третього статевого циклу істотно збільшувалася відповідно на 35,4 % і 75,8 % ($p < 0,05$), що підтверджує їх провідну роль в процесах розмноження,

особливо запліднення. Дана динаміка співпадає із змінами у концентрації вітамінів А і Е у ендометрії та міометрії рогів матки свиноматок в період статевого збудження [199].

Таблиця 3.3

Система антиоксидантного захисту в крові свинок великої білої породи в період статевого дозрівання, М + m (n = 10)

Показники	1 охота		2 охота		3 охота	
	Фази статевого циклу					
	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Супероксиддис- мутаза, од.акт/мл	0,58± 0,072	0,75± 0,079	0,355± 0,065	0,525± 0,109	0,42± 0,092	0,39± 0,065
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	0,615± 0,077	1,385± 0,207**	0,77± 0,131	1,15± 0,131	1,27± 0,176	1,97± 0,152*
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,483± 0,089	0,281± 0,035	0,522± 0,090	0,375± 0,071	0,419± 0,68	0,345± 0,058
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	23,14± 3,320	21,95± 4,055	17,05± 2,829	12,91± 2,275	11,04± 2,106	9,34± 20,08
Дегідроаскорбі- нова кислота, мкмоль/л	18,44± 1,979	23,65± 3,793	19,58± 2,248	22,31± 2,929	10,49± 2,118	13,96± 2,082
Вітамін А, мкмоль/л	2,89± 0,488	4,65± 0,685	3,14± 0,445	3,46± 0,585	3,87± 0,483	5,24± 0,980
Вітамін Е, мкмоль/л	1,03± 0,111	1,43± 0,020	0,97± 0,147	0,47± 0,068	0,67± 0,109	1,178± 0,152*

Примітка: *-p<0,05 відносно показників лютеальної фази.

Коливання концентрації досліджуваних гормонів та стану ПАГ у свинок у пубертатний період очевидно спонукають до морфо-фізіологічних змін у їх статевому апараті, перш за все у матці. З'ясування оптимальної прохідності цервікального каналу у цих тварин може стати дієвим механізмом у вирішенні основної причини, що знижують їх заплідненість.

3.1.1.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свинок в період еструсу та оптимальні строки інтрацервікального штучного осіменіння

Високий відсоток прохолостів ремонтних свинок при осіменінні в першу та другу охоту очевидно обумовлений наявністю тварин із слабо вираженим розтягнутим статевим циклом в період формування їх статевої функції. Дані експерименту вказують на суттєві часові коливання окремих періодів статевого циклу (табл. 3.4).

Тривалість періоду проеструса є лабільною та перебуває у істотному взаємозв'язку із проявом зовнішніх ознак статевого збудження. Слід відзначити, що тривалість періоду еструса була дещо меншою за період проеструса. У цілому, встановлено, що період статевого збудження у свинок триває в межах 90,8–110,6 годин.

Дослідження прохідності цервікального каналу у різні періоди еструса свідчить про його надто низьку проникність. Введення спермодози самкам в цей період призводить до низьких показників їх заплідненості – 50% та багатоплідності – 7,88 гол поросят. Такі низькі показники відтворних якостей у свинок I-ї групи очевидно обумовлені тривалим терміном між настанням еструсу та овуляції, що сприяє зниженню біологічної повноцінності сперматозоїдів.

Введення сперми через 6 годин після початку еструса тваринам II-ї групи істотно не вплинуло на рівень їх заплідненості, але викликало підвищення багатоплідності на 15,5%. Подовження терміну введення

сперматозоїдів через 12 та 24 години після встановлення періоду еструса призводило до підвищення рівня заплідненості свинок до рівня 60–80% та багатоплідності 11,1–11,38 голів поросят.

Таблиця 3.4

Показники відтворювальної здатності у свинок, $M \pm m$ (n=10)

№ групи	Тривалість періоду проеструса, год	Тривалість еструса, год	Тривалість всього періоду статевого збудження, год	Проникність цервікального каналу, см	Термін першого введення сперміїв від початку еструса, годин	Кількість запліднених свинок, гол	Багатоплідність, гол	Кількість живих новонароджених поросят	Жива маса новонароджених поросят,
I	49,0 ±3,87	40,8 ±2,4	90,8 ± 4,32	3,61± 0,65	0	5	7,88± 1,14	7,00± 1,11	1,18± 0,03
II	52,9 ±4,16	46,7 ±1,90	99,6 ± 3,87	5,42± 0,64	6	5	9,33± 0,78	8,60± 0,35	1,08± 0,032
III	61,6 ±4,31*	48,7 ±2,19*	110,6 ± 3,13**	8,11± 0,88***	12	6	11,17 ±0,45*	11,1± 0,41**	1,09± 0,022
IV	52,8 ±3,52	47,3 ±2,03	100,1 ± 3,38	12,28± 0,87***	24	8	11,38 ±0,22**	10,88± 0,18**	1,17± 0,022
V	61,8 ±4,87	43,3 ±1,41	105,1 ± 4,31*	11,41 ±0,89	30	10	11,30 ±0,27	10,89± 0,17*	1,15± 0,012
VI	61,7 ±4,02*	47,9 ±0,83*	109,8 ± 4,15**	10,67 ±1,15***	36	10	10,6± 0,16*	9,60 ±0,21*	1,01± 0,02***

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із I-ю групою свинок –

* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

Максимальний рівень заплідненості свинок зареєстровано коли спермодозу вводили через 30 (V-та група) та 36 годин (VI-та група) після встановлення періоду еструса – 100% заплідненості, однак рівень

багатоплідності був дещо меншим відповідно на 6,2 % порівняно із IV групою. Така закономірність очевидно викликана старінням яйцеклітин та негативним впливом на сперматозоїди тканини матки.

Варто зазначити, що кількість новонароджених поросят, отриманих від свинок у III, IV та V групах, була вищою за таку у I групі відповідно на 41,7% ($p < 0,05$), 44,4% ($p < 0,01$) і 43,4% ($p < 0,01$).

Жива маса новонароджених поросят змінювалась в залежності від періоду введення сперматозоїдів через цервікс свинок, будучи максимальною у представників I-ї за встановлену у II-й та III-й групах відповідно на 8,5 і 7,4%. Збільшення часу від встановлення періоду еструса до введення сперматозоїдів свинкам до 24 (IV-а група) та 30 годин (V-а група) супроводжувалось збільшенням маси новонароджених поросят до оптимальних значень. Відтермінування даної процедури до 36 годин (VI -та група) призвело до зниження даного показника відповідно на 12,2% ($p < 0,001$) до мінімального рівня, що можливо обумовлено зменшенням біологічного потенціалу яйцеклітин.

Отже подовження часу від настання еструсу до введення сперматозоїдів свинкам у яких розтягнутий статевий цикл чи мало виразно проявляються ознаки статевого збудження є доцільним для проявлення в них максимальної відтворювальної здатності.

Дані аналітичних досліджень свідчать про чутливість еритроцитів до зміни фізіологічного стану свинок, а саме це проявляється у стійкості їх до пероксидного окиснення, коли вразливість цих клітин збільшується на 24 і 30-у години після встановлення рефлексу нерухомості відповідно в 1,2 та 1,3 рази (табл. 3.5). Така чутливість еритроцитів до пероксидних процесів очевидно обумовлена інтенсифікацією активності КСТ, найвищі рівні якої спостерігаються від 12-ї до 30-ї годин періоду еструса. Це можливо стимулює прискорення пероксидного окиснення в зазначені періоди, що підтверджується збільшенням вмісту ДК.

Про глибокі зміни в формуванні прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу при настанні еструсу свідчить підвищення концентрації ТБК-активних речовин на 28,8% (12-та година), 37% (24-та година) та 43,2% (30-та година) після встановлення періоду нерухомості у свинок. Про те інкубування зразків крові у прооксидантному буфері встановило найбільший прирості кількості цих речовин на 20,7% (24-та година), 9,8% (30-та година) та 34,3% (36-та година) від початкового періоду експерименту.

Таблиця 3.5

Інтенсивність пероксидного окиснення у крові свинок протягом еструса, $M \pm m$ (n = 10)

№ групи	Термін першого введення сперміатозоїдів від початку еструса, годин	Пероксидна резистентність еритроцитів, %	Ксантинооксидаза, мккат/сек·л	Дієнові кон'югати, ммоль/л	ТБК-активні комплекси, ммоль/л	ТБК-активні комплекси після інкубування, ммоль/л
I	0	10,26±1,07	36,43±1,88	2,93±0,27	15,22±0,95	16,80±1,36
II	6	10,87±1,23	35,61±2,55	3,28±0,29	16,74±1,21	18,46±1,97
III	12	11,31±2,08	39,17±3,11	3,72±0,42	19,61±1,34	22,03±2,16
IV	24	12,59±1,44	42,94±2,49	4,36±0,32	20,85±1,15	25,17±2,10
V	30	13,20±1,15	39,53±2,16	4,13±0,37	21,79±1,28	23,92±1,75
VI	36	12,53±2,36	35,31±2,28	3,96±0,44	19,64±2,13	26,37±2,23

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із I-ю групою свинок –

* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

n – кількість досліджуваних зразків

Протягом досліджуваного періоду активності СОД підвищувався вже на 6 годину на 13,6% та 12-ту годину - 15,9% з послідуочим зниженням до початкового рівня (табл. 3.6). Встановлено істотну динаміку КТ – підвищення активності в 1,5 (12-та година), 1,6 (24-та година) та 2 рази (30-та година).

Таблиця 3.6

Система антиоксидантного захисту в крові свинок великої білої породи в період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n = 10)

№ групи	Термін першого введення сперматозоїдів від початку еструса, годин	Супероксиддисмутаза, уо/мл	Каталаза, H_2O_2 /хв·л	Відновлений глутатіон, мкмоль/л	Аскорбінова кислота, ммоль/л	Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	Вітамін А ммоль/л	Вітамін Е, ммоль/л
I	0	0,44± 0,05	1,45± 1,09	0,38± 0,024	11,71± 0,98	13,90± 1,08	2,15± 0,29	1,04± 0,11
II	6	0,50± 0,09	1,66± 1,33	0,35± 0,034	12,74± 0,85	15,62± 1,35	2,63± 0,46	1,39± 0,16
III	12	0,51± 0,04	2,13± 0,34	0,37± 0,035	8,26± 1,09	13,41± 1,61	3,25± 0,28	1,12± 0,22
IV	24	0,50± 0,07	2,37± 0,19	0,29± 0,027	7,30± 0,76	15,94± 1,83	2,96± 0,30	1,37± 0,14
V	30	0,42± 0,06	2,83± 0,22	0,25± 0,024	7,09± 1,16	16,18± 1,55	2,80± 0,32	1,28± 0,17
VI	36	0,41± 0,08	2,29± 0,19	0,27± 0,031	6,62± 0,94	10,22± 1,49	2,08± 0,34	0,84± 0,13

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із I-ю групою свинок –

* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$;

n – кількість досліджуваних зразків

Вміст відновленого глутатіону у крові свинок інтенсивно знижувався від 12-ї години до 24-ї годин на 21,6% та 30-ї години – 32,4%. Найбільш істотне використання АК відбувалось після 6-ти годин після встановлення в них рефлексу нерухомості, де її вміст знижувався в 1,9 раза до мінімальних значень на 36-ту годину. Зазначена динаміка відновленої форми АК супроводжувалась суттєвим накопиченням окисленої форми – ДАК, де вміст останньої порівняно із першою переважав у 1,6 (12-та година), 2,2 (24-години), 2,3 (30-та година) і 1,5 раза (36-та година).

Виявлено, що рівень вітаміну А максимальних значень досягав на 12-ту годину експерименту, де приріст концентрації складав 51,2%, з послідуєчим зниженням до 36-ї години. Особливістю динаміки вітаміну Е було істотне підвищення кількості від початку до 6-ої години експерименту на 33,7%, а також з 12-ї по 24-у години на 22,3%, з наступним зменшенням до найнижчого рівня.

Використання інтрацервікального штучного осіменіння для підвищення відтворювальної здатності свинок. Отримані експериментальні дані свідчать про те, що у свинок при настанні еструса вперше проникність цервікса залишається на досить низькому рівні – 4,61 см (табл. 3.7). Однак при збільшенні кратності циклів прохідність даного каналу істотно збільшується у 1,9 ($p < 0,001$) в період другого еструсу та у 2,5 раза ($p < 0,001$) під час третього еструса. Очевидно дана закономірність обумовлює підвищення рівня заплідненості у свинок, яке із збільшенням кількості циклів істотно зростає на 18 % після осіменіння у другий період еструса та на 25,6 % після третього настання періоду еструса.

Отримані дані досліджень свідчать, що рівень проникності цервікса у свинок взаємопов'язаний із кількістю новонароджених поросят. Так, встановлено, що із збільшенням кількості в них статевих циклів відбувається підвищення рівня багатоплідності у 2 рази ($p < 0,001$) на другий еструс та 2,9 раза ($p < 0,001$) на третій еструс, відносно тварин запліднених у першому циклі.

Високий відсоток прохолостів ремонтних свинок при осіменінні в першу та другу охоту очевидно обумовлений наявністю тварин із слабо вираженим розтягнутим статевим циклом в період формування їх статевої функції.

Таблиця 3.7

Відтворні якості свинок, осіменених інтрацевікально, n=15

Проникність цервікса, см	Заплідненість свинок, %	Багатоплідність, гол
1 еструс		
4,61±0,37	66,67	3,57±0,71
2 еструс		
8,72±0,34***	80,00	7,36±0,35***
3 еструс		
11,64±0,44***	86,67	10,2±0,48***

Примітка: рівень вірогідності різниці порівняно із 1- м періодом еструса свинок – ***- $p < 0,001$.

Таким чином, встановлене наростання контрастних змін вмісту тироїдних і стероїдних гормонів із збільшенням кількості статевих циклів спонукає до прискорення процесів пероксидації та зростання вмісту вітаміну А і вітаміну Е період еструса. Це підтверджує провідну роль цих процесів і біологічно активних речовин у підготовці свинок до відтворення, зокрема запліднення. Виявлені морфо-функціональні зміни у проникності цервікса перш за все спрямовані підвищення можливості проникнення сперматозоїдів.

Використання розробленого способу інтрацевікального штучного осіменіння істотно знижує ймовірність пошкодження лейкоцитами сперматозоїдів і витікання значної кількості спермодози, що значно розширює можливість використання кріоконсервованої чи сексованої сперми.

Подовження часу від настання еструсу до введення сперматозоїдів свинкам у яких розтягнутий статевий цикл чи мало виразно проявляються

ознаки статевого збудження є доцільним для проявлення в них максимальної відтворювальної здатності.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що інтрацервікальне штучне осіменіння основних свиноматок із використанням стандартної дози сперми (3 млрд сперматозоїдів у 100 мл розріджувача) порівняно з традиційним методом дає можливість запліднювати маток на рівні 100% та отримувати від них на 8,4% більше поросят (рис. 3.1). Це свідчить про ефективність і перспективність використання даного методу навіть без зменшення кількості спермодози.

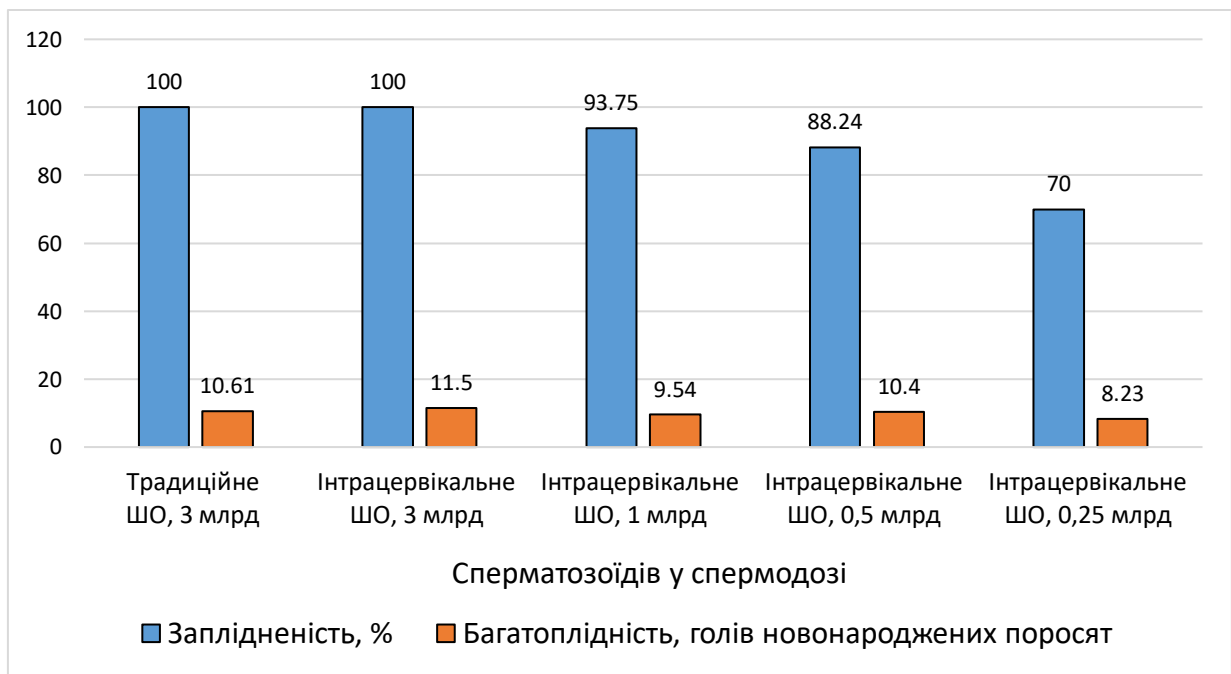


Рис. 3.1. Результати інтрацервікального осіменіння свиноматок, n=10

В подальшому при використанні трансцервікального осіменіння свиноматок зменшеними спермодозами в кількості 1 і 0,5 млрд сперматозоїдів у 50 мл розріджувача відносно стандартної спермодози (3 млрд сперматозоїдів у 100 мл розріджувача) дозволило отримувати достатньо високий рівень заплідненості маток на рівні 93,7 та 88,7 % відповідно, багатоплідності – 9,54 та 10,4 голів поросят. Отримані дані досліджень добре співвідносяться за рівнем запліднювальної здатності із результатами внутрішньоматкового осіменіння, що було проведено на

промислових комплексах Королівства Данії [26], а за рівнем багатоплідності із дослідженнями Пилипенко С. В. [135].

Використання мінімальної кількості – 0,25 млрд сперматозоїдів у спермодозі, яка доставлялась інтрацервікально порівнянно із традиційним методом призводило до суттєвого зниження рівня заплідненості маток на 30 % та багатоплідності на 22,4 % ($p < 0,05$). Зниження показників заплідненості та багатоплідності свиноматок із зменшенням кількості сперматозоїдів у спермодозі спостерігав Походня Г.С. [143].

Економічна ефективність використання інтрацервікального методу осіменіння, порівняно з традиційним (табл. 3.8), полягає в зниженні

Таблиця 3.8

Економічна ефективність використання інтрацервікального осіменіння свиноматок

Показники	Традиційний метод осіменіння, 3 млрд сперматозоїдів у спермодозі	Інтрацервікальний метод осіменіння, млрд сперматозоїдів у спермодозі		
		3	1	0,5
Вартість утримання 1 свиноматки, грн.	7560	7568	7496	7478
в т.ч.: вартість кормів	4446	4446	4446	4446
вартість сперми для 1 осіменіння	100	108	36	18
інші витрати	3014	3014	3014	3014
Багатоплідність, гол.	10,61	11,5	9,54	10,4
Собівартість 1 поросяти, грн.	712,40	658,10	785,74	719,04
Ціна реалізації 1 поросяти, грн.	800,00	800,00	800,00	800,00
Одержано прибутку на 1 поросю, грн.	87,60	141,90	14,26	80,96
Рівень рентабельності, %	12,3	21,6	1,8	11,3
Економічний ефект на 1 свиноматку на опорос, грн.	-	624,45	-699,66	-69,06

собівартості 1 спермодози для плідного осіменіння до 36 грн. при розрідженні сперми до 1 млрд. сперматозоїдів у спермодозі та до 18 грн. при 0,5 млрд сперматозоїдів, а також в одержанні більшого прибутку та рівня рентабельності при застосуванні інтрацервікального осіменіння з спермодозою 3 млрд сперматозоїдів. При використанні інтрацервікального осіменіння свиноматок 3 млрд. сперматозоїдів у спермодозі було отримано 141,90 грн. прибутку на 1 реалізоване поросля, що на 54,30 грн. більше в порівнянні з традиційним. При осіменінні 0,5 млрд сперматозоїдів у спермодозі прибуток та рівень рентабельності були на рівні традиційного, відповідно – 80,9 грн. і 11,3 %. В цілому найвищий економічний ефект на 1 свиноматку, при взятті за контрольний показник традиційний метод осіменіння, було одержано при використанні внутрішньоматкового осіменіння з спермодозою 3 млрд сперматозоїдів – 624,45 грн. на опорос.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботах:

1. **Усенко С.О.** Особливості методичних підходів до штучного осіменіння свиней. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 64. Полтава, 2014. С. 105-110.
2. **Усенко С.О.,** Шостя А.М., Базалевич А.В., Чирков О.Г., Гиря В.М., Смилов С.Ю., Сокирко М.П. Трансцервікальне штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2016. Вип. 68. С. 68-74.
3. **Усенко С.О.,** Шостя А.М., Поліщук А.А., Мороз О.Г., Стояновський В.Г., Карповський В.І., Білаш С.М. Проникність цервікса та оптимальні

- строки запліднення у пубертатних свинок. *Світ медицини і біології*, 2018. № 3 (65). С. 223-226.
4. **Усенко С.О.** Оптимальні строки штучного осіменіння свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2020. Вип. 74. С.81-87.
 5. **Усенко С.О., Сябро А.С., Поліщук А.А., Мороз О.Г., Бірта Г.О., Ільченко М.О.** Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2020. № 1. С. 121-129.
 6. **Усенко С.А.** Формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок в период становления половой функции. *Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов / вед. редактор М.В. Джумкова. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»*, 2020. Т. 55. В 2 ч. Ч. 1. С. 188-194.
 7. **Усенко С.О., Шостя А.М.** Штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми. *Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (3-5 травня 2018 року, м. Чернігів)*. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018. С. 89-90.
 8. **Усенко С. О., Шостя А. М.** Новий метод штучного осіменіння свиноматок. *Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта : матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (12–13 березня 2020 року, м. Полтава)*. Полтава : ПУЕТ, 2020. С. 179-181.
 9. Патент на корисну модель № 119099 Україна, МПК А61D 19/02 (2006.01). Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок/

Усенко С.О., Шостя А.М., Поліщук А.А., Гиря В.М., Рокотянська В.О., Горб О.О., Волощук О.В., Стояновський В.Г., Засуха Ю.В., Цибенко В.Г., Кузьменко Л.М., Ступарь І.І. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2017 03185; заявлений 03/04/2017; опубл. 11/09/2017, Бюл. № 17.

10. Патент на корисну модель № 118568 Україна, МПК (2017.01) А61D 19/00. Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней/
Усенко С.О., Шостя А.М., Поліщук А.А., Сарнавська І.В., Рибас М.В., Гиря В.М., Стояновський В.Г., Цибенко В.Г., Засуха Ю.В., Волощук В.М. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2017 02534; заявлений 20/03/2017; опубл. 10/08/2017, Бюл. № 15.

3.1.2. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові свинок різного напрямку продуктивності залежно від їх фізіологічного стану

Фізіологічні перебудови в організмі свинок, перш за все пов'язані статевим циклом і поросністю, вимагають значних змін метаболічних процесів, особливо змін ендокринного профілю. Саме гормонам належить регулююча роль в процесах імплантації і плацентації, а також створенні необхідних умов для розвитку плода в материнському організмі. Тому, пізнаючи зміни, які відбуваються у крові протягом поросності у даного виду тварин відкриє можливість розкрити особливості метаболізму в системі «мати-плацента-плід».

Проведені дослідження змін гормонального фону, свідчать про істотну їх динаміку у крові циклюючих і порослих свинок *української степової білої породи*. Так, в період статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину на 9,2% з послідуєчим плато протягом періодів імплантації і плацентації (табл. 3.9). По закінченні першої половини

поросності рівень даного гормону досягав максимальних значень будучи вищим на 35,6% проти лютеальної фази. Важливо відзначити про істотне зниження кількості тироксину протягом останньої декади поросності на 22,1% (104-а доба) і 33,4% (113-а доба) проти початкового періоду експерименту.

Особливістю динаміки вмісту трийодтироніну було суттєве зростання. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація прогестерону зменшувалась в 1,9, а тестостерону і естрадіолу-17 β зростала в 1,2 та 2 рази відповідно.

Таблиця 3.9.

Динаміка вмісту гормонів у сироватці крові української степової породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Періоди відтворювального циклу								
	Фази статевого циклу		Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
	Лютеальна	Еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	72,43 $\pm 5,76$	80,34 $\pm 3,42$	78,56 $\pm 3,61$	75,57 $\pm 5,86$	98,20 $\pm 7,73$	67,45 $\pm 5,38$	56,41 $\pm 4,03$	48,23 $\pm 3,62$	50,35 $\pm 3,38$
Трийод- тиронін, нмоль/л	1,07 $\pm 0,24$	0,95 $\pm 0,10$	1,58 $\pm 0,12$	1,84 $\pm 0,17$	1,78 $\pm 0,20$	1,35 $\pm 0,19$	1,39 $\pm 0,18$	1,42 $\pm 0,27$	1,65 $\pm 0,21$
Прогестерон, нмоль/л	58,30 $\pm 5,29$	13,35 $\pm 1,64$	65,42 $\pm 8,26$	68,23 $\pm 7,13$	80,45 $\pm 3,41$	84,26 $\pm 2,38$	85,13 $\pm 5,49$	114,35 $\pm 10,58$	68,40 $\pm 7,56$
Тестостерон, нмоль/л	5,48 $\pm 0,61$	4,65 $\pm 0,74$	6,09 $\pm 0,97$	5,83 $\pm 0,79$	10,28 $\pm 1,57$	10,77 $\pm 1,09$	8,15 $\pm 0,74$	6,80 $\pm 0,79$	5,82 $\pm 0,63$
Естрадіол- 17 β , нмоль/л	0,27 $\pm 0,05$	0,45 $\pm 0,06$	0,51 $\pm 0,04$	0,73 $\pm 0,08$	0,96 $\pm 0,12$	1,64 $\pm 0,32$	6,95 $\pm 0,58$	5,13 $\pm 0,76$	0,82 $\pm 0,09$

Виявлено істотне зниження кількості прогестерону в 4,4 раза в період статевого збудження, однак вже з початком поросності його концентрація зростала. Масимальний рівень даного гормону встановлено в другій половині поросності, де він був вищим за початковий період на 38% (60-та доба), 44,5% (90-та доба), 46,0% (104-та доба) і 96,1% (113-та доба) з подальшим зниження після опоросу.

Важливо відмітити, що концентрація тестостерону найбільш суттєво підвищувалась майже вдвічі в період інтенсивного росту плодів – по закінченні другого та третього місяців проти періоду статевого спокою. Проте, вже у передпологовий період його кількість незначно знижувалась проти 90-ї доби поросності на 24,3% (103-я доба) і 36,9% (113-а доба). Однак, тільки після опоросу вміст тестостерону знижувався наближаючись до рівня періоду статевого спокою.

Найбільш істотні коливання серед досліджуваних гормонів у свинок протягом відтворювального циклу були відмічені для концентрації естрадіол-17 β . Після запліднення концентрація даного гормону стрімко підвищувалась ($p < 0,05 \dots 0,001$) в періоди імплантації, плацентації, інтенсивного росту та розвитку плодів і перед опоросом. Проте, у післяпологовий період спостерігалось стрімке зниження вмісту естрадіолу-17 β .

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболічних процесів у напрямку прискорення перебігу пероксидного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСТ на 14,3%, що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 63,9%. Такі зміни супроводжуються збільшення вмісту ДК у 1,6 та ТБК-активних комплексів 1,9 ($p < 0,05$) раза (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок української степової білої породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Лютеаль-на	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	7,08 ± 1,43	11,61 ± 2,38	10,52 ± 2,09	9,32 ± 2,42	8,14 ± 1,51	7,41 ± 1,49	12,19 ± 2,43	14,28 ± 3,12	13,94* ± 2,64
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	29,11 ± 3,504	33,28 ± 3,493	37,84 ± 3,891	34,13 ± 2,852	31,13 ± 4,577	33,49 ± 4,603	38,12 ± 4,573	44,38 ± 5,901	35,56 ± 4,853
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,03 + 0,19	1,68 + 0,27	2,37 + 0,39	2,55 + 0,43	2,08 + 0,52	2,21 + 0,48	1,87 + 0,23	2,63* + 0,31	2,84* + 0,39
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	6,83 ± 1,434	13,2* ± 2,427	11,28 ± 2,811	14,36* ± 2,344	9,61 ± 1,711	10,86 ± 1,77	14,92 ± 3,42	16,68** ± 2,19	12,78 ± 1,87
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	10,8 ± 2,787	15,08 ± 3,117	13,17± 2,95	17,18 ± 3,165	13,25 ± 2,767	14,86 ± 2,71	16,67 ± 2,75	18,17 ± 2,95	13,97 ± 2,145

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01 – порівняно з показниками лютеальної фази.

При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 31,3% та зниження КТ – 55,3% (табл.

3.11). Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходженням у кров вітаміну А та вітаміну Е.

Таблиця 3.11

Система антиоксидантного захисту у крові свинок української степової білої породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксид-дисмутаза, од.акт/мл	0,48 ±0,11	0,63 ±0,13	0,56 ±0,12	0,72 ±0,15	0,49 ±0,11	0,34 ±0,08	0,69 ±0,14	0,85 ±0,28	0,72 ±0,15
Каталаза, H_2O_2 /хв·л	1,876 ±0,342	0,839 ±0,072	2,155 ±0,101	1,538 ±0,13	1,621 ±0,17	1,811 ±0,094	1,98 ±0,091	1,28 ±0,112	1,964 ±0,135
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,475 ±0,1	0,396 ±0,068	0,349 ±0,077	0,369 ±0,088	0,324 ±0,07	0,279 ±0,075	0,245 ±0,067	0,233 ±0,064	0,351 ±0,083
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	11,35 ±1,91	14,54 ±2,52	9,17 ±1,72	8,51 ±1,57	12,24 ±2,03	14,43± 2,11	8,13 ±1,69	7,67 ±1,29	6,61 ±1,24
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	9,33 ±1,64	18,26* ±2,26	13,83 ±1,79	9,26 ±1,77	13,85 ±2,35	12,14 ±1,91	9,87 ±1,58	14,11 ±2,17	9,86 ±1,77
Вітамін А, мкмоль/л	1,05 ±0,19	1,84* ±0,28	1,37 ±0,23	1,09 ±0,26	1,94* ±0,29	2,86** ±0,38	1,32 ±0,25	1,21 ±0,36	0,85 ±0,19
Вітамін Е, мкмоль/л	1,38 ±0,22	2,16 ±0,29	1,54 ±0,27	0,96 ±0,19	0,77 ±0,13	0,62* ±0,11	0,442** ±0,09	0,399** ±0,09	0,278*** ±0,07

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01, ***-p<0,001 – порівняно з показниками лютеальної фази.

Перші 15 діб розвитку вагітності характеризувались подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації ензимів: КСТ – 29,9% і СОД – 16,8%, збільшенні концентрації ДК – 130,1%, ТБК-активних комплексів на 65,1%, а також прискорені використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 26,5% та 19,2% порівняно із лютеальною фазою.

По закінченні першого місяця вагітності, інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення досягає найбільшої інтенсивності, що підтверджується високим рівнем функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм кисню – КСТ та максимальним вмістом вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів ($p < 0,05$). Це супроводжується подальшим зростанням рівня СОД та сталим зниженням вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітаміну А та вітаміну Е. Дана особливість перебігу процесів пероксидації підтверджується дослідженнями [Bassi R., Kaur M., 2011].

Впродовж другого місяця вагітності у організмі свинок спостерігалось зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСТ на 8,8%, вмісту ДК – 18,4 і ТБК-активних комплексів – 33,1%, а також підвищення стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 12,7%. В результаті встановлено підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання активності КТ на 5,4%, та вітаміну А – 77,9% ($p < 0,05$).

По закінченні 90-ї доби поросності свинок відбувалось незначне підвищення активності КСТ, каталази та кількості аскорбінової кислоти. При цьому виявлено істотне зниження вітаміну Е – 1,2 ($p < 0,05$) та підвищення вітаміну А в 1,5 раза ($p < 0,01$), що очевидно пов'язано із зростанням депонуючої функції печінки плодів до цих речовин.

У свинок перед пологами спостерігалась інтенсифікація пероксидації ліпідів за рахунок збільшення активності КСТ і СОД, що супроводжувалось накопиченням вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів ($p < 0,01$), а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону та вітаміну Е ($p < 0,01$), відносно лютеальної фази. Очевидно, такі метаболічні зміни викликали зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу.

У післяпологовий період відмічено зміну індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: підвищення ДК у 1,1 ($p < 0,05$) і зниження ТБК-активних комплексів у 1,3 раза. Встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 53,4%. Такі зміни відбувались на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 29,7% та вітаміну Е – 30,3% ($p < 0,001$), що є свідченням їх провідної ролі у забезпеченні адаптаційних процесів у післяпологовий період для свиноматок та поросят.

Отримані дані свідчать, що в крові циклюючих свинок *великої чорної породи* в фазі еструса відносно лютеальної, відбуваються гормональні зміни (табл. 3.12).

Так, в період статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,3 і 1,1 раза відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація прогестерону зменшувалася в 2,7 ($p < 0,01$), а тестостерону і естрадіолу-17 β збільшувалася в 1,3 ($p < 0,001$) і 2,5 раза ($p < 0,01$) відповідно.

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок в фазі еструса в порівнянні з лютеальною, спостерігається суттєва перебудова метаболічних процесів в напрямку прискорення протікання пероксидного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантно ензиму – КСВ на 22,5%, що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на

32,1%. Кількість відновленої форми аскорбінової кислоти зменшувалася на 28,3% ($p < 0,05$), що свідчить про інтенсивне використання її в цей період.

Таблиця 3.12.

Динаміка вмісту гормонів в сироватці крові свинок великої чорної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Гормони	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	38,38 ±7,34	51,57 ±9,70	61,12 ±9,83	64,14 ±12,20	58,43 ±9,92	46,15 ±7,78	53,48 ±4,77	30,59 ±5,42	37,78 ±5,78
Трийодтиронін, моль/л	1,09 ±0,25	1,24 ±0,35	1,37 ±0,21	1,77 ±0,48	1,15 ±0,35	1,27*** ±0,17	1,29 ±0,15	0,93*** ±0,23	1,20*** ±0,31
Прогестерон, нмоль/л	39,17 ± 6,85	14,38* ±3,52	46,11 ±4,24	62,16 ±9,06	80,72 ±12,58	140,30*** ±18,20	138,02 ±14,07	90,28 ±23,42	66,14 ±13,98
Тестостерон, нмоль/л	4,73 ±0,99	6,13*** ±1,37	5,12 ±1,07	5,25 ±1,20	5,67 ±1,18	6,29 ±1,05	5,18 ±1,01	7,95 ±1,28	5,42 ±1,12
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,25 ±0,04	0,63* ±0,12	0,69 ±0,11	0,72** ±0,13	0,83** ±0,14	2,68*** ±0,28	2,77 ±0,19	5,94** ±1,24	1,07*** ±0,11

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з показниками лютеальної фази.

Такі зміни супроводжуються збільшенням вмісту ДК в 27,4% і ТБК-активних комплексів 13,8% (табл. 3.13, 3.14).

Важливо відзначити що інкубування зразків в прооксидантному буфері супроводжувалося збільшенням кількості ТБК-активних комплексів на 18,3%, що підтверджує інтенсифікацію процесів пероксидного окиснення в період статевого збудження. Спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантів – СОД на 8,3%. Саме в цей період виявлено зниження концентрацій: відновленого глутатіону на 20,5% і аскорбінової

кислоти на 28,3% ($p < 0,05$), а також збільшення кількості вітаміну А на 21,9 і вітаміну Е – 49,3% ($p < 0,05$).

Таблиця 3.13.

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок великої чорної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники	Фази репродуктивного циклу								
	Лютеа льна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еритроцитів,%	11,72 ±2,22	17,27 ±2,64	14,12 ±1,97	15,56 ±3,07	10,58 ±2,21	8,13 ±1,37	9,27 ±1,34	11,41 ±1,45	9,14 ±1,36
Ксантиноксидаза, мккат/сек.л	24,30 ±2,09	31,39 ±2,48	35,26 ±4,82	41,38* ±5,11	33,70 ±4,06	27,23 ±4,63	30,22 ±3,88	34,70 ±6,34	29,11 ±7,07
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,49 ±0,12	1,17 ±0,15	1,46 ±0,11	2,53*** ±0,12	2,05* ±0,16	2,48 ±0,44	2,51 ±0,43	2,76** ±0,24	1,85 ±0,29
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	16,71 ±2,08	19,38 ±2,19	23,14 ±2,01	24,32* ±1,98	12,17 ±1,89	10,76 ±1,65	11,83 ±1,72	15,31 ±2,14	9,17* ±1,38
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	17,68 ±1,47	22,93 ±2,56	21,68 ±2,77	25,44 ±3,13	13,55 ±2,86	12,58 ±1,79	14,19 ±1,87	16,63 ±1,47	11,31* ±1,38

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з показниками лютеальної фази.

Протягом перших 30 діб розвитку поросності встановлено істотну зміну гормонального фону в напрямку збільшення концентрацій тироксину на 67,1%, трийодтироніну – 62,4%, прогестерону – 11,0%, естрадіолу-17 β – 63,9% ($p < 0,01$) щодо лютеальної фази. Такі зміни гормонального фону

істотно інтенсифікували процеси пероксидації, що проявлялося в активізації ензимів КСВ – 70,3% ($p < 0,05$), збільшенні концентрації ДК – 69,8% ($p < 0,001$), ТБК-активних комплексів на 45,5 % ($p < 0,05$), а також прискорене використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону і аскорбінової кислоти відповідно на 23,4% і 39,8% ($p < 0,01$) в порівнянні з лютеальної фазою.

Протягом другого місяця вагітності в організмі свинок виявлено наступне незначне збільшення кількості прогестерону і естрадіолу-17 β , яке супроводжувалося зниженням інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСВ на 18,6%, вмісту ДК – 19,0 і ТБК-комплексів – 50,0%, а також стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 32,0%. Протягом цього періоду встановлено зниження рівня системи антиоксидантного захисту за рахунок зменшення функціональної активності СОД на 11,43%, вмісту відновленого глутатіону – 19,4%, вітаміну А – 14,5% і вітаміну Е – 25,1%.

Встановлено, що від 60-го до 90-го днів поросності у свинок стрімко збільшувалися концентрації прогестерону в 1,7 і естрадіолу-17 β – 3,2 рази ($p < 0,05$). Зміни гормонального фону супроводжувалися зниженням активності КСО на 19,2% і підвищенням рівня СОД – 39,1%. При цьому виявлено суттєве збільшення концентрації глутатіону в 1,8 рази. Такі зміни ПАГ відбувалися на тлі істотного зменшення кількості вітаміну А в 1,5 і вітаміну Е в 1,3 рази, що очевидно обумовлено інтенсивним транспортом до плодів.

У свинок на протязі четвертого місяця поросності виявлено зміни гормонального фону: концентрації тироксину і трийодтироніну зменшувалися відповідно на 33,7 і 26,8%, статевих гормонів збільшувалися – тестостерону на 26,4 і естрадіолу-17 β – 121,6%, а прогестерону зменшувалася на 35,7%.

Така динаміка зміни гормонального фону супроводжувалася зміщенням ПАГ в напрямку інтенсифікації процесів пероксидації, за рахунок

збільшення активності КСО на 227,4% ($p < 0,05$) і СОД на 10,8%, що супроводжувалося підвищенням кількості дієнових кон'югатів 11,3% і ТБК-активних комплексів на 11,6%, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону на 4% і вітаміну Е на 26,6%. Очевидно, такі метаболічні зміни привели до зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу.

Таблиця 3.14

Система антиоксидантного захисту у крові свинок великої чорної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники	Фази репродуктивного циклу								
	Люте альна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксид-дисмутаза од.акт/мл	0,45 ±0,09	0,55 ±0,10	0,41 ±0,09	0,44 ±0,10	0,39 ±0,08	0,65 ±0,16	0,68 ±0,14	0,72 ±0,19	0,42 ±0,09
Каталаза, H_2O_2 /мин.л	1,56 ±0,14	1,44 ±0,11	1,25 ±0,13	1,34 ±0,09	1,71 ±0,05	1,99 ±0,09	1,50 ±0,10	1,66 ±0,12	1,84 ±0,09
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,47 ±0,09	0,39 ±0,11	0,35 ±0,07	0,36 ±0,09	0,29 ±0,08	0,51 ±0,09	0,47 ±0,08	0,49 ±0,07	0,38 ±0,08
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	22,84 ±2,92	16,38* ±1,34	14,61 ±1,29	13,76** ±1,79	14,31* ±2,07	12,13** ±1,15	10,66 ±0,88	10,58*** ±0,97	12,41** ±1,11
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	20,69 ±2,83	21,47 ±1,29	20,12 ±1,95	23,58 ±3,66	19,76 ±1,80	15,19 ±1,53	12,97 ±1,44	12,37* ±1,03	15,93 ±1,39
Вітамін А, мкмоль/л	2,17 ±0,47	2,78 ±0,52	2,21 ±0,44	1,93 ±0,27	1,65 ±0,34	1,08 ±0,16	1,15 ±0,14	1,29 ±0,20	1,26 ±0,19
Вітамін Е, мкмоль/л	1,46 ±0,18	2,18* ±0,22	2,09 ±1,16	1,67 ±0,18	1,25 ±0,17	0,94 ±0,28	0,76 ±0,21	0,69** ±0,15	0,55** ±0,10

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з показниками лютеальної фази.

Така динаміка зміни гормонального фону супроводжувалася зміщенням ПАГ в напрямку інтенсифікації процесів пероксидації, за рахунок збільшення активності КСО на 227,4% ($p < 0,05$) і СОД на 10,8%, що супроводжувалося підвищенням кількості дієнових кон'югатів 11,3% і ТБК-активних комплексів на 11,6%, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону на 4% і вітаміну Е на 26,6%. Очевидно, такі метаболічні зміни привели до зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу.

У післяпологовий період відзначено зниження індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: активності КСО в 1,2 раза, концентрації дієнових кон'югатів в 1,5 і ТБК-активних комплексів в 1,7 раза, що супроводжувалося підвищенням резистентності еритроцитів в 1,3 раза до пероксидного окиснення. В результаті встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 10,8%. Такі зміни відбувалися на тлі зменшення концентрації вітаміну Е – 20,3%, що є свідченням провідної ролі даних компонентів ПАГ в забезпеченні адаптаційних процесів в післяпологовий період для свиноматок і поросят. Ця закономірність підтверджується збільшенням рівня адаптаційних гормонів тироксину і трийодтироніну відповідно на 23,5 і 29,0%.

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок *миргородської породи* у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболічних процесів, перш за все гормонального фону (табл. 3.15). Так, в період статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,6 і 1,3 раза відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація прогестерону зменшувалась в 1,9, а тестостерону і естрадіолу-17 β зростала в 1,2 та 2 рази відповідно.

Таблиця 3.15

Динаміка вмісту гормонів в сироватці крові свинок миргородської породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	42,32 ±4,11	68,32 ±4,55	72,64 ±5,43	79,21 ±6,24*	74,73 ±8,64	44,25 ±7,49	26,96 ±5,72	23,17 ±6,85	46,92 ±6,88
Трийодтиронін, нмоль/л	1,22 ±0,18	1,53 ±0,33	1,77 ±0,40	2,18 ±0,28	1,35 ±0,11	1,51 ±0,41	1,11 ±0,17	0,78 ±0,17	1,26 ±0,21
Прогестерон, нмоль/л	34,21 ± 3,28	18,32 ± 3,64	56,89 ±2,28	58,87 ±7,24	75,88 ±7,95	122,24 ±5,86	132,33 ±4,09	68,29 ±4,44	49,55 ±7,85
Тестостерон, нмоль/л	5,96 ±2,61	7,29 ±3,11	4,95 ±2,73	6,58 ±2,56	7,18 ±2,87	9,31 ±3,36	11,28 ±4,24	12,31 ±4,35	4,21 ±2,61
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,19 ± 0,04	0,38 ±0,02	0,41 ±0,05	0,36 ±0,07	0,42 ±0,03	2,33 ±0,08	2,96 ±0,51	7,67 ±1,03	1,24 ±0,33

Примітка: *- $p < 0,05$ – порівняно з показниками лютеальної фази.

Зазначені зміни гормонального фону супроводжувались істотною перебудовою метаболічних процесів у напрямку прискорення перебігу пероксидного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСО на 30,5% ($p < 0,05$), що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 16,5% (табл. 3.16, 3.17). Такі зміни супроводжуються збільшенням вмісту ДК у 2,1 ($p < 0,01$) та ТБК-активних комплексів 1,3 раза. При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 10,3% та зниження КТ – 33,2%. Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходженням у кров вітаміну А та вітаміну Е.

Встановлена динаміка прискорення пероксидації ліпідів в період статевого збудження свиноматок, очевидно обумовлена істотними коливаннями концентрації естрогенів, які залежно від умов середовища в організмі проявляють прооксидантні або антиоксидантні властивості [93, 379, 453].

Таблиця 3.16

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок миргородської породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	13,95 ±2,01	16,25 ±1,67	16,95 ±1,95	14,10 ±1,71	12,25 ±2,77	13,03 ±1,59	17,95 ±2,85	19,07 ±2,39	17,29 ±2,77
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	27,86 ±1,81	36,35* ±3,31	37,05 ±3,96	40,60* ±4,17	35,35** ±3,28	33,55 ±2,98	35,15 ±2,98	38,25* ±3,45	31,85 ±3,73
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,76 ±0,19	3,68** ±0,403	3,34* ±0,48	3,30** ±0,39	2,83* ±0,42	2,26 ±0,36	3,09* ±0,38	3,23* ±0,42	1,28 ±0,43
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	12,82 ± 1,39	16,43 ±2,47	19,72* ±2,68	20,74* ± 2,75	15,35 ± 2,11	13,72 ±1,81	14,43 ± 1,45	16,85 ± 2,16	11,47 ±1,43
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	14,15 ± 1,39	23,60* ±3,51	21,75* ±2,61	22,58* ±3,29	16,43 ±1,89	17,25 ±1,89	16,18 ±1,83	19,84 ±2,64	12,58 ±1,43

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 – порівняно з показниками лютеальної фази.

Перші 15 діб розвитку поросності характеризувались подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлявся в активізації ензимів: КСО – 33% і СОД – 55,7%, збільшенні концентрації ДК – 89,8% ($p < 0,05$), ТБК-активних комплексів на 53,8% ($p < 0,05$), а також прискоренні використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 40% ($p < 0,05$) та 31,2% ($p < 0,01$) порівняно із лютеальною фазою. Такі зміни очевидно обумовлені зростанням кількості стероїдних гормонів: прогестерону в 3,1 та 2,7 рази. Впродовж даного періоду спостерігалось підвищення концентрації тироксину та трийодтироніну.

По закінченні першого місяця вагітності, інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення досягає найбільшої інтенсивності, що підтверджується максимальним рівнем функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм кисню – КСО та вмісту вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Це суповоджується подальшим зростанням рівня СОД та сталим зниженням вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітамінів А та Е.

Впродовж другого місяця вагітності порівняно з фазою статевого спокою у організмі свинок встановлено істотне прискорення метаболічних процесів, зумовлених зростанням вмісту стероїдних гормонів: прогестерону в 2,2, тестостерону – 1,2 та естрадіолу – 2,2 рази. В цей період спостерігалось зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСО на 13,0%, вмісту ДК – 14,2 і ТБК-комплексів – 26,0%, а також стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 13,1%. В результаті встановлено підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання активності КТ на 21,2%, вмісту відновленого глутатіону – 27,3%, вітаміну А – 29,2% та вітаміну Е – 11,4%.

Таблиця 3.17

Система антиоксидантного захисту у крові свинок миргородської породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після пологів
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксиддис мутаза, од.акт/мл	0,29 $\pm 0,031$	0,32 $\pm 0,03$	0,45 $\pm 0,073$	0,63* $\pm 0,112$	0,58* $\pm 0,093$	0,71** $\pm 0,117$	0,75* $\pm 0,153$	0,82** $\pm 0,14$	0,69* $\pm 0,136$
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1,93 $+0,12$	1,29 $+0,08$	1,77 $+0,08$	1,70 $+0,09$	2,06 $\pm 0,06$	1,06*** $+0,07$	1,23*** $+0,06$	1,06*** $\pm 0,08$	1,46** $+0,07$
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,55 $\pm 0,04$	0,44 $\pm 0,09$	0,37* $\pm 0,06$	0,33* $\pm 0,07$	0,42 $\pm 0,095$	0,29* $\pm 0,08$	0,35* $\pm 0,07$	0,31** $\pm 0,06$	0,28** $\pm 0,05$
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	18,29 $+1,38$	15,09 $+1,38$	11,58** $+1,34$	12,57* $\pm 1,59$	11,58* $\pm 2,13$	13,65 $\pm 1,69$	10,56** $\pm 1,72$	9,78*** $\pm 1,29$	10,21** $+1,45$
Дегідроаскорбі нова кислота, мкмоль/л	12,71 $+1,42$	18,59* $+1,44$	16,35 $+1,91$	13,92 $\pm 1,67$	14,66 $\pm 1,56$	15,78 $\pm 2,06$	14,22 $\pm 1,90$	15,42 $\pm 2,19$	12,41 $\pm 1,82$
Вітамін А, мкмоль/л	1,95 $\pm 0,38$	2,35 $\pm 0,23$	1,62 $\pm 0,25$	1,44 $\pm 0,26$	1,86 $\pm 0,24$	1,21 $\pm 0,21$	1,09 $\pm 0,18$	1,19 $\pm 0,23$	0,91* $\pm 0,20$
Вітамін Е, мкмоль/л	0,87 $\pm 0,22$	1,05 $\pm 0,24$	0,94 $\pm 0,25$	0,79 $\pm 0,17$	0,88 $\pm 0,15$	0,58 $\pm 0,09$	0,49 $\pm 0,08$	0,36 $\pm 0,08$	0,32* $\pm 0,07$

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 – порівняно з показниками лютеальної фази.

Від 60-ї до 90-ї доби поросності свинок виявлено суттєве зростання кількості прогестерону в 1,6 та естрадіолу - 5,5 разів, що істотно сприяло виходу в кров аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, а також суттєвому використанню вітаміну А і вітаміну Е – 1,5 раза.

У свинок перед пологами спостерігалось зміщення ПАГ в напрямі інтенсифікації пероксидації, за рахунок збільшення активності КСО ($p < 0,05$) і СОД ($p < 0,01$), що супроводжувалось накопиченням вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону ($p < 0,01$) та вітаміну Е. Такі метаболічні зміни супроводжувались на фоні зниження рівня функціональної активності щитовидної залози, кількості прогестерону та стрімкого зростання концентрації антиоксиданту – естрадіолу. Зменшення кількості прогестерону очевидно пов'язано з зменшенням функціональної активності плаценти, максимальною активацією пероксидації ліпідів та регулюючою функцією активних форм кисню [335, 484].

У післяпологовий період відмічено зниження індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: ДК у 2,5 і ТБК-активних комплексів у 1,5 раза. У результаті встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 37,7%. Такі зміни відбувались на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 23,5% та вітаміну Е – 11%, а також зростанням вмісту тиреоїдних гормонів, що є свідченням їх провідної ролі у забезпеченні адаптаційних процесів у цей період для свиноматок та поросят .

Дані експерименту свідчать, що в період готовності свинок *полтавської м'ясної породи* до парування, відбуваються глибокі фізіологічні зміни спрямовані на забезпечення нормального протікання процесів статевого збудження і запліднення. У крові циклюючих свинок в фазі еструса, в порівнянні з лютеальною, встановлена суттєва перебудова метаболічних процесів, перш за все гормонального фону (табл. 3.18).

З настанням періоду статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,4 і 1,2 раза відповідно. Найбільш значимі зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація естрадіолу-17 β , прогестерону і тестостерону збільшувалася на 68,6; 14,0 і 10,3% відповідно.

Таблиця 3.18.

Динаміка вмісту гормонів у сироватці крові свинок полтавської м'ясної породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Періоди відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Фази статевого циклу		Доби поросності						
	Лютеальна	Еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	32,78 ±5,09	46,31 ±8,96	53,12 ±6,46*	50,74 ±6,82	47,63 ±6,78	37,82 ±4,79	34,31 ±4,49	28,59 ±4,31	38,08 ±5,78
Трийодтиронін, нмоль/л	1,06 ±0,25	1,28 ±0,16	1,43 ±0,29	1,61 ±0,23	1,69 ±0,21	1,38 ±0,15	1,30 ±0,18	1,35 ±0,32	1,73 ±0,22
Прогестерон, нмоль/л	26,62 ±5,76	30,3 ±2,47	38,17 ±4,79	43,66 ±6,73	54,01± 4,64**	68,79± 5,88***	76,9± 9,17**	60,32± 7,96**	34,14 ±3,85
Тестостерон, нмоль/л	8,69 ±1,65	9,64 ±1,51	7,03 ±1,32	6,15 ±1,28	10,3 ±1,87	13,93 ±1,88	16,11 ±2,16*	15,38 ±1,83*	11,75 ±1,91
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,153 ±0,017	0,258± 0,046*	0,429± 0,108*	0,383± 0,057**	0,413± 0,066**	2,06± 0,35***	4,59± 0,54***	5,31± 1,52**	0,85± 0,10

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 відносно показників лютеальної фази

Зазначені зміни гормонального фону супроводжувалися прискоренням процесів пероксидного окиснення – зниження рівня пероксидної резистентності еритроцитів на 6,5%, а також накопиченням ДК на 89,1% і ТБК-активних комплексів – 46,8% (табл. 3.19, 3.20). При цьому спостерігалось збільшення функціональної активності СОД на 55,9% і зниження КТ - 55,3% (p<0,001). Саме в цей період виявлено незначне

зниження концентрації відновленого глутатіону на 9,0% і аскорбінової кислоти на 12,9%, а також збільшення вітаміну А на 46,3% і вітаміну Е - 55,8%.

Таблиця 3.19

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок полтавської м'ясної породи впродовж репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	Періоди відтворювального циклу								
	Фази статевого циклу		Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
	лютеаль на	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	16,28 ± 2,46	17,35± 1,64***	18,37 ± 2,03	16,92 ± 1,29	11,16 ± 2,31	10,63 ± 1,55	8,15 ± 1,33	14,38 ± 1,41	15,67 ± 1,84
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	44,12 ± 5,59	49,31 ± 3,62	51,37 ± 4,41	48,53 ± 5,08	45,36 ± 4,03	40,38 ± 3,07	38,23 ± 3,79	42,57 ± 3,10	44,33 ± 6,45
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,92 ± 0,31	3,63 ± 0,55	4,02 ± 0,59	3,85 ± 0,38	3,75 ± 0,36	2,63 ± 0,49	3,11 ± 0,59	3,56 ± 0,42	4,04 ± 0,64
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	12,51 ± 1,89	18,37 ± 2,99	17,34 ± 1,69	16,58 ± 2,67	14,31 ± 1,93	15,39 ± 1,79	12,93 ± 2,57	18,79 ± 3,26	19,35 ± 3,11
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	14,79 ± 1,56	19,57 ± 2,98	22,32 ± 5,38	23,76 ± 4,27	18,43 ± 3,19	17,62 ± 2,59	15,38 ± 2,69	24,31 ± 3,82	25,93 ± 4,53

Примітка: ***- $p < 0,001$ – відносно показників лютеальної фази.

Таблиця 3.20

Система антиоксидантного захисту у крові свинок полтавської м'ясної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	Періоди відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Фази статевого циклу		Доби поросності						
	лютеаль на	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксид дисмутаза, од.акт/мл	0,68± 0,14	1,06± 0,203	1,47± 0,13	0,87± 0,11	0,49± 0,09	0,62± 0,14	1,33± 0,19	0,87± 0,15	0,72± 0,13
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1,876± 0,342	0,839± 0,072	2,155± 0,101	1,538± 0,130	1,621± 0,170	1,811± 0,094	1,980± 0,091	1,280± 0,112	1,964± 0,135
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,635± 0,081	0,578± 0,088	0,441± 0,095	0,410± 0,110	0,386± 0,059	0,417± 0,117	0,335± 0,071	0,283± 0,058	0,364± 0,096
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	27,91± 4,19	24,32± 3,94	16,32± 1,77	13,71± 2,88	10,27± 1,36	6,32± 0,92	7,28± 2,09	6,16± 1,24	5,18± 0,81
Дегідро- аскорбінова кислота, мкмоль/л	23,35± 4,54	26,74± 3,104	22,19± 4,06	18,34± 2,74	16,72± 2,09	10,41± 2,16	11,42± 2,38	9,53± 1,47	10,78± 1,59
Вітамін А, мкмоль/л	1,62± 0,32	2,37± 0,40	2,47± 0,36	2,36± 0,43	1,83± 0,24	1,54± 0,13	1,44± 0,16	1,26± 0,15	0,85± 0,12
Вітамін Е, мкмоль/л	0,95± 0,17	1,48± 0,19	1,85± 0,11	1,63± 0,19	1,13± 0,08	0,96± 0,12	0,73± 0,13	0,67± 0,09	0,62± 0,11

Протягом одного з критичних періодів поросності – імплантації зародків, коли відбувається суттєвий перерозподіл антиоксидантів в тканинах матки, в крові встановлено збільшення концентрації прогестерону

на 43,4, естрадіолу-17 β – 286,7% ($p < 0,05$), тироксину – 62,1% ($p < 0,05$) і трийодтироніну – 34,9%, щодо періоду статевого спокою.

При цьому відбувалося подальше прискорення пероксидного окиснення, яке виявлялося в активізації ензимів: КТ в 2,6 раза і СОД в 1,4 раза. Такі зміни відбувалися на тлі збільшення концентрації ДК на 10,72%, а також прискореного використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниження вмісту відновленого глутатіону і аскорбінової кислоти, відповідно на 23,7% і 43,6%, в порівнянні з естральною фазою.

Після закінчення першого місяця поросності (період завершення плаценталії ембріонів) на свинок все більш чітко діє новий фізіологічний чинник – ембріони, активно виділяючи продукти метаболізму, впливають локально на матку, змінюючи гомеостаз в організмі матері в цілому. У цей період спостерігалися незначні зміни концентрації досліджуваних гормонів, за винятком збільшення вмісту прогестерону на 14,4% і зниження естрадіолу – 10,1%.

Це очевидно сприяло зменшенню інтенсивності протікання пероксидації, що підтверджується незначним уповільненням функціональної активності прооксидантно ензиму, генератора активних форм оксигена – КСВ, а також зниженням кількості дієнових кон'югатів і вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Це супроводжується зменшенням активності СОД на 18,05%, кількості аскорбінової кислоти – 29,1%, вітаміну Е – 10,1% і відновленого глутатіону – 29,0% в порівнянні з естральною фазою.

Після закінчення другого місяця поросності одним з головних фізіологічних чинників, який істотно змінює гомеостаз у свинок, є інтенсивно ростучі плоди, саме в цей період метаболізм матері спрямований на задоволення потреб в енергетичних і пластичних речовинах. В результаті дослідження крові у експериментальних тварин виявлено значно більшу кількість тироксину в 1,5; трийодтироніну – 1,6; прогестерону – 2,0 ($p < 0,01$), естрадіолу-17 β – 2,7 раза ($p < 0,01$), в порівнянні з лютеальною фазою. Однак,

саме в цей період відбувалося незначне наростання вмісту тестостерону. Наведені зміни гормонального фону супроводжувалися незначним зниженням інтенсивності пероксидації ліпідів, зменшенням активності КСО, вмістом ДК, ТБК-активних комплексів, а також збільшенням стійкості еритроцитів до гемолізу – 56,0% в порівнянні з 30-м днем поросності. На тлі даних метаболічних змін спостерігалось зниження низькомолекулярних антиоксидантів за рахунок зменшення кількості вітаміну А – 22,5%, вітаміну Е – 30,6, аскорбінової кислоти на 41,1% і відновленого глутатіону – 6,0%.

З 60-ї по 90-ту добу поросності свинок відзначено подальше зростання кількості прогестерону і особливо інтенсивне збільшення концентрації естрадіолу в 5 разів ($p < 0,05$). Протягом зазначеного періоду встановлено незначне зниження активності КСО на 11%, кількості аскорбінової кислоти – на 38,5%, вітаміну А – на 16% і вітаміну Е – 15,0%. Зменшення кількості вітамінів, очевидно, пов'язано з зростанням депонуючої функції печінки плодів до цих речовин. Протягом останнього місяця поросності, на 104 і 113 добу її розвитку, в крові свинок спостерігалось зростання кількості гормонів: тестостерону відповідно на 20,3 і 10,4%, естрадіолу-17 β – на 222,8 і 258,5%, при зниженні концентрації тироксину на 9,3 і 24,4% відносно 90-ї доби поросності.

У період останньої декади перед опоросом істотним фізіологічним фактором є завершення внутрішньоутробного розвитку плодів, що істотно впливає на підготовку організму свинок до опоросу. У цей період відзначено незначне прискорення процесів пероксидації ліпідів – збільшення вмісту дієнових кон'югатів – 14,1% і ТБК-активних комплексів – 45,3%, що, очевидно, пов'язано зі збільшенням активності – КСО. При цьому, активність антиоксидантних ензимів істотно знижувалася – КТ на 35,4 і СОД – 34,6%, а також зменшувалися концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону – 15,5 і вітаміну Е – 8,2%. Очевидно такі метаболічні зміни викликали зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу на 76,4%.

Після закінчення опоросу у свиноматок гормональний профіль змінювався: зменшувався вміст прогестерону в 1,8, естрадіолу-17 β – 6,2 і тестостерону – 1,3 рази, відносно 113-ї доби поросності. При цьому кількість тироїдних гормонів була відносно стабільною. В цілому в післяпологовий період протікання процесів пероксидації істотно не відрізняється. Однак, в цей час відбувалося збільшення рівня функціональної активності КТ на 53,4% і зменшення СОД – 17,2%. Такі зміни спостерігалися на тлі зниження концентрації вітаміну А на 32,5% і вітаміну Е – 7,5%, що є свідченням їх провідної ролі в забезпеченні адаптаційних процесів у свиноматок і поросят. Зміни антиоксидантних гомеостатичних констант відбувалися на тлі відносно стабільного протікання процесів пероксидації.

В цілому отримані дані свідчать, про те що, щодо періоду статевого спокою, передпологовий і післяпологовий періоди характеризуються інтенсивним протіканням процесів пероксидації, що проявляється в підвищенні кількості дієнових кон'югатів і ТБК-активних комплексів, що супроводжується інтенсивним використанням низькомолекулярних антиоксидантів зменшення концентрації відновленого глутатіону, відповідно на 55,4% і 36,4%, аскорбінової кислоти на 77,9 і 81,4%, вітаміну А - 22,2% і 47,5% і вітаміну Е – 29,5 і 34,7%.

Отримані результати досліджень свідчать, про те, що динаміка перебігу процесів пероксидації та формування антиоксидантного захисту в крові циклюючих і поросних свинок обумовлена дією головних фізіологічних факторів на їх організм – запліднення і розвитку ембріонів. Глибокі зрушення гомеостатичних констант забезпечують підтримання сталості внутрішнього середовища організму матері під час збільшення потреб плодів при інтенсивному рості, а також забезпечення їх адаптації до окиснювального стресу після народження.

Виявлені зміни в формуванні прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в свинок в залежності від періодів відтворювального циклу в повній мірі підтверджують гіпотезу про циклічну лабільність гомеостазу

метаболических процесів в їх організмі, а саме, визначеними періодичними гормональними коливаннями, які обумовлені зміною їх фізіологічного стану, і спрямовані на підтримку фізіологічної норми. Це відкриває можливість для розробки методів зниження ембріональної смертності, шляхом оптимізації гормонального фону і корекції вітамінного харчування в критичні періоди розвитку поросності.

Дані експерименту свідчать, що в крові циклюючих свинок української м'ясної породи у фазі еструса, порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболических процесів, перш за все гормонального фону (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Динаміка вмісту гормонів в сироватці крові свинок української м'ясної породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10).

Гормони	Періоди відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	37,47 ±6,50	48,61 ±7,29	50,86 ±7,45 **	56,63 ±7,25 ***	52,13 ±5,71 ***	55,52 ±5,64 ***	46,1 ±6,1 **	34,30 ±5,58 **	30,80 ±4,55
Трийодтиронін, нмоль/л	0,95 ±0,24	1,17 ±0,29	1,22 ±0,32	1,38 ±0,34	1,26 ±0,31	1,39 ±0,37	1,44 ±0,31	1,41 ±0,32*	1,62 ±0,44
Прогестерон, нмоль/л	30,63 ± 5,71	50,41 ± 6,33*	51,68 ±4,52*	45,24 ±6,05	66,33 ±5,66 **	75,84 ±4,96 ***	89,40 ±5,81 ***	113,46 ±13,86 ***	56,92 ±6,33*
Тестостерон, нмоль/л	9,78 ±2,61	11,05 ±3,11	9,12 ±2,73	9,42 ±2,56	10,59 ±2,87	13,28 ±3,36	14,84 ±4,24	15,35 ±4,35	10,69 ±2,61
Естрадіол-17β, нмоль/л	0,11 ± 0,02	0,23 ±0,05	0,32 ±0,08	0,29 ±0,06	0,26 ±0,04	1,71 ±0,28	2,44 ±0,48 **	5,83 ±0,82 **	0,96 ±0,23*

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 – порівняно з показниками лютеальної фази

Так, в період статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну в 1,3 і 1,2 раза відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: концентрація естрадіолу-17 β , прогестерону і тестостерону зростала в 2,1; 1,6 ($p < 0,05$) і 1,1 раза відповідно. Зазначені зміни гормонального фону супроводжувались прискоренням процесів пероксидного окиснення – зниження рівня пероксидної резистентності еритроцитів на 17%, а також накопиченням ДК до 86,3% та ТБК-активних комплексів до 9% (таблиця 3.22, 3.23).

Таблиця 3.22

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові свинок української м'ясної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ (n = 10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Лютеа- льна	Еструс	Доби поросності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еитроцитів, %	13,93 $\pm 3,55$	16,34 $\pm 4,25$	15,98 $\pm 4,65$	17,42 $\pm 4,30$	12,54 $\pm 3,47$	13,36 $\pm 3,82$	14,71 $\pm 4,656$	16,27 $\pm 3,83$	16,50 $\pm 3,83$
Ксантинооксидаза мккат /сек·л	32,7 $\pm 4,95$	38,4 $\pm 5,52$	48,2 $\pm 7,57$	45,9 $\pm 6,25$	24,6 $\pm 5,22$	27,1 $\pm 4,67$	39,33 $\pm 5,10$	44,3 $\pm 5,40$	28,1 $\pm 5,82$
Дієнові кон'югати, ммоль/л	2,05 $\pm 0,29$	3,82 $\pm 0,65$	3,49 $\pm 0,47$	3,29 $\pm 0,37$	2,68 $\pm 0,34$	2,39 $\pm 0,45$	3,10 $\pm 0,59$	4,19 $\pm 0,83$	3,8 $\pm 0,63$
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	14,42 $\pm 3,31$	15,71 $\pm 3,11$	16,54 $\pm 3,19$	9,75 $\pm 1,95$	10,53 $\pm 2,52$	11,20 $\pm 2,15$	12,90 $\pm 2,04$	19,51 $\pm 3,29$	16,74 $\pm 3,26$
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	17,44 $\pm 3,31$	16,61 $\pm 3,11$	19,30 $\pm 5,33$	14,85 $\pm 3,18$	14,91 $\pm 2,67$	13,40 $\pm 3,02$	13,22 $\pm 3,01$	20,90 $\pm 4,31$	17,81 $\pm 3,07$

При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 27% та зниження КТ – 49,7% ($p < 0,001$).

Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходження у кров вітаміну А та вітаміну Е.

Таблиця 3.23

Система антиоксидантного захисту у крові свинок української м'ясної породи протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ ($n = 10$)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Лютеаль-на	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксид- дисмутаза, од.акт/мл	0,74 $\pm 0,20$	0,94 $\pm 0,21$	1,46 $\pm 0,42$	0,84 $\pm 0,21$	0,68 $\pm 0,17$	0,61 $\pm 0,13$	0,75 $\pm 0,15$	0,81 $\pm 0,18$	0,58 $\pm 0,12$
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1,91 $\pm 0,03$	0,96± 0,11***	1,85 $\pm 0,14$	1,98 $\pm 0,05$	1,75 $\pm 0,09$	1,69± 0,08*	1,82 $\pm 0,12$	0,973 $\pm 0,091$	0,391± 0,071***
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,73 $\pm 0,019$	0,42 $\pm 0,04$	0,362 $\pm 0,05$	0,42 $\pm 0,06$	0,45± 0,098	0,33± 0,074	0,28 $\pm 0,077$	0,268 $\pm 0,05$	0,2431 $\pm 0,066$
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	16,61 $\pm 4,01$	12,36 $\pm 3,55$	9,55 $\pm 2,90$	7,63 $\pm 1,85$	11,23 $\pm 4,07$	13,57 $\pm 4,81$	8,1 $\pm 2,34$	6,72 $\pm 1,31$	7,27 $\pm 1,40$
Дегідроаскорбі- нова кислота, мкмоль/л	17,83 $\pm 4,46$	15,91 $\pm 4,22$	14,30 $\pm 3,84$	15,82 $\pm 3,95$	16,84 $\pm 4,93$	16,31 $\pm 4,19$	13,40 $\pm 2,71$	11,72 $\pm 2,37$	9,30 $\pm 1,46$
Вітамін А, мкмоль/л	1,49 $\pm 0,22$	1,73 $\pm 0,42$	1,81 $\pm 0,41$	1,46 $\pm 0,32$	1,70 $\pm 0,46$	1,38± 0,32	1,21 $\pm 0,31$	1,38 $\pm 0,26$	1,23 $\pm 0,26$
Вітамін Е, мкмоль/л	0,73 $\pm 0,21$	1,21 $\pm 0,33$	1,33 $\pm 0,47$	0,84 $\pm 0,28$	0,71 $\pm 0,15$	1,08 $\pm 0,22$	0,97 $\pm 0,25$	0,77 $\pm 0,18$	0,495 $\pm 0,10$

Примітка: *- $p < 0,05$; ***- $p < 0,001$ порівняно з показниками лютеальної фази.

Впродовж періоду імплантації зародків спостерігалось наростання концентрації прогестерону, естрадіолу-17 β , тироксину та трийодтироніну. При цьому відбувалось подальше прискорення пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації ензимів: КСО – 47,4% і СОД – 97,3%, збільшенні концентрації ДК – 70,2%, ТБК-активних комплексів на 14,6%, а також прискорені використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 50% та 57,2% порівняно із лютеальною фазою.

Протягом періоду плацентації зародків спостерігалось гормональне плато, за виключенням сталого підвищення кількості трийодтироніну. Це очевидно сприяло зменшенню інтенсивності перебігу пероксидації, що підтверджується незначним сповільненням функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм кисню – КСО, а також зниженням вмісту дієнових кон'югатів і істотним зменшенням кількості вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів в 1,7 рази. Це супроводжується зниженням активності СОД на 42,5%, кількості аскорбінової кислоти – 20%, вітаміну А – 19,3% та вітаміну Е – 36,8%, а також накопиченням вмісту відновленого глутатіону.

По закінченні другого місяця поросності у організмі свинок виявлено вищу концентрацію тироксину у 1,4; трийодтироніну – 1,3; прогестерону – 2,2, естрадіолу-17 β – 2,4 рази, порівняно із лютеальною фазою. Однак, саме в цей період відбувалось незначне наростання вмісту тестостерону, відносно початку досліджень, що очевидно обумовлено його участю в інтенсивному рості плодів. Наведені зміни гормонального фону супроводжувались зниженням інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСО на 46,4%, вмісту ДК – 18,5, ТБК-комплексів – 7,7%, а також збільшення стійкості еритроцитів до гемолізу – 28,2% порівняно із 30 добою поросності. На тлі викладених метаболічних змін спостерігалось підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання кількості вітаміну А – 16,4%, аскорбінової кислоти на 47,3% відновленого глутатіону – 9,7%.

Від 60-ї до 90-ї діб поросності свинок відмічено подальше зростання кількості прогестерону та особливо інтенсивне збільшення концентрації естрадіолу у 6,3 раза. Протягом зазначеного періоду встановлено незначне підвищення активності КСО на 10,3%, кількості аскорбінової кислоти на 20,5% та вітаміну Е – 52,1%. При цьому виявлено істотне зниження вітаміну А на 18%, що очевидно пов'язано із зростанням депонуючої функції печінки плодів до цих речовин.

Впродовж останнього місяця поросності, на 104 та 113 доби її розвитку, у крові свинок спостерігалось зростання кількості гормонів: прогестерону відповідно на 18 та 49,6%, а також естрадіолу-17 β – на 42,7 і 240%, при зниженні концентрації тироксину на 17 та 38,1 %. В цей період перед опоросом відбувалось прискорення процесів пероксидації ліпідів, за рахунок збільшення активності КСО на 63,5 і СОД – 32,8%, що супроводжувалось накопиченням вмісту дієнових кон'югатів – 75,3% та ТБК-активних комплексів – 74,1%, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: аскорбінової кислоти на 50,3, відновленого глутатіону – 23,5 та вітаміну Е – 28,0% відносно 90-ї доби поросності. Очевидно такі метаболічні зміни викликали зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу.

Після опоросу у свиноматок гормональний профіль змінювався: зменшувався вміст прогестерону у 2, естрадіолу-17 β – 6,1, тестостерону – 1,4 раза. При цьому кількість тироїдних гормонів була відносно стабільною. У цілому післяпологовий період характеризувався зміною індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: зниження ДК у 1,1 і ТБК-активних комплексів у 1,2 раза. Водночас відбувалось зменшення рівня функціональної активності КТ на 59% і СОД – 28,4%. Такі зміни спостерігались на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 5,4% та вітаміну Е – 35,7%, що є свідченням їх провідної ролі у забезпеченні адаптаційних процесів у свиноматок та поросят.

У крові циклюючих свинок *червоної білопоясої м'ясної породи* при настанні фази еструса, порівняно із лютеальною, спостерігалась істотна перебудова метаболічних процесів, перш за все гормонального фону (табл. 3.24). Так, в період статевого збудження встановлено збільшення кількості тироксину і трийодтироніну на 33,0 і 26,3% відповідно. Найбільш виразні зміни в цей період були характерні для статевих гормонів: зменшувалась концентрація прогестерону на 37,2% і тестостерону 15,2%, а естрадіолу-17 β зростала на 228% ($p < 0,01$).

Таблиця 3.24

Динаміка вмісту гормонів в сироватці крові червоної білопоясої породи м'ясних свинок впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ (n=10)

Гормони	Фази відтворювального циклу								
	Лютеальна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	36,34 $\pm 5,46$	48,42 $\pm 5,11$	50,43 $\pm 7,39$	61,20 $\pm 5,74^*$	55,52 $\pm 6,47^*$	36,98 $\pm 4,92$	34,46 $\pm 3,38$	29,07 $\pm 2,76$	36,52 $\pm 3,97$
Трийодтиронін, нмоль/л	0,95 $\pm 0,10$	1,14 $\pm 0,12$	1,28 $\pm 0,23$	1,43 $\pm 0,21$	1,35 $\pm 0,19$	1,59 $\pm 0,16^*$	1,45 $\pm 0,27$	0,67 $\pm 0,08$	1,84 $\pm 0,22^{**}$
Прогестерон, нмоль/л	32,10 $\pm 4,66$	20,15 $\pm 3,71$	39,53 $\pm 3,73$	52,21 $\pm 3,13^{**}$	70,74 $\pm 10,89^{**}$	82,33 $\pm 8,19^{***}$	85,41 $\pm 5,62^{***}$	90,97 $\pm 8,54^{**}$	50,69 $\pm 7,05$
Тестостерон, нмоль/л	5,48 $\pm 0,61$	4,65 $\pm 0,74$	6,09 $\pm 0,97$	5,83 $\pm 0,79$	10,28 $\pm 1,57^*$	10,77 $\pm 1,09^{**}$	8,15 $\pm 0,74^*$	6,80 $\pm 0,79$	5,82 $\pm 0,63$
Естрадіол-17 β , нмоль/л	0,14 $\pm 0,02$	0,32 $\pm 0,05^{**}$	0,42 $\pm 0,06^{***}$	0,33 $\pm 0,06^{**}$	0,52 $\pm 0,17$	1,62 $\pm 0,33^{**}$	3,75 $\pm 0,69^{***}$	5,41 $\pm 0,60^{***}$	0,83 $\pm 0,11^{***}$

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з показниками лютеальної фази.

Зазначені зміни гормонального фону супроводжувались істотною перебудовою метаболічних процесів у напрямку прискорення перебігу пероксидного окиснення. Це підтверджується незначним підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСО, що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 10,8% (табл. 3.25, 3.26).

Таблиця 3.25

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові червоної білопоясої породи м'ясних свинок впродовж відтворювального циклу, М±m (n=10)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
	Люте- альна	Еструс	Доби поросності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність ейтроцитів, %	16,36 ±2,84	18,50 ±1,33	15,78 ±1,21	15,17 ±0,99	12,35 ±1,31	12,92 ±1,56	10,71 ±1,12	16,23 ±2,11	18,26 ±1,93
Ксантин- оксидаза, мккат /сек·л	40,63 ±5,25	42,27 ±3,91	44,13 ±3,01	45,38 ±3,69	48,31 ±3,05	39,64 ±3,23	42,41 ±2,77	40,37 ±3,35	39,91 ±2,57
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,38 ±0,29	3,17 ±0,46*	2,83 ±0,52*	2,21 ±0,44	1,86 ±0,27	1,55 ±0,21	2,16 ±0,28	2,12 ±0,24	1,76 ±0,19
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	15,7 ± 1,62	22,31 ±2,66	18,63 ±1,97	12,56 ± 1,79	12,41 ± 1,78	15,79 ± 1,21	12,41 ± 1,72	20,6 ± 2,91	17,86 ±2,02
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	20,13 ± 1,25	23,64 ±2,81	22,28 ±4,16	19,37 ±2,98	14,88* ±1,89	20,32 ±3,03	19,28 ±2,07	17,71 ±2,06	15,63 ±1,70

Примітка: *-p<0,05 – порівняно з показниками лютеальної фази.

Такі зміни супроводжуються збільшення вмісту ДК у 2,3 ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів 1,4 раза. При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 36,8% ($p < 0,05$) та зниження КТ – 51,3% ($p < 0,05$). Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону на 25,7%. Встановлено, істотне накопичення у крові вітаміну А в 1,6 раза ($p < 0,05$), вітаміну Е – 1,7 ($p < 0,05$), аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот відповідно 1,5 раза та 1,4 раза ($p < 0,05$).

Перші 15 діб розвитку поросності характеризувались подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації КТ – 39,0, та зменшення функціональної активності СОД – 25,3% ($p < 0,05$) порівняно із естральною фазою. Це відбувалось на тлі зменшення концентрації ДК – 10,7%, ТБК-активних комплексів на 16,5%, а також прискоренні використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 15,1% ($p < 0,05$) та 45,3% порівняно із естральною фазою. Такі зміни очевидно обумовлені зростанням кількості стероїдних гормонів: прогестерону в 2,01 та естрадіолу-17 β , – 1,3 раза порівняно із естральною фазою. Впродовж даного періоду спостерігалось підвищення концентрації тироксину та трийодтироніну.

По закінченні першого місяця вагітності спостерігалось подальше зростання функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм кисню – КСО. Однак, інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення незначно гальмувалась, що підтверджується зниженням вмісту вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів. Надмірний рівень генерованих АФО інактивується високою активністю СОД ($p < 0,05$). Саме в цей період відмічено подальше зниження кількості відновленого глутатіону на 42,3% ($p < 0,05$), з паралельним

збільшення концентрацій аскорбінової кислоти, вітаміну А – 87,6% ($p < 0,05$) та вітаміну Е – 60,9% ($p < 0,05$) порівняно із періодом статевого спокою

Таблиця 3.26

Система антиоксидантного захисту у крові червоної білопоясої породи м'ясних свинок протягом репродуктивного циклу, $M \pm m$ ($n = 10$)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								
	Люте- альна	Еструс	Доби поросності						Через 12 годин після опоросу
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Супероксид- дисмутаза, од.акт/мл	0,95 $\pm 0,12$	1,38 $\pm 0,14^*$	1,03 $\pm 0,09$	1,57 $\pm 0,11^{**}$	0,99 $\pm 0,10$	0,86 $\pm 0,12$	1,34 $\pm 0,16$	1,56 $\pm 0,11$	0,99 $\pm 0,08$
Каталаза, H_2O_2 /хв·л	1,85 $\pm 0,11$	1,46 $\pm 0,09^*$	2,03 $\pm 0,08$	1,66 \pm $0,04^{***}$	1,36 \pm $0,06^{**}$	1,74 $\pm 0,14$	1,20 \pm $0,09^{***}$	1,14 \pm $0,10^{***}$	1,04 \pm $0,12^{***}$
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,71 $\pm 0,08$	0,53 $\pm 0,10$	0,45 $\pm 0,08^*$	0,41 $\pm 0,09^*$	0,32 $\pm 0,05^{**}$	0,35 \pm $0,07^{**}$	0,29 \pm $0,04^{***}$	0,27 \pm $0,05^{***}$	0,31 \pm $0,04^{**}$
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	14,20 $+1,86$	21,44 $+3,71$	11,72 $+1,87$	15,59 $\pm 2,24$	8,73 $\pm 1,21^*$	9,25 $\pm 1,32$	10,37 $\pm 1,34$	7,81 $\pm 0,83^*$	5,25 $+1,08^*$
Дегідроаскорбі нова кислота, мкмоль/л	18,32 $+1,94$	25,76 $+2,14^*$	13,68 $+1,77$	17,45 $\pm 2,43$	13,37 $\pm 2,20$	16,59 $\pm 2,43$	10,34 $\pm 1,71^*$	11,08 $\pm 0,94^*$	12,72 $\pm 1,10^*$
Вітамін А, мкмоль/л	1,37 $\pm 0,18$	2,23 $\pm 0,29^*$	2,74 $\pm 0,35^*$	2,57 $\pm 0,43^*$	1,95 $\pm 0,34$	1,63 $\pm 0,10$	1,14 $\pm 0,09$	0,87 $\pm 0,11^*$	0,81 $\pm 0,17^*$
Вітамін Е, мкмоль/л	0,92 $\pm 0,13$	1,58 $\pm 0,26^*$	1,69 $\pm 0,20^*$	1,48 $\pm 0,15^*$	1,36 $\pm 0,19$	1,25 $\pm 0,16$	1,94 $\pm 0,10^{***}$	0,53 $\pm 0,10^*$	0,43 $\pm 0,09^*$

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з показниками лютеальної фази

Впродовж другого місяця вагітності відносно початкового періоду експерименту у організмі свинок встановлено істотне прискорення метаболічних процесів, які зумовлені зростанням вмісту стероїдних гормонів: прогестерону в 2,2 ($p < 0,05$) та естрадіолу – 3,7 раза. В цей період спостерігалось збільшення активності КСО на 18,9%, що сприяє синтезу окремих біологічно активних речовин, регулюючи діяльність роботи судин. При цьому відбувається зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення вмісту ДК – 34,8% і ТБК-комплексів – 21,0%, що сприяє збільшенню стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 24,5%. По закінченні першої половини поросності виявлено зменшення рівня системи антиоксидантного захисту за рахунок зниження активності СОД на 13,1% та підвищення концентрації вітаміну А – 16,4% та вітаміну Е – 8,1%. Саме від 60-ї до 90-ї доби поросності свинок виявлено зростання кількості прогестерону в 1,2 та естрадіолу-17 β , – 3,1 разів ($p < 0,05$).

У свинок від 90-ї доби поросності і до опоросу спостерігалось зміщення ПАГ в напрямі інтенсифікації пероксидації, за рахунок збільшення активності СОД – 81,4% ($p < 0,05$) та дієнових кон'югатів 35,9% та ТБК-активних комплексів на 42,0%, а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону – 22,9%, вітаміну А – 46,6% та вітаміну Е – 57,6%. Такі метаболічні зміни супроводжувались на фоні зниження рівня функціональної активності щитоподібної залози до секреції тироксину на 21,4% і трийодтироніну – 57,9%, а також стрімкого зростання концентрації антиоксиданту – естрадіолу-17 β в 3,3 раза ($p < 0,05$).

У післяпологовий період через 12 годин після опросу відмічено зростанням вмісту тиреоїдних гормонів: тироксину в 1,3 і трийодтироніну – 2,7 раза, що є свідченням їх провідної ролі у забезпеченні адаптаційних процесів у цей період для свиноматок та поросят. Саме в цю фазу

відтворювального циклу встановлено глибоку гормональну перебудову – зниження концентрації прогестерону в 1,8 та естрадіолу-17 β – 8,7 раз. Було відмічено зниження індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: ДК на 16,3% і ТБК-активних комплексів на 13,3%. Це зниження супроводжувалось виснаженням системи антиоксидантного захисту: функціональної активності КТ на 8,8% і СОД – 36,5%. Такі зміни відбувались на тлі зменшення концентрації аскорбінової кислоти на 32,8%, вітаміну А – 6,9% та вітаміну Е – 18,9%.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що у крові свинок протягом відтворювального циклу зміна гормонального фону істотно впливає на стан ПАГ. У період еструсу паралельно зі збільшенням концентрації естрадіолу-17 β і тиреоїдних гормонів підвищувався рівень КСО, СОД, кількість ДК і ТБК-активних комплексів, але знижувався вміст відновленого глутатіону, що свідчить про напружений перебіг обмінних процесів та регулюючу функцію активних форм кисню [465]. З наростанням домінанти поросності істотно підвищувалися концентрації прогестерону й естрадіолу-17 β , які зумовлювали зміну балансу у функціональній активності прооксидантних і антиоксидантних ензимів, що узгоджується із твердженнями К. Duhig [278], S. O. Ogbodo [387], M. S. Purdey [411]. Зі становленням функціонування окремих органів і систем плодів та появою власного синтезу окремих гормонів в організмі матері спостерігалось сповільнення перебігу процесів пероксидного окиснення – зниження функціональної активності СОД, КТ та вмісту ДК і ТБК-активних комплексів. Однак передпологовий період характеризувався істотним максимальним рівнем статевих гормонів та інтенсивним перебігом процесів пероксидації ліпідів, що підтверджується даними В. Н. Романенко та І. А. Бойко [154], Д. Н. Митарєва [113]. При цьому зі зміною фази відтворювального циклу у післяпологовий період відмічається зміщення гомеостатичних констант, насамперед вмісту тиреоїдних і стероїдних

гормонів до рівня статевого спокою, що супроводжується зміною проксидантно-антиоксидантного гомеостазу в напрямі сповільнення пероксидації ліпідів. Узагальнення отриманих даних досліджень свідчить про одну із особливостей відтворної функції свиноматок – циклічну лабільність гомеостазу у самок свиней, яка характеризується певними періодичними коливаннями, зумовленими зміною їхнього фізіологічного стану, що спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу метаболічних процесів [199]. У циклюючих свинок істотна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу спрямована на створення необхідних умов для запліднення. При настанні доміанти поросності зрушення гомеостатичних констант сприяє задоволення потреб ембріонів, що ростуть і розвиваються. В умовах зміни пероксидних гомеостатичних констант у крові самок можна судити про морфофункціональний стан статевих органів та фетоплацентарної системи.

Порівняльний аналіз отриманих даних свідчить, про особливості формування гормонального фону у циклюючих і порослих свинок різних напрямів продуктивності. Тварини універсального напрямку продуктивності в стані статевого спокою характеризувались значно вищим рівнем тироксину порівняно із сальними і м'ясними відповідно в 2 ($p < 0,001$) і 1,8 рази ($p < 0,01$) (табл. 3.27, 3.28).

Близьку закономірність розподілу рівня цього гормону встановлено при настанні фази статевого збудження. В критичні періоди поросності – імплантації ембріонів та швидкого росту плодів концентрація тироксину була вірогідно вищою у ровесників першої групи порівняно із другою. Упродовж останнього місяця поросності кількість цього гормону у тварин універсального напрямку продуктивності була вищою проти сального ($p < 0,05..0,01$) і м'ясного ($p < 0,01..0,001$). Важливо відзначити, що тварини першої групи характеризувались статистично достовірним підвищення концентрації тироксину на 60-ту добу ($p < 0,05$) та зниженням на 104-ту

($p < 0,05$) і 113-ту доби ($p < 0,01$), аналогічна закономірність зберігалась після опоросу.

Таблиця 3.27

Динаміка вмісту тиродних гормонів у сироватці крові свиней різного напрямку продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Гормони	Г	р	п	Періоди відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
				Фази статевого циклу		Доби поросності						
				Лютеальна	Еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Тироксин, нмоль/л	1	10	72,43 $\pm 5,76$	80,34 $\pm 3,42$	78,56 $\pm 3,61$	75,57 $\pm 5,86$	98,20 $\pm 7,73^p$	67,45 $\pm 5,38$	56,41 $\pm 4,03^p$	48,23 $\pm 3,62^m$	50,35 $\pm 3,38^m$	
	2	30	35,51 $\pm 6,48^{***}$	47,78 $\pm 8,72^{***}$	51,45 $\pm 9,38^{**}$	56,18 $\pm 10,25$	51,75 $\pm 9,44^{**}$	43,37 $\pm 7,92^*$	38,29 $\pm 6,98^*$	30,65 $\pm 5,59^{**}$	35,13 $\pm 6,41^*$	
	3	20	40,35 $\pm 9,25^{**}$	59,94 $\pm 13,75$	65,43 $\pm 15,01$	71,67 $\pm 16,44$	66,58 $\pm 15,27$	45,20 $\pm 10,37^{***}$	31,53 $\pm 7,24^{**}$	26,88 $\pm 6,16^{**}$	42,35 $\pm 9,71$	
Трийод- тиронін, нмоль/л	1	10	1,07 $\pm 0,24$	0,95 $\pm 0,10$	1,58 $\pm 0,12$	1,84 $\pm 0,17^p$	1,78 $\pm 0,20^p$	1,35 $\pm 0,19$	1,39 $\pm 0,18$	1,42 $\pm 0,27$	1,65 $\pm 0,21$	
	2	30	0,99 $\pm 0,18$	1,19 $\pm 0,22$	1,31 $\pm 0,24$	1,47 $\pm 0,27$	1,43 $\pm 0,26$	1,45 $\pm 0,26$	1,39 $\pm 0,25$	1,48 $\pm 0,27$	1,73 $\pm 0,32^p$	
	3	20	1,16 $\pm 0,27$	1,38 $\pm 0,32$	1,57 $\pm 0,36$	1,97 $\pm 0,45$	1,25 $\pm 0,29$	1,39 $\pm 0,32$	1,07 $\pm 0,25$	0,85 $\pm 0,19$	1,22 $\pm 0,28$	

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.

*- $p < 0,05$ – відносно показників першої групи.

^p- $p < 0,05$; ^m- $p < 0,01$ – відносно показників лютеальної фази.

Аналітичні дані свідчать, про те, коливання концентрації трийодтироніну у крові свинок універсального напрямку продуктивності впродовж відтворювального циклу в межах 0,95...1,84; сального 0,99...1,73; м'ясного 0,85...1,97 нмоль/л. Особливістю динаміки даного гормону є

зростання кількості від періоду статевого спокою у першої групи на 30-ту ($p<0,05$) і 60-ту доби поросності ($p<0,05$), другої – після опоросу ($p<0,05$), третьої – 30-доби поросності. Це вказує, на те що трийодтироніну належить важливе значення в забезпеченні процесів плацентації, росту плодів та під час адаптації організму матері після опоросу.

Таблиця 3.28

Динаміка вмісту стероїдних гормонів у сироватці крові свиней різного напрямку продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M\pm m$

Гормони	Г Р У П И	п	Періоди відтворювального циклу							Через 12 годин після опоросу	
			Фази статевого циклу		Доба поросності						
			лютеа льна	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а		113-а
Прогесте- рон, нмоль/л	1	10	58,30 ±5,29	13,35 ±1,64	65,42 ±8,26	68,23 ±7,13	80,45 ±3,41 [□]	84,26 ±2,38 [□]	85,13 ±5,49 [□]	114,35±1 0,58 ^{□□□}	68,40 ±7,56
	2	30	29,77± 5,43 ^{***}	33,62 ±6,13 ^{**}	43,10 ±7,86 [*]	47,02 ±8,58	63,68± 11,62 [□]	75,64± 13,80 [□]	83,90± 15,31 [□]	88,23±1 6,10 [□]	47,24 ±8,62
	3	20	36,69 ±8,41 [*]	16,35± 3,75 ^{□□□□}	43,75 ±10,03	60,51 ±13,88	78,30± 17,96 [□]	131,27 ±30,11 [□]	121,57 ±27,88 [□]	79,28±1 8,18 [□]	57,84 ±13,27
Тестосте- рон, нмоль/л	1	10	5,48 ±0,61	4,65 ±0,74	6,09 ±0,97	5,83 ±0,79	10,28 ±1,57 [□]	10,77 ±1,09 [□]	8,15 ±0,74 [□]	6,80 ±0,79	5,82 ±0,63
	2	30	7,98 ±1,46	8,45 ±1,54 [*]	7,41 ±1,35	7,13 ±1,30	10,39 ±1,89	12,66 ±2,31	13,03 ±2,38 [*]	12,50 ±2,28 [*]	9,42 ±1,72 [*]
	3	20	5,34 ±1,23	6,71 ±1,54	4,92 ±1,12	5,91 ±1,36	6,42 ±1,47	7,80 ±1,79	8,97 ±2,06	10,13 ±2,32	4,81 ±1,10 [°]
Естрадіол -17β, нмоль/л	1	10	0,27 ±0,05	0,45 ±0,06 [□]	0,51 ±0,04 [□]	0,73± 0,08 ^{□□}	0,96± 0,12 ^{□□}	1,64± 0,32 [□]	6,95± 0,58 ^{□□}	5,13± 0,76 ^{□□}	0,82± 0,09 ^{□□}
	2	30	0,14± 0,02 ^{**}	0,27± 0,05 ^{*□}	0,39± 0,07 [□]	0,33± 0,06 ^{***□}	0,39± 0,07 ^{***□}	1,79± 0,33 ^{□□}	3,59± 0,65 ^{***□□}	5,52± 1,01 ^{□□}	0,88± 0,16 ^{□□}
	3	20	0,22 ±0,05	0,50 ±0,11 [□]	0,55 ±0,13 [□]	0,54 ±0,12 [□]	0,62± 0,14 ^{*□}	2,51± 0,57 ^{□□}	3,9± 0,89 ^{**□□}	6,80± 1,56 ^{□□}	1,15 ±0,26 [□]

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.
^{*}- $p<0,05$ – відносно показників першої групи.
[□]- $p<0,05$; ^{□□}- $p<0,01$ – відносно показників лютеальної фази.
[°]- $p<0,05$; ^{□□}- $p<0,01$ – відносно показників 2 групи.

У цілому вміст прогестерону у статевозрілих свинок універсального напрямку продуктивності був вищим порівняно з сальними ($p < 0,001$) та м'ясними ($p < 0,05$). Загальною особливістю динаміки прогестерону у свинок залежно від фаз відтворювального циклу є зниження кількості в період статевої охоти у тварин першої і третьої ($p < 0,001$) груп, а другої суттєво незмінювалась. У період охоти кількість даного гормону була нижчою у представників першої ($p < 0,01$) і другої ($p < 0,01$) порівняно із другою групами. В подальші строки поросності від 60-ї до 113-ї діб відбувалось вірогідне підвищення вмісту цього гормону в тварин універсального напрямку ($p < 0,01 \dots 0,001$), сального ($p < 0,05 \dots p < 0,01$) і м'ясного ($p < 0,05 \dots 0,01$).

Після узагальнення отриманих даних щодо рівня тестостерону у крові свинок, з'ясовано, що динаміка його вмісту була спрямованою на підвищення в універсальних порід від статевого спокою до максимальних значень на 60-у ($p < 0,05$), 90-у ($p < 0,01$) та 104-у доби поросності ($p < 0,05$) із послідуєчим зниженням. В сальних порід найбільш стрімке зростання даного показника, відносно початкового періоду досліджень, відбувалось дещо пізніше на 90-ту та 104-у доби поросності. У м'ясних порід встановлено помірне зростання кількості тестостерону з періоду статевого спокою до 113-ї доби поросності у 1,9 рази. При цьому найвищим рівнем даного гормону характеризувались свинки сальних порід, де його концентрація вірогідно переважала встановлену в універсальних у період охоти в 1,8 ($p < 0,05$), 104-у добу – 1,6 ($p < 0,05$), 113-у добу – 1,8 рази ($p < 0,05$) і після опросу – 1,6 рази ($p < 0,05$), а також у м'ясних – через 12 годин після опросу у 2 рази ($p < 0,05$).

Виявлено, що фази відтворювального циклу свинок найбільше змінювали концентрацію естрадіолу-17 β порівняно із лабільністю рівнів інших досліджуваних гормонів. Протягом експериментального періоду кількість даного гормону коливалась у межах у порід першої групи 0,27...6,95, другої групи – 0,14...5,52, третьої – 0,22...6,80 нмоль/л. Особливістю динаміки естрадіолу-17 β є вірогідне підвищення концентрації ($p < 0,05$) з приходом свинок в охоту з подальшим поступовим збільшенням

закінчення першої половини поросності. Найбільш стрімке зростання вмісту даного гормону відбувалось впродовж третього місяця поросності, про те максимальний рівень встановлено в універсальних на 104-у добу, а сальних і м'ясних перед опоросом, з подальшим зниженням після народження.

Порівняльний аналіз отриманих даних свідчить, про те, що свинки універсального напрямку продуктивності вірогідно перевершували за вмістом естрадіолу-17 β сальних порід у період статевого спокою в 1,9 раза ($p < 0,05$), охоти – 1,6 раза ($p < 0,05$), 30-ту – 2,2 раза ($p < 0,001$), 60-ту – 2,5 раза та 104-ту доб поросності – 1,9 раза; дещо менша різниця була виявлена у порівнянні з м'ясними на 60-у – 1,5 раза ($p < 0,05$) і 104-ту доби поросності – 1,8 раза ($p < 0,01$).

Отримані дані досліджень із встановлення концентрації тиреоїдних і стероїдних гормонів у крові, свідчать про високу її лабільність у циклюючих і поросних свинок. Виявлена динаміка даних біологічно активних речовин обумовлюються фазами відтворювального циклу, а розкриті особливості визначаються метаболічними особливостями у тварин різних типів продуктивності. Зокрема у спільних дослідженнях з'ясовано, що в печінці і нирках свиней різних напрямків продуктивності існують особливості формування ПАГ [79, 80].

З метою з'ясування впливу фаз відтворювального циклу на особливості метаболізму та враховуючи провідне значення АФО у процесах запліднення та розвитку ембріонів нами було досліджено ПАГ у крові циклюючих і поросних свинок.

Статевозрілі свинки універсального напрямку продуктивності характеризувались вищою стійкістю еритроцитів до пероксидного гемолізу у 2,2 раза ($p < 0,05$) (сальні) та 1,8 раза (м'ясні) (табл. 3.29).

З приходом тварин в стан охоти підвищувалась вразливість еритроцитів до пероксидного окиснення у першої на 63,9%, другої – 12,1% та третьої групах – 30,3%. В подальші періоди поросності пероксидна резистентність еритроцитів зростала, а в передпологовий період на 104-ту і 113-у доби

відбувалось істотне зниження в універсальних відповідно 65,5% та 92,7%, а також м'ясних – 30,0% і 44,0% проти 90-ї доби поросності. У сальних порід даний показник зростав у передпологовий та післяпологовий періоди відповідно на 39,4% та 50,2%. Узагальнюючи отримані дані, необхідно відмітити, що в цілому у свинок першої групи еритроцити більш стійкі до пероксидного гемолізу порівняно із сальними та м'ясними породами особливо на 30-у, 60-у та 90-у доби поросності.

Таблиця 3.29

Пероксидна резистентність та активність ксантинооксидази у крові свинок різного напрямку продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Показники	Г	р	Періоди відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
			Фази статевого циклу		Доби поросності						
			лютеальна	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	1	10	7,08 ±1,43	11,61 ±2,38	10,52 ±2,09	9,32 ±2,42	8,14 ±1,51	7,41 ±1,49	12,19 ±2,43	14,28 ±3,12	13,94 ±2,64 ^п
	2	30	15,51 ±2,83*	17,38 ±3,17	16,68 ±3,04	16,49 ±3,01	12,01 ±2,19	12,28 ±2,24	11,19 ±2,04	15,60 ±2,85	16,81 ±3,07
	3	20	12,86 ±2,95	16,76 ±3,84	15,50 ±3,55	14,83 ±3,40	11,41 ±2,62	10,58 ±2,43	13,75 ±3,15	15,24 ±3,49	13,21 ±3,03
Ксантинооксидаза, мккат/секл	1	10	29,11 ±3,50	33,28 ±3,49	37,84 ±3,89	34,13 ±2,85	31,13 ±4,58	33,49 ±4,60	38,12 ±4,57	44,38 ±5,90	35,56 ±4,85
	2	30	39,15 ±7,14	43,32 ±7,91	47,90 ±8,74	46,60 ±8,51	39,42 ±7,19	35,71 ±6,52	39,98 ±7,29	42,41 ±7,74	37,45 ±6,83
	3	20	26,08 ±5,98	33,97 ±7,79	36,05 ±8,26	41,29 ±9,47	34,52 ±7,91	30,39 ±6,97	32,61 ±7,48	36,47 ±8,36	30,48 ±6,99

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.

*- $p < 0,05$ – відносно показників першої групи; ^п- $p < 0,05$ – відносно показників лютеальної фази.

Однією з причин зниження стійкості до пероксидного гемолізу у свинок сального напрямку продуктивності є максимальна активність прооксидантного ензиму – КСТ, рівень якої у статевозрілих свинок був вищим порівняно із універсальними і м'ясними породами відповідно в 1,3 і 1,5 рази.

Зі зміною фізіологічного стану й функціональна активність даного ензиму зростала, особливо суттєво у тварин 3-ї групи на 27,5%. Загальною динамікою КСТ впродовж першого місяця поросності було зростання її активності з послідуєчим зниженням від 30-ї до 90-ї діб ембріогенезу. Протягом останньої декади поросності спостерігалось підвищення рівня даного ензиму в універсальних на 16,4% до максимальних значень, сальних – 6,1% та м'ясних – 11,8% (мінімальні значення). У післяпологовий період відмічалось зниження активності КСТ.

Після узагальнення отриманих даних з'ясовано, що у циклюючих свинок і протягом першої половини поросності вміст дієнових кон'югатів був мінімальним у предстаників універсального напрямку, а максимальним – сального (табл. 3.30). Перед опоросом та протягом перших 12 годин після нього виявлено аналогічний розподіл даного метаболіту. При чому вірогідна різниця у кількості дієнових кон'югатів спостерігалась у період статевого спокою між тваринами першої і третьої груп ($p < 0,05$), а з настанням охоти першої та другої ($p < 0,05$).

Загальними особливостями динаміки первинних продуктів пероксидного окиснення є підвищення вмісту в період еструса, імплантації та плацентації ембріонів. Найбільш суттєве підвищення концентрації цих речовин встановлено в період охоти ($p < 0,05$), 15-у ($p < 0,05$), 30-у ($p < 0,05$), 113-у ($p < 0,05$) і після опоросу ($p < 0,05$) у свинок сального напрямку продуктивності.

Таблиця 3.30

Інтенсивність процесів пероксидації у крові свинок різного напрямку продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Показники	Г р у п и	Періоди відтворювального циклу									
		Фази статевого циклу		Доби поросності							Через 12 годин після опоросу
		Лютеальна	Еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а		
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1	10	1,03 ±0,19	1,68 ±0,27	2,37 ±0,39	2,55 ±0,43	2,08 ±0,52	2,21 ±0,48	1,87 ±0,23	2,63 ±0,31 ^п	2,84 ±0,39 ^п
	2	30	1,78 ±0,33	3,54 ±0,65* ^п	3,45 ±0,63 ^п	3,12 ±0,57 ^п	2,76 ±0,50	2,19 ±0,40	2,79 ±0,51	3,29 ±0,60 ^п	3,2 ±0,58 ^п
	3	20	1,62 ±0,37*	2,42 ±0,56	2,50 ±0,57	2,91 ±0,67	2,44 ±0,56	2,37 ±0,54	2,70 ±0,62	2,99 ±0,69	2,83 ±0,65
ТБК-активні комплекси, мкмоль, л	1	10	6,83 ±1,43	13,2 ±2,43 ^п	11,28 ±2,81	14,36 ±2,34 ^п	9,61 ±1,71	10,86 ±1,77	14,92 ±3,42	16,68 ±2,19 ^п	12,78 ±1,87
	2	30	14,20 ±2,59*	18,79 ±3,43	17,49 ±3,19	12,96 ±3,37	12,41 ±2,26	14,13 ±2,58	12,75 ±2,33	19,63 ±3,58	17,97 ±3,28
	3	20	14,75 ±3,38*	17,89 ±4,10	20,91 ±4,79	22,46 ±5,15	13,73 ±3,15	12,23 ±2,80	13,35 ±3,06	15,85 ±3,64	10,28 ±2,36
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль, л	1	10	10,8 ±2,79	15,08 ±3,12	13,17 ±2,95	17,18 ±3,16	13,25 ±2,77	14,86 ±2,71	16,67 ±2,75	18,17 ±2,95	13,97 ±2,145
	2	30	17,44 ±3,18	19,93 ±3,64	21,3 ±3,89	19,31 ±3,52	16,07 ±2,93	17,11 ±3,12	15,95 ±2,91	20,97 ±3,82	19,78 ±3,61
	3	20	15,89 ±3,64	23,26 ±5,34	22,96 ±5,27	23,87 ±5,47	14,97 ±3,43	14,89 ±3,41	15,11 ±3,47	18,21 ±4,17	11,91 ±2,73

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.

*- $p < 0,05$ – відносно показників першої групи;

^п- $p < 0,05$; ^п- $p < 0,01$ – відносно показників лютеальної фази.

Концентрація ТБК-активних речовин у свинок універсального напрямку продуктивності була нижчою порівняно із сального і м'ясного відповідно в 2,1 ($p < 0,05$) та 2,2 рази ($p < 0,05$). З настанням естральної фази спостерігалась інтенсифікація процесів пероксидації, де найбільш виразне

накопичення вторинних продуктів відбувалось у тварин універсального напрямку продуктивності ($p < 0,05$), однак не досягаючи рівня до сальних і м'ясних свинок. Стрімке підвищення кількості даних метаболітів в період охоти супроводжувалось подальшим плато до 15-ї доби в сальних, до 30-ї доби поросності у м'ясних, тоді як в універсальних вміст цих речовин стрімко знижувався до закінчення періоду імплантації.

Встановлено, що у передопоросний період вміст ТБК-активних комплексів починав зростати в універсальних порід від 104-ї доби, сальних – 113-ї доби, м'ясних – 104-ї діб поросності. Свинки третьої групи у передпологовий період і після опросу характеризувались найменшим вмістом вторинних продуктів пероксидації, а другої – максимальним.

Варто зазначити, що у період максимального фізіологічного навантаження на організм свинок м'ясного напрямку продуктивності в період еструса відбувається найбільш істотне навантаження на систему антиоксидантного захисту, де приріст ТБК-активних комплексів після інкубування в прооксидантному буфері склав 30%, проти 14,2% в універсальних та 6,1% сальних.

Звертає на себе увагу, те, що по закінченні першого, другого і третього місяців поросності у свинок максимальний вміст ТБК-активних речовин був характерним для м'ясних порід, однак ним була притаманна незначна інтенсивність їх утворення після інкубування зразків крові у прооксидантному буфері крові відповідно 9,8%; 6,3% і 9,0%. У тварин сального напрямку продуктивності вміст даного метаболіту був невисоким, але інтенсивність його утворення після інкубування зразків цієї тканини була досить високою, становлячи 49,0% на 30-у добу, 29,5% на 60-у та 21,1% на 90-у доби поросності. Для свинок універсального напрямку продуктивності кількість ТБК-активних сполук та їх інтенсивність накопичення були аналогічними сальним. Це свідчить про те, що у м'ясних порід свиней в періоди плацентації і інтенсивного росту і розвитку плодів процеси

пероксидації відбуваються на максимальному рівні, а ємність системи антиоксидантного захисту є незначною, в той час як у сальних і універсальних існує зворотна закономірність. Однак, вже перед і після опоросу у тварин першої і другої груп інтенсивність пероксидації дещо переважала за встановлену у третій.

Аналіз ензиматичної ланки системи АОЗ свідчить про високу лабільність активності СОД у крові свинок впродовж відтворювального циклу (табл. 3.31). При чому максимальний рівень даного ензиму у спостерігався у тварин сального напрямку продуктивності. Найбільша міжпорідна різниця за активністю СОД виявлена на початку експерименту. Зокрема в період статевого спокою у порядку зменшення його рівня встановлено таке ранжування порід – сальні, універсальні та м'ясні ($p < 0,01$).

У свинок під перебування в стані еструса рівень СОД інтенсивно зростав у першої групи на 43,0%, другої – 31,3% та третьої – 18,9%, така тенденція до зростання зберігалась до встановлення домінанти поросності. При цьому найвищою активністю даного ензиму в період статевого збудження та перших 15-ти діб поросності характеризувались тварини сального напрямку продуктивності, а меншою універсальною ($p < 0,05 \dots 0,01$) і м'ясною ($p < 0,01 \dots 0,001$). Незважаючи на зниження рівня СОД в період плацентації зародків розподіл за її активністю зберігається як і в попередні періоди. Необхідно відзначити, що в цілому мінімальною активність СОД характеризувались свинки м'ясних порід.

Особливістю динаміки СОД у досліджувані періоди перед опоросом є підвищення її активності у свинок м'ясних порід з 90-ї доби, а в універсальних і сальних з дещо пізніше – 104 доби поросності. В період адаптації після опоросу встановлено загальне зниження рівня цього ензиму, однак у тварин третьої групи від був мінімальним, що очевидно вказує на виснаження системи АОЗ.

Таблиця 3.31

Динаміка вмісту ензимних антиоксидантів у сироватці крові свиней різних напрямків продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Показники	Г Р У П И	n	Періоди відтворювального циклу								
			Фази статевого циклу		Доба поросності						Через 12 годин після опоросу
			Лютеальна	Еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
СОД, од.акт./мл	1	10	0,48 $\pm 0,11$	0,63 $\pm 0,13$	0,56 $\pm 0,12$	0,72 $\pm 0,15$	0,49 $\pm 0,11$	0,34 $\pm 0,08$	0,69 $\pm 0,14$	0,85 $\pm 0,28$	0,72 $\pm 0,15$
	2	30	0,79 $\pm 0,14$	1,13 $\pm 0,20^*$	1,32 \pm $0,24^{**}$	1,09 $\pm 0,19$	0,72 $\pm 0,13$	0,69 $\pm 0,13^*$	1,14 $\pm 0,21$	1,08 $\pm 0,19$	0,76 $\pm 0,14$
	3	20	0,37 $\pm 0,08^{\circ\circ}$	0,44 \pm $0,09^{\circ\circ}$	0,43 \pm $0,09^{\circ\circ\circ}$	0,54 $\pm 0,12^{\circ}$	0,48 $\pm 0,11$	0,68 $\pm 0,16$	0,73 $\pm 0,17^{\square}$	0,77 $\pm 0,18^{\square}$	0,55 $\pm 0,13$
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	1	10	1,876 $\pm 0,34$	0,839 $\pm 0,07$	2,155 $\pm 0,10$	1,538 $\pm 0,13$	1,621 $\pm 0,17$	1,811 $\pm 0,09$	1,98 $\pm 0,09$	1,28 $\pm 0,11$	1,964 $\pm 0,13$
	2	30	1,88 $\pm 0,34$	1,09 $\pm 0,19^{\square}$	2,01 $\pm 0,37$	1,73 $\pm 0,31$	1,58 $\pm 0,29$	1,75 $\pm 0,32$	1,79 $\pm 0,33$	1,19 $\pm 0,22$	2,01 $\pm 0,37$
	3	20	1,74 $\pm 0,40$	1,36 $\pm 0,31$	1,49 $\pm 0,34$	1,52 $\pm 0,35$	1,89 $\pm 0,43$	1,52 $\pm 0,35$	1,28 \pm $0,29^{**}$	1,36 $\pm 0,31$	1,65 $\pm 0,38$

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.

*- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$ – відносно показників першої групи.

\square - $p < 0,05$ – відносно показників лютеальної фази.

\circ - $p < 0,05$; $\circ\circ$ - $p < 0,01$; $\circ\circ\circ$ - $p < 0,001$ – відносно показників 2 групи.

Активність КТ коливалась зі змінами фізіологічного стану у свинок. Так у циклюючих тварин в стані статевого спокою рівень даного ензиму суттєво не відрізнявся, одна з їх приходом у стан статевого збудження відбувалось істотне її зниження у м'ясних порід в 1,3, сальних – 1,7 ($p < 0,05$) і універсальних порід – 2,2 раза. Після періоду запліднення у свинок першої групи спостерігалось поступове зростання активності КТ до 90-ї доби

поросності, в той час як другої і третьої груп – знижувалась від 15-ї до 113-ї діб поросності. По закінченні поросності в післяпоросний період відбувалось суттєве підвищення рівня цього ензиму у м'ясних на 21,3%, сальних – 68,9% та універсальних – 53,1%. У м'ясних порід протягом поросності та позакінченні неї активність КТ була на мінімальною.

Вміст відновленого глутатіону в свинок в лютеальну фазу був максимальним протягом відтворювального циклу (табл. 3.32). При цьому концентрація даного метаболіту була найвищою у сальних, переважаючи над універсальними на 45,3% і м'ясними – 35,3%. З настанням естральної фази інтенсивність використання цієї речовин підвищувалась, даний ефект продовжувався до 15-ї доби поросності у першої – 26,5%, другої – 39,1% та третьої груп – 29,4% проти статевого спокою.

Впродовж другої половини поросності динаміка вмісту відновленого глутатіону в універсальних і сальних вона знижувалась відповідно на 28,1% та 30,8%, а м'ясних збільшувалась – 11,1%. Після опоросу спостерігалась протилежна закономірність – підвищення кількості даної речовини у ровесників першої групи у 1,5, другої – 1,1, а також підвищення у третій – 1,2 раза.

Концентрація відновленого глутатіону перебувала в суттєвій залежності від рівня і співвідношення у крові аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот. У лютеальній фазі свинок насиченість аскорбіновою кислотою цієї тканини була високою у сальних і м'ясних порід, переважаючи універсальні відповідно в 1,7 ($p < 0,05$) та 1,8 раза ($p < 0,05$). При цьому кількість відновленої була вищою за окиснену.

Метаболічні перебудови в період статевого збудження та імплантації ембріонів супроводжувались інтенсивним використанням аскорбінової кислоти у тварин першої групи 19,2%, другої - 39,1% та третьої – 33,2% (табл. 3.33). Зазначені зміни відбувались на тлі швидкого накопичення окисненої форми аскорбінової кислоти порівняно із відновленою. Де вміст

першої відносно другої переважав у сальних на 33,7%, м'ясних – 34,8% та універсальних – 33,7% на 15-ту добу поросності.

Таблиця 3.32

Динаміка вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у сироватці крові свиней різних напрямків продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Показники	Г р у п и	n	Періоди відтворювального циклу								Через 12 годин після опоросу
			Фази статевого циклу		Доби поросності						
			лютеальна	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
АК, мкмоль/л	1	10	11,35 ±1,91	14,54 ±2,52	9,17 ±1,72	8,51 ±1,57	12,24 ±2,03	14,43 ± 2,11	8,13 ±1,69	7,67 ±1,29	6,61 ±1,24
	2	30	19,57 ±3,57*	19,35 ±3,53	12,51 ±2,28	12,30 ±2,24	10,07 ±1,84 ^п	9,69 ±1,77 ^п	5,58 ±1,57 ^{мм}	6,89 ±1,26 ^{мм}	5,88 ±1,07 ^{мм}
	3	20	20,56 ±4,12*	15,73 ±2,98	13,74 ±3,21	13,16 ±2,29	12,94 ±2,29	12,89 ±2,06	10,74 ± 1,15 ^{оо}	10,18 ±1,83 ^п	11,31 ±3,21
ДАК, мкмоль/л	1	10	9,33 ±1,64	18,26 ±2,26 ^п	13,83 ± 1,79	9,26 ±1,77	13,85 ±2,35	12,14 ±1,91	9,87 ±1,58	14,11 ± 2,17	9,86 ±1,77
	2	30	19,82 ± 3,61**	22,80 ±4,16	16,72 ±3,05	17,19 ±3,13*	15,63 ±2,85	14,43 ±2,63	11,72 ±2,14	10,77 ±1,96 ^п	10,93 ±1,99 ^п
	3	20	16,65 ± 2,98*	20,03 ±4,13	20,18 ±3,67	18,75 ±4,13*	17,21 ±3,67	15,48 ±3,21	13,66 ±2,75	13,89 ±3,21	14,17 ±4,82
Глутатіон, мкмоль/л	1	10	0,475 ±0,1	0,396 ±0,07	0,349 ±0,08	0,369 ±0,09	0,324 ±0,07	0,279 ±0,07	0,245 ±0,07	0,233 ±0,06	0,351 ±0,08
	2	30	0,69 ±0,13	0,51 ±0,09	0,42 ±0,08	0,41 ±0,07 ^п	0,39 ±0,07 ^п	0,37 ±0,06 ^п	0,30 ±0,05 ^{мм}	0,27 ±0,05 ^{мм}	0,30 ±0,06
	3	20	0,51 ±0,12	0,42 ±0,09	0,36 ±0,08	0,35 ±0,08	0,36 ±0,08	0,40 ±0,09	0,45 ±0,10	0,40 ±0,09	0,33 ±0,07

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.
 *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$ – відносно показників першої групи.
^п- $p < 0,05$; ^{мм}- $p < 0,01$; ^{оо}- $p < 0,001$ – відносно показників лютеальної фази.
^{оо}- $p < 0,01$ – відносно показників другої групи.

Після періоду формування плаценти (30-та доба) динаміка аскорбінових кислот була різнонаправлено в універсальних – підвищення вмісту на 45,0% (60-а доба) та 69,5% (90-а доба) з подальшим спадом до настання опоросу та після нього. При чому в останні зазначені періоди концентрація окисненої форми над відновленою переважала в 1,8 раза (113-а доба поросності) та 1,5 раза (через 12 годин після опоросу).

Встановлено, що вміст аскорбінової кислоти від початку експерименту вірогідно знизювався у сальних порід на 60-у добу на 48,5% ($p < 0,05$), 90-у добу на 50,5% ($p < 0,05$), 104-ту на 71,5% ($p < 0,001$), 113-ту добу поросності на 64,8% ($p < 0,001$) та на 69,9% ($p < 0,001$) після опоросу. З'ясовано, що із збільшенням фізіологічного навантаження доміанти поросності свинок м'ясного напрямку продуктивності потреба у аскорбіновій кислоті збільшується особливо відчутно, що проявляється у зменшенні її кількості на 104-ту ($p < 0,05$) і 113-ту добу поросності ($p < 0,05$) порівняно із лютеальною фазою. Порівняльний аналіз даних свідчить про істотне переважання вмісту аскорбінової у третьої групи порівняно із другою і першою відповідно в 1,9 ($p < 0,05$) та 1,3 раза (104-та доба), 1,5 і 1,3 раза (113-та доба поросності) та 1,9 і 1,7 раза після опоросу.

Концентрація вітаміну А у крові свинок протягом відтворювального циклу коливалась в межах: 0,85...1,84 – універсальних, 0,96...2,34 – сальних та 1,09...2,56 нмоль/л – м'ясних, де початкові межові показники припадали на період після опоросу. У циклюючих тварин в порядку збільшення кількості цього вітаміну встановлено таке ранжування – універсальні, сальні та м'ясні ($p < 0,05$). Від лютеальної до еструса відбувалось підвищення вмісту вітаміну А у свинок універсального напрямку продуктивності на 75,2%, сальних – 41,6% та м'ясних 24,3%, останні породи характеризувались його максимальною кількістю.

У цілому динаміка вітаміну А у свинок у різні періоди поросності мала окремі особливості. У сальних і м'ясних генотипів – після запліднення і

до закінчення поросності кількість даного вітаміну поступово зменшувалась відповідно в 1,9 та 2,1 раза.

Таблиця 3.33

Динаміка вмісту вітаміну А і вітаміну Е у сироватці крові свиней різних напрямків продуктивності впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$

Показники	Г р у п и	n	Періоди відтворювального циклу								
			Фази статевого циклу		Доба поросності						Через 12 годин після опоросу
			лютеальна	еструс	15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Вітамін А, мкмоль/л	1	10	1,05 $\pm 0,19$	1,84 $\pm 0,28^{\square}$	1,37 $\pm 0,23$	1,09 $\pm 0,26$	1,94 $\pm 0,29^{\square}$	2,86 $\pm 0,38^{\square}$	1,32 $\pm 0,25$	1,21 $\pm 0,36$	0,85 $\pm 0,19$
	2	30	1,49 $\pm 0,27$	2,11 $\pm 0,38$	2,34 $\pm 0,43^*$	2,13 $\pm 0,39^*$	1,82 $\pm 0,33$	1,52 $\pm 0,28^{**}$	1,26 $\pm 0,23$	1,14 $\pm 0,21$	0,96 $\pm 0,17$
	3	20	2,06 $\pm 0,47$	2,56 $\pm 0,59$	1,70 $\pm 0,39$	1,68 $\pm 0,39$	1,75 $\pm 0,40$	1,14 $\pm 0,26$	1,10 $\pm 0,25$	1,24 $\pm 0,28$	1,09 $\pm 0,25$
Вітамін Е, мкмоль/л	1	10	1,38 $\pm 0,22$	2,16 $\pm 0,29$	1,54 $\pm 0,27$	0,96 $\pm 0,19$	0,77 $\pm 0,13$	0,62 $\pm 0,11^{\square}$	0,442 $\pm 0,09^{\square}$	0,399 $\pm 0,09^{\square}$	0,278 $\pm 0,07^{\square}$
	2	30	0,86 $\pm 0,16^*$	1,42 $\pm 0,26$	1,62 $\pm 0,29^{\square}$	1,32 $\pm 0,24$	1,07 $\pm 0,19$	1,09 $\pm 0,20^*$	0,88 $\pm 0,17^*$	0,66 $\pm 0,12$	0,52 $\pm 0,09^{\square*}$
	3	20	1,16 $\pm 0,27$	1,61 $\pm 0,37$	1,53 $\pm 0,35$	1,23 $\pm 0,28$	1,06 $\pm 0,24$	1,76 $\pm 0,17^{***\circ\circ}$	0,66 $\pm 0,15$	0,52 $\pm 0,12^{\square}$	0,43 $\pm 0,09^{\square\circ\circ}$

Примітка: 1 – свинки універсального напрямку продуктивності; 2 – свинки м'ясного напрямку продуктивності; 3 – свинки сального напрямку продуктивності.
 $*$ - $p < 0,05$; $**$ - $p < 0,01$; $***$ - $p < 0,001$ – відносно показників першої групи.
 \square - $p < 0,05$; \square - $p < 0,01$; \square - $p < 0,001$ – відносно показників лютеальної фази.
 \circ - $p < 0,01$; $\circ\circ$ - $p < 0,001$ – відносно показників другої групи.

В універсальних порід свинок відмічено, після охоти, протягом першого місяця поросності стрімке зниження вітаміну А до рівня початкового періоду експерименту. Однак, протягом другого і третього місяця відбувалось істотне зростання концентрації цього вітаміну проти

першого місяця поросності відповідно в 1,8 ($p < 0,05$) та 2,6 рази ($p < 0,01$), з послідовним зниженням до початку опоросу. Важливо відмітити, що максимальна концентрація вітаміну А на 15-у і 30-у доби була встановлено у сальних порід, а з 60-ї до 104-ї діб поросності в універсальних.

У свинок протягом статевого циклу концентрація вітаміну Е була неоднаковою – максимальний рівень встановлено в універсальних порід, а мінімальний – сальних ($p < 0,05$). Потреба організму тварин у даному вітаміні для забезпечення оптимальних умов запліднення істотно зростає, що підтверджується підвищенням його вмісту у крові м'ясних порід в 1,4, сальних – 1,7 та універсальних – 1,6 рази (максимальний рівень). У свинок першої групи з розвитком поросності вміст вітаміну А знижувався, особливо відчутно на 90-у ($p < 0,05$), 104-у ($p < 0,01$), 113-ту ($p < 0,01$) та після опоросу ($p < 0,001$). У тварин другої групи виявлено, що порівняно із початком досліджень кількість цього вітаміну зростала в період плацентації зародків на 88,4% ($p < 0,05$). Із збільшенням строку поросності спостерігалось істотне зниження концентрації вітаміну Е. У післяопоросний період дана закономірність до зменшення зберігалась ($p < 0,05$). У свинок м'ясних порід відмічено, після періоду статевого збудження, поступове зниження концентрації цього вітаміну, особливо суттєво воно відбувалось наприкінці поросності на 113-у добу ($p < 0,05$) та після опоросу ($p < 0,01$).

Порівняльним аналізом встановлено, що із збільшенням домінанти поросності вплив напрямку продуктивності свинок істотно зростає. Так, концентрація вітаміну Е на 90-та добу була мінімальною в універсальних порід, а сальних і м'ясних переважала відповідно в 1,7 ($p < 0,05$) та 2,8 рази ($p < 0,001$) на 104-у добу поросності в 2 ($p < 0,05$) та 1,5 рази ($p < 0,001$). Дана закономірність розподілу концентрацій вітаміну Е у тварин за напрямками продуктивності зберігалась у передопоросний період та після пологів. З'ясовано, що по закінченню третього місяця поросності кількість даного вітаміну була масимально вірогідно вищою у м'ясних порід порівняно із сальними ($p < 0,01$), тоді як після опоросу спостерігалась зворотна

закономірність – переважання рівня у других над першими ($p < 0,001$). Це свідчить високу адаптаційну здатність сальних порівняно із м'ясними і універсальними породами.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що у крові свинок кількість тироїдних і стероїдних гормонів є лабільною та обумовлюється фізіологічним станом, а саме при настанні еструса, відносно лютеальної фази, підвищується рівень вмісту тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β , прогестерону та тестостерону. Впродовж першого місяця поросності концентрація тироксину збільшується з наступним спадом до пологів, а трийодтироніну – поступово зростає протягом експерименту. Кількість статевих гормонів (прогестерону, тестостерону і естрадіолу-17 β) істотно збільшується протягом поросності. Такі метаболічні зрушення викликають зміни стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Найбільш лабільними серед ензимів є ксантиноксидаза і супероксиддисмутаза, де максимальні значення виявлено перед пологами, а також низькомолекулярні антиоксиданти, вітамін А та вітамін Е – у післяпологовий період, порівняно із лютеальною фазою.

В організмі свиноматок після опоросу концентрація трийодтироніну в сироватці крові зростає, а прогестерону, тестостерону, естрадіолу-17 β зменшується. В цей період відбувається сповільнення процесів пероксидації ліпідів: зниження кількості дієнових кон'югантів і ТБК-активних комплексів, а також функціональної активності каталази і супероксиддисмутази. Такі зміни відбувались на тлі зменшення концентрації вітамінів антиоксидантної дії: вітаміну А та вітаміну Е. Отже, особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові свинок визначаються певними періодичними гормональними коливаннями, що зумовлені зміною їх фізіологічного стану, які спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу процесів пероксидації.

Виявлені зміни стану ПАГ у свинок залежно від періоду відтворювального циклу у повній мірі підтверджують **гіпотезу про циклічну лабільність гомеостазу метаболічних процесів у їх організмі, а саме певними періодичними коливаннями, що зумовлені зміною їх фізіологічного стану, які спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу процесів пероксидації.**

Теорія циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиноматок

Проведені дослідження виявили існування однієї з особливостей репродуктивної функції у свиноматок, яка визначена нами як циклічна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, що забезпечує оптимальний перебіг метаболічних процесів та проявлення фізіологічних функцій впродовж статевого циклу і поросності. Циклічні зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу обумовлюються істотними періодичними зміщеннями гомеостатичних показників, що обумовлені фазами відтворювального циклу.

Зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу відбуваються при переході від однієї фази циклу до другої. Висока лабільність гомеостатичних констант в організмі свиноматок є фізіологічною нормою, так як при повторному настанні певною фазою відтворювального циклу параметри метаболізму залишаються аналогічними вихідним.

В цілому у циклюючої свиноматки лабільність гомеостазу направлена на підтримання нормального чергування окремих фаз естрального циклу, що спрямоване на створення оптимальних умов для процесу запліднення.

У поросної свиноматки лабільність гомеостазу сприяє підтриманню необхідного рівня метаболізму для забезпечення потреб зародків в кожній фазі вагітності, починаючи від фази розпізнавання її материнським організмом і до передпологової і пологів. При цьому лабільність гомеостазу особливо важлива для підтримання необхідного рівня метаболізму в критичні

періоди ембріонального і фетального розвитку, перед усім, під час найбільш чутливих фаз імплантації, плацентації і надінтенсивного росту плодів. На зміну потреб плодів в такій ситуації, в першу чергу реагує матка, однак інколи в ранній вагітності ємність материнського гомеостазу виявляється недостатньою для адаптації до звичайних перехідних васкуляторних змін в плаценті, що призводить до затримки росту плода [11]. При нормальних фізіологічних умовах гомеостаз зберігається, однак під впливом різних екзо- і ендогенних факторів, діючих на материнський організм, виникають зміни її гомеостазу, що відповідним чином відбивається на розвитку плода [1, 5, 8].

З результатів наших експериментів, що свідчать про наявність циклічної лабільності гомеостазу метаболізму в матці, витікає, що перехід від однієї фази репродуктивного циклу до другої супроводжується відповідними змінами метаболізму у всій системі мати–плацента–плід.

Узагальнення викладених вище експериментальних даних, приводять нас до наступних висновків.

Проведені експерименти представляють модель для оцінки фізіології системи мати–плацента–плід у хронологічно різні фази репродуктивного циклу і для оцінки лабільності гомеостазу в динаміці метаболізму нутриментів. Останній феномен потребує подальших досліджень.

Результати досліджень метаболізму в системі мати–плацента–плід у зв'язку з хронологічно і фізіологічно різними фазами репродуктивного циклу свиноматки також можуть бути використані для регуляції росту і розвитку плодів через материнський організм. Основою до такого висновку є те, що спрощені біохімічні процеси, протікаючі в епітеліоіохоріальній плаценті цього виду тварин представляють гарну експериментальну модель.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботах:

1. **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Поліщук А.А., Слинько В.Г., Бондаренко О.М., Мироненко О.І., Білаш С.М. Особливості

- прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок впродовж відтворювального циклу. *Світ медицини і біології*, 2019. № 2 (68). С. 230-233.
2. **Усенко С.О.**, Шостя А. М., Слинко В.Г., Бондаренко О.М., Березницький В.І., Шаферівський Б.С., Чухліб Є.В. Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2019. № 2. С. 93-97.
 3. **Усенко С.О.** Циклічна лабільність гомеостазу у свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2019. № 3. С. 125-131.
 4. **Усенко С.О.** Особливості формування гомеостазу у циклюючих та поросних. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2019. Вип. 73. С. 226-233.
 5. **Усенко С.А.**, Шостя А.М., Сябро А.С., Слинко В.Г., Березницький В.І., Чухлеб Е.В., Мороз О.Г. Влияние фаз воспроизводительного цикла на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок. *Інновації в животноводстві – сьогодні і завтра : сб. науч. Ст. по Материалам Междунар. Науч.-практ. Конф., посвящ. 70-летию РУП «научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (г. Жодино, 19-20 декабря 2019 г.)*. – Минск : Беларуская навука, 2019. С.146-150.
 6. **Усенко С.А.** Динамика процессов перекисного окисления в свинок крупной чёрной породы в разные периоды репродуктивного цикла. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / гл. редактор В. В. Великанов*. Горки: БГСХА, 2020. Вып. 23. В 2 ч. Ч. 1. С. 55-62.
 7. Рыбалко В.П., **Усенко С.А.**, Шостя А.М., Смыслов С.Ю., Ильченко М.А. Физиологические факторы формирования

- прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок. *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. Теоретический и научно-практический журнал*, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. Вып. 2 (16). С. 106-113.
8. **Усенко С.О.**, Сябро А.С., Поліщук А.А., Мороз О.Г., Бірта Г.О., Ільченко М.О. Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свиначства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2020. № 1. С. 121-129.
 9. Stoyanovsky V. G., **Usenko S. O.**, Shostya A. M., Kuzmenko L. M., Slynko V. G., Tenditnyk V. S. Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2020. Vol. 3. № 3. P. 39-43.
 10. **Усенко С.О.** Циклічна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок. *Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю О.В. Квасницького (м. Полтава, 17-18 вересня 2020)*. Полтава : РВВ ПДАА, 2020. 100-101 с.
 11. **Усенко С.О.**, Коваленко В.Ф., Стояновський В.Г., Шостя А.М., Цебржинський О.І. Теорія циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок. *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 22-23 жовтня 2020)* Полтава: Астроя, 2020. С. 183-184.
 12. Коваленко В.Ф., Шостя А.М., **Усенко С.А.**, Подтереба А.И., Булавенко Р.В., Титаренко О.А., Витязь В.М. Физиологические аспекты метаболизма в системе мать-плод-плацента : Монография. Полтава: ООО «Фирма «Техсервис», 2012. 204 с.

3.2. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові і спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності

3.2.1. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності

Серед проблемних ланок штучного осіменіння свиней є фізіологічно правильне отримання сперми від кнура, яке забезпечується правильністю формування і проявлення статевих рефлексів залежно від індивідуальних особливостей їх нервової діяльності. Наявність кнурів-плідників, що мають нестабільний статевий потяг та якість спермопродукції, істотно знижує рентабельність галузі свинарства. Базою для успішного виробництва свинини є широке використання умовних і безумовних рефлексів, що дозволить нормально і в повній мірі проявлятися статевому потягу, генеративній функції сім'яників та поліпшити якість сперми.

Проведені нами дослідження індивідуальних особливостей кортикальної регуляції функціонального стану репродуктивної системи у кнурів-плідників свідчать про те, що кнури із різним типом ВНД мають окремі особливості формування ПАГ у крові (табл. 3.34, 3.35). Так, рівень пероксидної резистентності еритроцитів коливався від 7,3 до 10,5%, де перший показник зареєстровано у представників сильного врівноваженого жвавого, а другий – сильного невраїноваженого типів, міжгрупова різниця становила – 42,4% ($p < 0,05$). Варто зазначити, що у особин слабого типу, порівняно із тваринами врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД, активність КСТ була меншою відповідно у 1,6 ($p < 0,001$) та 1,3 рази ($p < 0,001$).

Таблиця 3.34

Інтенсивність процесів пероксидації у крові кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm m$ (n=9)

Типи вищої нервової діяльності			
Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Пероксидна резистентність еритроцитів, %			
7,35 \pm 1,04	8,33 \pm 1,97	10,47 \pm 0,99*	9,78 \pm 0,89
Ксантинооксидаза, мкмоль/л			
35,44 \pm 1,03	30,09 \pm 1,19**	27,83 \pm 1,94**	22,67 \pm 1,98***
Дієнові кон'югати, мкмоль/л			
3,35 \pm 0,74	2,71 \pm 0,34	4,24 \pm 0,82	3,53 \pm 0,67
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л			
9,83 \pm 1,55	7,17 \pm 1,65	12,18 \pm 2,15	13,72 \pm 1,99
ТБК-активні комплекси після інкубування, мкмоль/л			
10,65 \pm 2,71	9,64 \pm 1,93	13,39 \pm 2,31	14,22 \pm 2,47

Примітка: *- p<0,05; ** - p<0,01; *** -p<0,001 – порівняно з I-ю групою.

Встановлено, що найбільшою концентрацією ДК характеризувались кнури-плідники III групи, яка була вищою на 16,7 - 36,1% відносно інших груп. При цьому вміст вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів був максимальним у тварин III-ї і IV-ї груп. Після інкубування зразків крові тварин у прооксидантному буфері виявлено істотне накопичення кількості цих сполук у I-ї та II-ї груп відповідно на 18,5 і 25,6%.

Таблиця 3.35

Система антиоксидантного захисту у крові кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm m$ (n=9)

Типи вищої нервової діяльності			
Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
ТБК-активні комплекси після інкубування, мкмоль/л			
12,065±2,71	9,641±1,93	13,39±2,31	14,22±2,47
Супероксиддисмутаза, уо/мл			
0,83±0,09	0,74±0,11	0,49±0,06**	0,54±0,07*
Каталаза, $H_2O_{2/xв./л}$			
123,11±9,84	165,17±11,32**	102,44±10,49	130,78±12,79
Відновлений глутатіон, мкмоль/л			
0,62±0,11	0,48±0,09	0,43±0,07	0,39±0,08
Аскорбінова кислота, мкмоль/л			
26,35±2,74	25,78±1,57	12,27±1,69***	20,14±1,87
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л			
20,16±1,47	17,35±1,30	20,75±1,56	24,31±0,64*
Вітамін А, мкмоль/л			
1,63±0,26	1,47±0,13	1,89±0,16	1,74±0,19
Вітамін Е, мкмоль/л			
12,78±1,73	11,25±1,62	9,72±1,23	8,37±1,22*

Примітка: *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з I-ю групою.

У кнурів-плідників сильного жвавого типу активність СОД суттєво переважала встановлену у сильного невірноваженого на 41% ($p < 0,01$) та слабого типів – 34,9% ($p < 0,05$). За здатністю до знешкодження пероксиду гідрогену у порядку зростання активності каталази експериментальні тварини розподілились таким чином: III-я, I-а, IV-а та II-а групи.

Дослідження рівня відновленого глутатіону, показало, що найбільш інтенсивно він використовується кнурами-плідниками слабого, більш

повільно метаболізується у сильного неврівноваженого та врівноваженого інертного типів. При цьому максимально насиченою цією речовиною була кров тварин сильного жвавого типу.

Важливим є те, що у тварин сильного неврівноваженого типу ВНД виявлено найменшу кількість аскорбінової кислоти, у інших типів її концентрація була вищою в межах 39,1-53,4%. Однак, розподіл рівня окисненої форми цієї кислоти мав такі особливості: максимальний вміст відмічений у особин IV-ї, а мінімальний – II-ї груп, де міжгрупова різниця становила 28,6%. Необхідно відзначити, що у тварин сильного врівноваженого жвавого та спокійного типів зміна співвідношення АК до ДАК було спрямоване в напрямку переважання відновленої форми, а у особин інших типів відмічено зворотню закономірність.

Дослідження вмісту вітаміну А у крові кнурів-плідників встановили незначне коливання, де найбільший його рівень було відмічено у тварин сильного неврівноваженого, а мінімальне насичення – у сильного врівноваженого інертного типів ВНД. При цьому інтенсивне використання вітаміну Е було характерним для сильного неврівноваженого та слабкого типів.

3.2.2. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності

Отримані дані експериментів свідчать про те, що кнури із різним типом ВНД характеризуються окремими особливостями формування кількісних і якісних показників спермопродукції (табл. 3.36, табл. 3.37). Так тривалість еякуляції коливалась від 310,90 до 629,17 сек, де перший показник зареєстровано у представників сильного неврівноваженого, а другий – сильного врівноваженого жвавого типів, міжгрупова різниця становила – 50,6%. Варто зазначити, що у особин слабкого типу відносно врівноваженого спокійного і сильного неврівноваженого типу тривалість F_1 була довшою

відповідно у 2,1 та 3,1 раза. Крім цього найдовшою тривалістю F_4 характеризувались тварини I групи, яка була довшою у 2,2-4,1 раза відносно інших груп.

Таблиця 3.36

Тривалість еякуляції та об'єм еякуляту у кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm m$, $n=120$

Фракції еякуляту	Типи вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Тривалість еякуляції, сек				
F_1	132,17 \pm 3,52	72,06 \pm 3,24***	48,133 \pm 4,17***	150,10 \pm 7,68*
F_2	210,03 \pm 11,62	183,57 \pm 12,80	94,26 \pm 4,88***	162,13 \pm 5,91***
F_3	162,16 \pm 4,74	121,80 \pm 6,90***	137,97 \pm 8,62*	136,76 \pm 9,40*
F_4	124,80 \pm 4,37	57,17 \pm 1,77***	30,53 \pm 2,87***	48,13 \pm 1,09***
Загальна кількість	629,17 \pm 4,58	434,60 \pm 5,86***	310,90 \pm 4,73***	497,13 \pm 5,31***
Об'єм еякуляту, г				
F_1	11,97 \pm 1,25	10,06 \pm 1,02	17,13 \pm 1,64*	6,17 \pm 0,86***
F_2	115,13 \pm 9,98	83,77 \pm 5,49**	158,40 \pm 6,63***	51,73 \pm 1,90***
F_3	140,03 \pm 13,87	129,07 \pm 8,39	80,30 \pm 2,11***	147,63 \pm 11,24
F_4	50,17 \pm 4,61	47,33 \pm 4,22	29,97 \pm 1,91***	43,20 \pm 3,41
Загальна кількість	317,29 \pm 6,40	270,22 \pm 4,87***	285,80 \pm 5,44***	248,73 \pm 5,64***

Примітка: *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з I-ю групою.

Дослідження об'єму еякуляту, показало, що інтенсивніше виділення першої фракції еякуляту відбувалось у тварин сильного неврівноваженого типу, а найбільш повільно у слабого. Важливим є те, що в у тварин сильного жвавого і неврівноваженого типів ВНД об'єм F_2 еякуляту істотно переважав відносно слабого, відповідно в 2,2 та 3,1 раза. Однак вже по закінченні F_3 у представників III-ї групи даний показник зменшувався у 7,6 раза до

мінімального рівня, тоді як у тварин I-ї, II-ї і IV-ї груп він досягав найвищих значень в межах 129,07-147,62 мл.

З настанням F₄ еякуляції об'єм еякуляту істотно зменшувався у тварин 1, 2, і 3 груп майже в 3 рази, а у представників 4-ї групи в 3,4 раза. При цьому найнижчі показники було відмічено у тварин сильного неврівноваженого типу, тоді як інших типів ВНД він істотно переважав у 1,7 раза – сильний врівноважений жвавий, 1,6 раза – сильний врівноважений спокійний та 1,4 раза – слабкий. В цілому об'єм еякуляту у тварин сильного врівноваженого спокійного типу істотно був вищим відносно представників інших груп.

Таблиця 3.37

Концентрація та кількість сперматозоїдів у еякуляті кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, M_{±m}, n=120

Фракції еякуляту	Типи вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Концентрація сперматозоїдів, млрд/мл				
F ₁	0,0069±0,0008	0,01±0,0007**	0,0055±0,0006*	0,0031±0,0004***
F ₂	0,343±0,026	0,354±0,015	0,325±0,015	0,364±0,013
F ₃	0,119±0,008	0,077±0,033	0,133±0,009	0,085±0,007***
F ₄	0,012±0,005	0,008±0,001	0,007±0,001	0,004±0,001
Середня кількість (2 і 3 фракції)	0,231±0,020	0,215±0,026	0,229±0,015	0,224±0,019
Кількість сперматозоїдів в еякуляті, млрд				
F ₁	0,088±0,018	0,092±0,009	0,085±0,009	0,021±0,004
F ₂	40,55±4,39	30,76±2,87	52,36±3,78*	18,77±0,97***
F ₃	16,06±1,65	13,98±6,52	10,75±0,75**	12,85±0,80***
F ₄	0,34±0,07	0,34±0,04	0,22±0,04*	0,20±0,03
Загальна кількість	14,26±1,80	11,29±2,08	15,85±1,18	7,89±0,85**

Примітка: *- p<0,05; ** - p<0,01; *** - p<0,001 – порівняно з I-ю групою.

Дослідження першої фракції сперми показало наявність малої кількості найчастіше ослаблених або мертвих сперматозоїдів. У спермі, отриманій від тварин сильного неврівноваженого і слабого типу ВНД, відносно інших груп встановлено відповідно значно меншу кількість поодиноких сперматозоїдів. При цьому у другій фракції сперми у тварин третьої групи виявлено мінімальну насиченість сперматозоїдами, а максимальну – слабого, де різниця між ними склала 10,7%.

У третій фракції сперми тварин сильного врівноваженого і слабого типів ВНД насиченість плазми сперми сперматозоїдами стрімко знижується відповідно в 4,6 та 3,4 раза, а сильного врівноваженого жвавого і сильного неврівноваженого лише відповідно в 2,8 та 2,6 раза. Слід відмітити, що в четвертій фракції сперми, сперматозоїди зустрічаються лише поодинокі.

Узагальнюючи показники концентрації сперматозоїдів у F_1 і F_2 , слід відмітити, що за зменшенням насиченості еякулятів сперматозоїдами встановлено таке ранжування типів – сильний врівноважений жвавий, сильний неврівноважений, сильний врівноважений спокійний та слабкий.

Встановлено, що найвищою кількістю сперматозоїдів в еякуляті характеризувались тварини сильного неврівноваженого типу, де цей показник був вищим у 2 рази, порівняно із тваринами слабого та 1,5 раза – сильного врівноваженого жвавого та спокійного типів ВНД.

Найбільш насиченими сперматозоїдами була F_2 еякуляту. Особливо високим цей показник був у кнурів-плідників сильного врівноваженого типу ВНД. Однак, вже у F_3 сперми кількість сперматозоїдів в еякуляті суттєво не відрізнялась, досягаючи максимального рівня у тварин слабого типу ВНД.

Експериментальні дані свідчать, що за морфологічними параметрами сперматозоїди були неоднаковими у кнурів-плідників різних типів вищої нервової діяльності (табл 3.38).

Таблиця 3.38

Вплив типу вищої нервової діяльності морфологічні показники сперматозоїдів у спермі кнурів, мкм $M \pm m$, $n=120$

Типи вищої нервової діяльності			
Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Довжина сперматозоїда, мкм			
50,21 \pm 0,143	48,87 \pm 0,128	52,09 \pm 0,119	49,35 \pm 0,171
Довжина головки, мкм			
7,69 \pm 0,040	7,75 \pm 0,019	7,38 \pm 0,034	7,25 \pm 0,024
Ширина головки, мкм			
4,35 \pm 0,042	4,17 \pm 0,023	4,67 \pm 0,038	4,33 \pm 0,049

Вимірювання ширини головки сперматозоїдів виявило їх різну величину. Найбільш вузькі головки гамети були характерними для тварин сильного врівноваженого типу, а широкі сильного нерівноваженого типів, де різниця між ними становила 12 %.

Так, максимальною довжиною цих гамет характеризувались тварини сильного нерівноваженого типу, мінімальною – сильного врівноваженого, де різниця між показниками становила 6,7%. При цьому найменші показниками довжини голівки сперматозоїдів спостерігались у тварин слабого типу, а сильного врівноваженого жвавого та спокійного типів були більшими відповідно на 5,7% та 6,45%.

Аналіз розподілу довжини сперматозоїдів за класами свідчить про істотну їх консолідацію за цим показником у кнурів-плідників сильного врівноваженого і сильного нерівноваженого типів, що підтверджується зайняттям ними 3-х класів (рис. 3.2.). В той час як у тварин сильного врівноваженого і слабого типів ВНД розміри цих гамет більшу коливались в

межах 4-х класів. Це вказує на існування біологічних особливостей у кнурів-плідників залежно від типу ВНД.

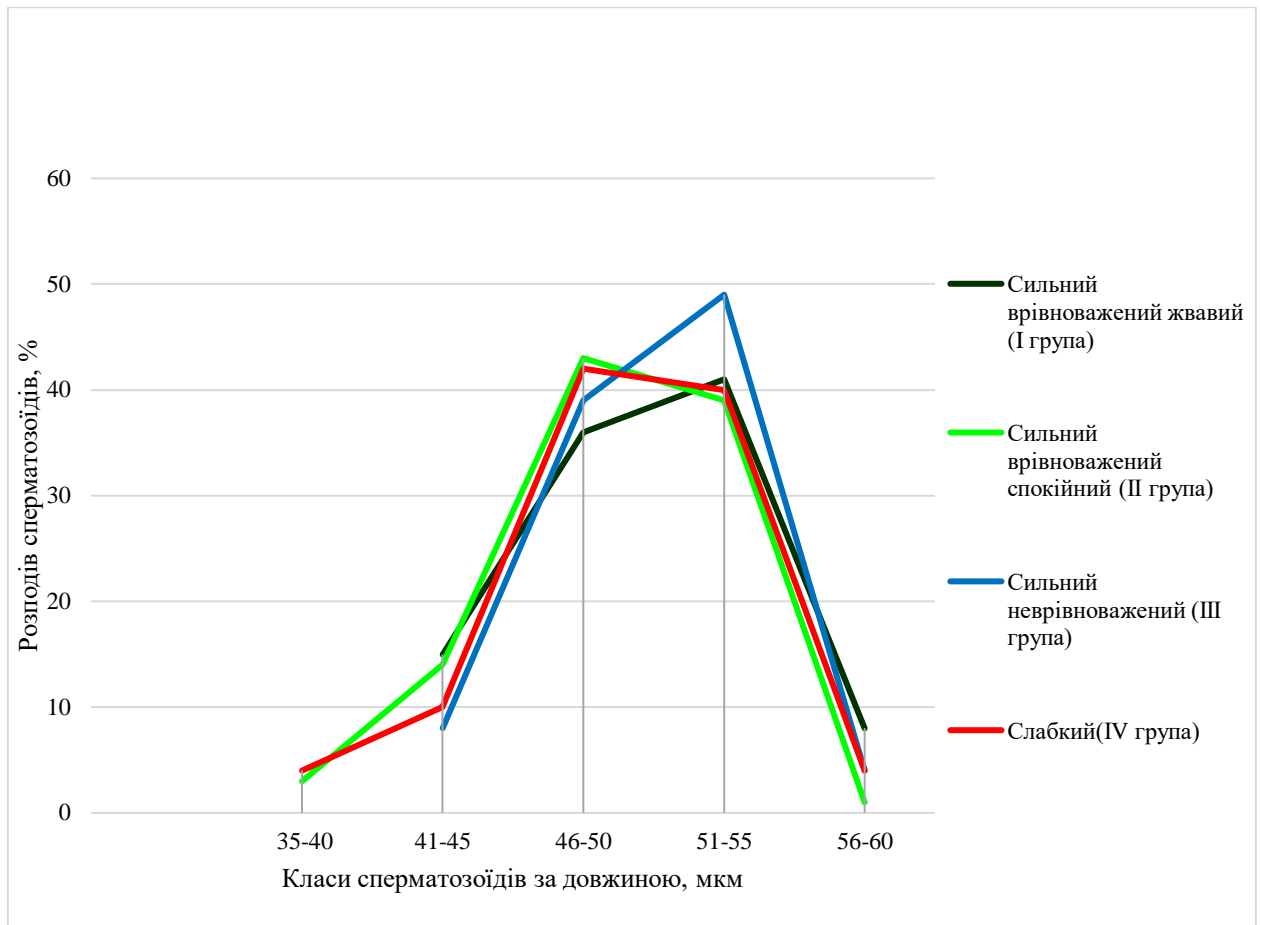
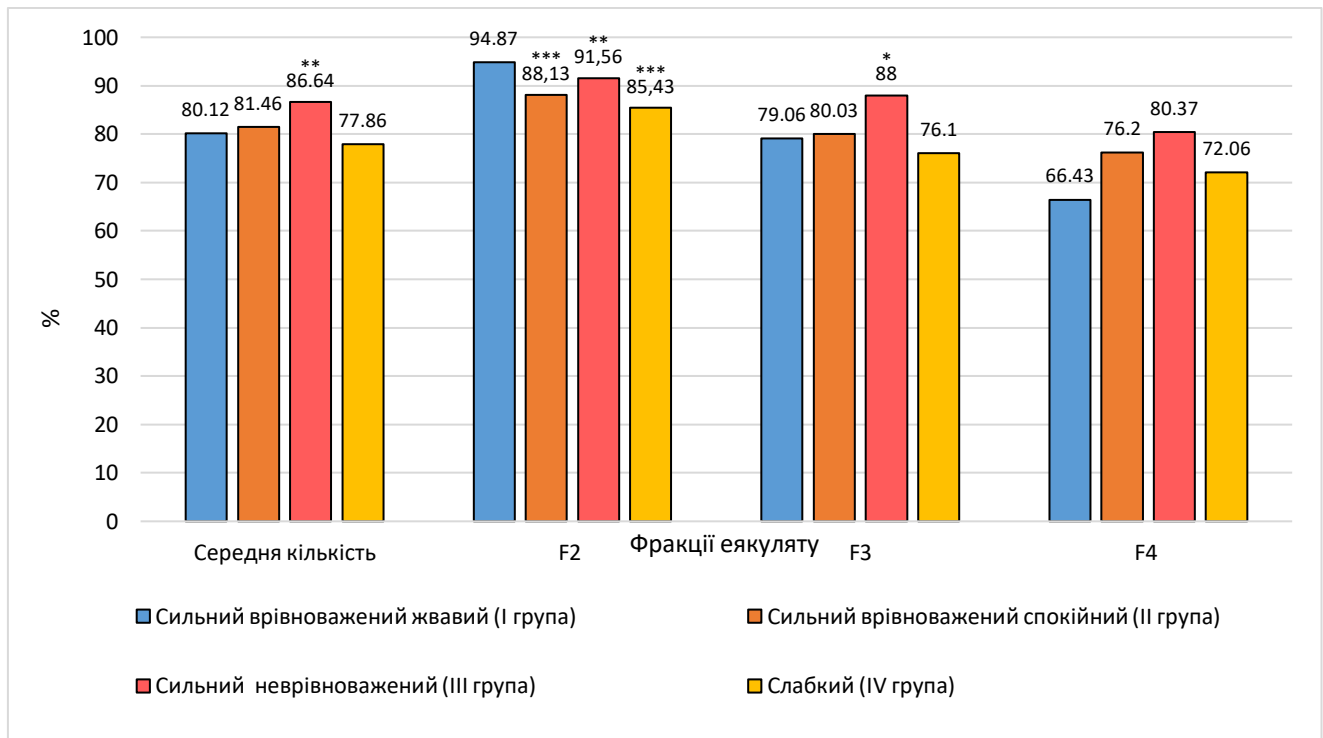


Рис. 3.2. Розподіл сперматозоїдів за класами залежно від їх загальної довжини, %

Виявлено, що присутні сперматозоїди у першій фракції майже всі були малорухливими або мертвими. При цьому, ці гамети у F_2 сперми кнурів-плідників сильного врівноваженого жвавого вірогідно перевищували за активністю сперматозоїдів сильного врівноваженого спокійного та слабого відповідно на 7,4 ($p < 0,001$) та 10,5% ($p < 0,001$) (рис. 3.3.). Про те, даний вид гамет у F_3 максимально рухався у особин сильного неврівноваженого типу, тоді як у особин слабого їх активність була нижчою – 13,5%. Наповнення сперми саговими зернами у F_4 істотно знижувало рухливість сперматозоїдів у тварин I-ї групи на 16,0%, II-ї групи – 4,8%, III-ї групи – 8,7% та IV-ї групи – 5,3%. Варто відзначити, що в

напрямі збільшенням активності сперматозоїдів у F₄ встановлено таке ранжування кнурів-плідників – сильний врівноважений жвавий, слабкий, сильний нерівноважений та сильний врівноважений, де різниця коливання даного показника склала – 17,5%.



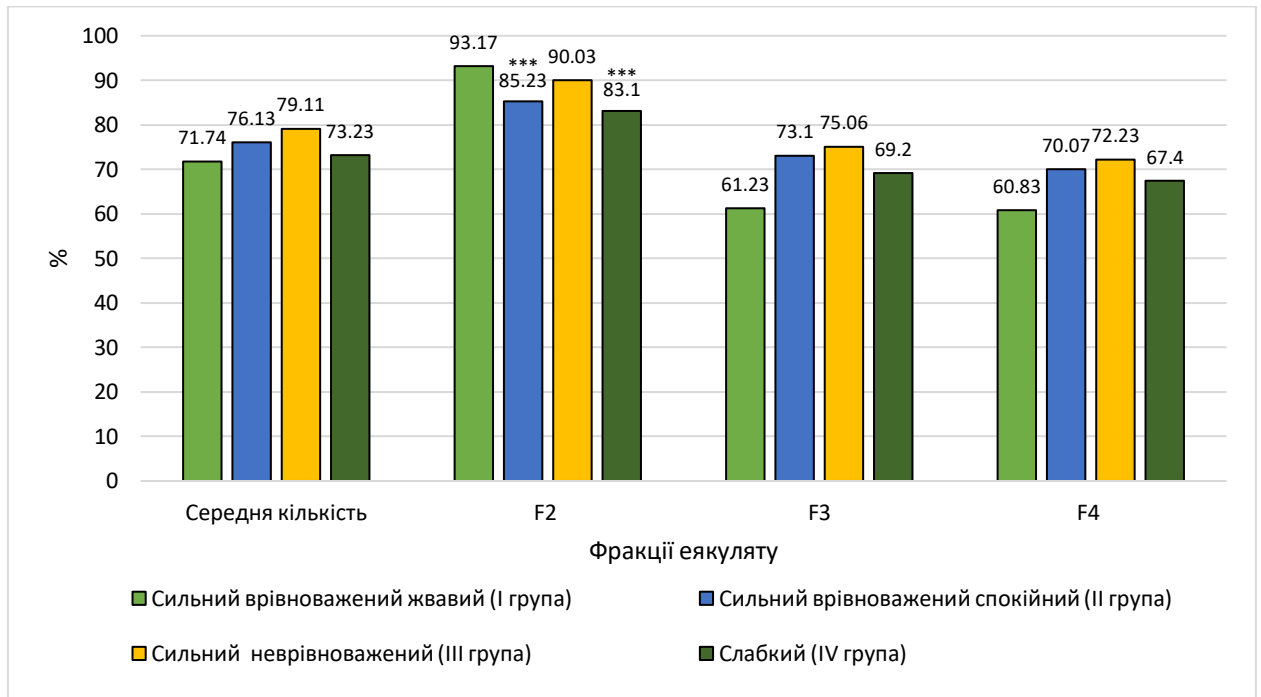
Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з I-ю групою.

Рис. 3.3. Рухливість спермій в еякуляті кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, n=120

Дослідження властивості до виживання сперматозоїдів показали, що максимальна рухливість цих клітин була зареєстрована у другій фракції еякуляту, де відмічено незначне зниження їх функціональної активності в межах 1-3% після інкубування (рис. 3.4.).

При цьому тварини сильного врівноваженого жвавого типу характеризувались найвищим рівнем життєздатності, а найнижчим – слабого, де міжгрупова різниця становила – 10,8% ($p < 0,001$). Життєздатність сперматозоїдів, отриманих із сім'яною плазмою, третьої фракції істотно знижувалась у I-й групі на 22,8%, II- й групі – 17,0% і III-й –

14,8% і IV-й групі – 9,2, будучи в межах придатності до використання. У F₄ еякуляту, незважаючи на незначну кількість та рухливість сперматозоїдів, їх життєздатність була високою, де мінімальний рівень функціонування цих гамет був зареєстрований в тварин сильного врівноваженого жвавого типу ВНД.



Примітка: *** - $p < 0,001$ – порівняно з I-ю групою.

Рис. 3.4. Вживаність спермій в еякуляті кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, n=120

Таким чином, пофракційне виділення сперми, очевидно обумовлене різною роллю окремих частин еякуляту у забезпеченні отримання високої біологічної повноцінності сперматозоїдів, протікання статевого акту (осіменіння) та запліднення. Початкове виділення секрету уретральних залоз окрім промивання сечового каналу відіграє активну роль у звільненні його від патогенних мікроорганізмів. Поява мертвих, чи із зниженою життєздатністю сперматозоїдів, у першій фракції еякуляту на наш погляд може відображати неповне вивільнення сім'яників через індивідуальні особливості роботи м'язів, що забезпечують проходження цих клітин через сечостатевий канал

та кислих секретів, які знижують життєздатність сперматозоїдів. Активне розрідження сперми під час F₂ і F₃ секретами передміхурової і цибулевидних залоз забезпечує активацію сперматозоїдів головним чином за рахунок зміни середовища в лужному напрямі в уретрі кнура, статевих шляхах свиноматок та сприяє проходженню цих гамет по тілу і рогах матки. Доведено, що виділені сперматозоїди із F₂, порівняно із гаметами отриманими із повного еякуляту, мають вищу властивість до проникнення в ооцит [493].

Дослідження надважливої F₄ фракції (секрету куперових чи цибулевидних залоз) показало, що за сталого двохкратного режиму використання об'єм цієї рідкої фракції досягає 10-30 мл, іншою складовою є желатиноподібний швидко загускаючий зерноподібний секрет. З'ясування механізму загустіння даних желеподібних зерен та їх впливу на статеві шляхи свиноматок, може відкрити перспективи із розроблення способів запобігання виливання спермодоз після їх штучного осіменіння.

Дані експерименту свідчать про те, що максимальною масою еякулятів характеризуються кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальною – слабкого типу ($p < 0,001$). Найбільш насиченими сперматозоїдами були еякуляти у особин сильного врівноваженого жвавого та сильного невірноваженого нестримного, найменш – сильного врівноваженого спокійного і слабкого типів ВНД.

3.3.3. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності

У спермі тварин сильного врівноваженого жвавого та спокійного типів ВНД насиченість дієвими кон'югантами є мінімальною, тоді як у сильного невірноваженого вірогідно переважала відповідно в 1,4 ($p < 0,05$) та 1,8 рази ($p < 0,05$) (табл. 3.39). Встановлено, що найбільш інтенсивно процеси

пероксидного окиснення протікали у тварин слабого та сильного неврівноваженого типів, де концентрації ТБК-активних сполук істотно переважали відносно особин сильного врівноваженого спокійного відповідно на 33,8 ($p < 0,01$) і 42,0% ($p < 0,01$). При цьому найменшою ємністю системи антиоксидантного захисту характеризувались тварини сильного врівноваженого жвавого типу, де приріст концентрації ТБК-активних сполук становив – 16,5%, тоді як у представників інших типів ВНД він сягав – 21,8-37,0%.

У спермі виявлено вищу кількість дієнових кон'югантів та ТБК-активних комплексів ($p < 0,05$), порівняно кров'ю. Друга тканина відносно першої характеризується більшим рівнем антиоксидантного захисту: активністю каталази, концентрацією аскорбінової кислоти, вітаміну А і вітаміну Е.

Таблиця 3.39

Інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm m$

Типи вищої нервової діяльності			
Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Дієнові кон'югати, мкмоль/л, n=120			
4,64±0,43	3,79±0,38	6,64±0,57**	5,89±0,43*
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л, n=120			
18,42±1,57	12,34±1,22**	18,63±1,57	21,26±1,39
ТБК-активні комплекси після інкубування, мкмоль/л, n=120			
22,05±1,74	19,60±1,21	24,96±1,49	27,19±1,54*
Супероксиддисмутаза, у.о./мл, n=120			
0,56±0,05	0,74±0,07*	0,51±0,06	0,54±0,06
Каталаза, $H_2O_{2/xв./л}$, n=120			
16,23±1,18	23,57±1,15***	13,94±0,96	14,45±0,97

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з I-ю групою.

Виявлено, що рівень супероксиддисмутази суттєво не відрізнявся у спермі кнурів-плідників різних типів ВНД, однак у сильного врівноваженого спокійного її активність була максимальною, переважаючи у інших типів в межах 24,3-31,1%. У тварин різних типів ВНД встановлено аналогічну закономірність розподілу активності каталази.

У спермі кнурів-плідників I і II груп вміст відновленого глутатіону переважав над встановленим у III та IV груп (табл. 3.40).

Таблиця 3.40

Вміст низькомолекулярних антиоксидантів у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm m$

Типи вищої нервової діяльності			
Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
Відновлений глутатіон, мкмоль/л, n=120			
0,54±0,05	0,43±0,048	0,34±0,03***	0,33±0,03***
Аскорбінова кислота, мкмоль/л, n=120			
9,12±0,90	7,17±0,65	5,34±0,43***	6,33±0,46**
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л, n=120			
7,64±0,67	6,26±0,51	8,45±0,69	10,56±0,73**
Вітамін А, мкмоль/л, n=60			
0,96±0,13	0,74±0,09	1,21±0,13***	1,02±0,11
Вітамін Е, мкмоль/л, n=60			
2,10±0,18	1,9±0,17	1,47±0,21*	1,27±0,13***

Примітка: *- p<0,05; **- p<0,01; *** -p<0,001 – порівняно з I-ю групою.

Концентрація аскорбінової кислоти у сильного неврівноваженого і слабого типів була вірогідно меншою (p<0,05-0,01) порівняно із сильним

врівноваженим жвавим. При цьому за кількістю окисненої форми цієї кислоти виявлено зворотну динаміку.

Встановлено, що максимальна кількість вітаміну А знаходилась у другій фракції еякулятів кнурів-плідників, а у третій фракції його вміст був меншим на 24,8% (I-а група), 12,6% (II-а група), 39,7% (III-я група) та 43,5% (IV-а група). У першій та четвертій фракціях еякуляту вітаміну А не виявлено. У цілому мінімальною кількістю вітаміну А у спермі характеризувались тварини сильного врівноваженого спокійного, а максимальною – сильного неврівноваженого типів ВНД. Аналогічний розподіл за фракціями сперми встановлений за вмістом вітаміну Е – найбільша кількість виявлена у F₂ фракції, дещо меншу в F₃, тоді як у F₁ та F₄ він був відсутнім. Максимальною концентрацією цього вітаміну характеризувались кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, у інших типів вміст цього вітаміну був меншим на 9,5% сильного врівноваженого спокійного, 30% ($p < 0,05$) сильного неврівноваженого та 39,5 % ($p < 0,001$) слабкого.

Дослідження різних частин еякуляту показало, що у другій і третій фракціях сперми кнурів-плідників ПАГ зміщується в напрямі вірогідного прискорення процесів пероксидації особливо у сильного неврівноваженого і слабкого типів ВНД. Тварини сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД характеризуються вищим рівнем антиоксидантного захисту – активності каталази, супероксиддисмутази, концентрацій відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е. У першій та четвертій фракціях еякуляту в процесі пероксидації відбуваються більш сповільнено.

Таким чином, інтенсивність процесів пероксидації у спермі на рівні утворення первинних (дієнових кон'югантів) і вторинних продуктів (ТБК-активних сполук) значно вища ніж у крові. Це підтверджується також суттєвим приростом кількості ТБК-активних сполук після інкубування у прооксидантному буфері, що вказує на невисоку ємність системи антиоксидантного захисту у першій тканині, а також нижчою активністю

каталази, насиченістю аскорбіновими кислотами, вітаміном А та вітаміном Е. Встановлена особливість формування ПАГ у спермі очевидно обумовлена наявністю сперматозоїдів, значна кількість яких здатна генерувати незначні рівні радикалів Оксигену, інтенсивність цього процесу істотно зростає при їх змішування із секретами статевих залоз.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботах:

1. Стояновський В., **Усенко С.**, Шостя А., Гиря В., Сокирко М. Васильєва О., Березницький В. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності. *Аграрний Вісник Причорномор'я*, 2020. № 97. С. 14-23.
2. Стояновський В. Г., **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Березницький В. І., Усенко О. О., Слинько Є. В. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2020. № 3. С. 196-204.
3. Стояновський В. Г., **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Соколенко В. М., Юдіна К. Є., Бірта Г. О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2020. Т. 22, № 93. С. 3-9.

3.3. Способи корекції прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу організму свиней для підвищення їх відтворювальної здатності

3.3.1. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз та відтворювальну здатність кнурів-плідників у період теплового стресу

3.3.1.1. Зміна прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові кнурів-плідників

Численними дослідженнями доведено негативний вплив підвищених температур на організм свиней, зокрема якість спермопродукції [170]. Про те залишається нез'ясованим питання впливу теплового стресу у цих тварин на функціональну активність сперматозоїдів у спермодозах за різних температурних режимів та термінів зберігання. Особливо це є актуальним при зберіганні спермодоз за режимів 3-х та 24-х годин зберігання після розрідження, коли потреба в них істотно зростає при традиційній схемі осіменіння свинок і свиноматок.

Використанню гематологічних показників для прогнозування якості спермопродукції, а особливо біологічної повноцінності сперматозоїдів присвячена низка досліджень. Про те ще отримано мало даних по використанню показників ПАГ як у крові, так і спермі на функціональну активність сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах, що потребує подальшого дослідження.

Проведені нами експерименти свідчать, про істотний вплив теплового стресу на організм кнурів-плідників, що проявляється у прискоренні процесів пероксидації - активації КСО, зростання вмісту ДК і ТБК-активних речовин, зниженні еритроцитів до пероксидного гемолізу еритроцитів (табл. 3.41.).

Таблиця 3.41

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на процеси пероксидного окиснення у крові кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	I	10,52±2,09	13,41±1,95	15,38±2,14	12,76±2,19
	II	9,22±1,51	12,93±1,62	10,65±1,44	11,28±1,06
	III	8,83±1,48	10,41±0,95	9,82±0,53	8,08±4,73
Ксантиноксидаза, мккат /сек·л	I	30,42±4,85	25,88±4,24	32,45±5,89	34,17±4,05
	II	32,83±6,54	30,17±3,76	28,64±2,93	27,21±5,32
	III	30,45±4,48	22,83±4,72	23,17±4,94	25,86±5,07
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I	2,87±0,48	3,74±0,28	5,93±0,41**	4,66±0,37*
	II	3,05±0,49	3,23±0,44	3,48±0,63□	3,21±0,48
	III	2,76±0,21	2,49±0,23□	2,32±0,38□	2,11±0,32□
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	I	8,23±1,19	12,70±1,98	15,92±1,69*	13,11±2,72
	II	8,92±0,73	10,43±1,97	12,72±1,87	12,91±1,88
	III	9,37±1,92	11,80±1,66	12,11±2,01	9,82±0,78
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	I	11,59±1,91	16,47±2,15	22,38±3,19*	14,22±1,97
	II	10,72±0,99	13,38±2,01	15,12±2,79	12,79±2,43
	III	13,50±1,59	12,67±1,62	14,63±1,91	12,08±1,65

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;

□ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Згодовування вітамінів антиоксидантної дії у складі кормосуміші кнурам-плідникам II і III груп призводило до підвищення резистентності еритроцитів до пероксидного гемолізу відповідно на 3,7 і 23,1% (30-а доба), 30,1 і 36% (60-а доба), 11,2 і 36,2% (заклучний період) порівняно із контролем. Можливо такі зміни обумовлені істотним зменшенням функціональної активності ксантиноксидази особливо у крові тварин III-ї

групи по завершенні основного періоду експерименту та після припинення їх вживання відповідно на 28,5 і 26,7% відносно інтактних тварин

По завершенню другого місяця розвитку теплового стресу у крові кнурів-плідників відбувалось збільшення вмісту дієнових конюгатів ($p < 0,01$). Додаткове на 10% більше споживання вітамінів антиоксидантної дії знижувало концентрацію первинних продуктів пероксидного окиснення на 60-ту добу основного періоду відносно контрольної групи на 41,3% ($p < 0,01$), а по завершенню експерименту на 30,9%. При цьому із збільшенням кількості згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії (20%) по закінченню першого і другого місяців основного періоду спостерігалось зменшення концентрації дієнових кон'югантів відповідно на 26,2 ($p < 0,05$) та 56,5% ($p < 0,01$), а по завершенню експерименту на 54,7% ($p < 0,01$) відносно контрольної групи.

Найбільшу різницю за кількістю вторинних продуктів пероксидації відмічено по закінченню другого місяця вживання кнурами-плідниками вітамінної добавки, де вміст цих речовин у тварин II і III груп був нижчим відповідно на 20,1%, та 25,2%, відносно контролю. По завершенню експерименту міжгрупова різниця зменшувалась. Важливо відзначити, що після інкубування крові у прооксидантному буфері вміст ТБК-активних комплексів істотно зростав у зразках тварин контрольної групи протягом досліджуваних періодів на 30,0% (30-а доба), 40,9% (60-та доба) і 8,4% (заключний період), що свідчить про те, що під час теплового стресу пероксидне окиснення прискорюється, але вже щонайменше впродовж місяця після дії негативного фактора воно гальмується. За умови максимального вживання вітамінної добавки інтенсивність накопичення ТБК-активних сполук становила після місячного і двохмісячного вживання відповідно 7,6 і 21,6%, а по завершенні експерименту – 22,4%. Отже, додаткове згодовування вітамінів антиоксидантної дії у кількості 20% понад норму викликало гальмування процесів пероксидації – зниження кількості

ТБК-активних комплексів, а також підвищення загального рівня системи антиоксидантного захисту.

Рівень ензимних антиоксидантів у крові кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливався залежно дози згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії (табл. 3.42, 3.43). Так, активність супероксиддисмутази у цій тканині тварин II і III груп була нижчою відносно контролю, відповідно на 13,7 і 23,5% на 60-ту добу основного періоду, а також на 8,7% та 28,3% по закінченню експерименту.

Таблиця 3.42

Активність ензимних антиоксидантів у крові кнурів-плідників, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	I	0,332±0,076	0,421±0,094	0,512±0,119	0,458±0,053
	II	0,413±0,066	0,417±0,031	0,441±0,071	0,425±0,029
	III	0,367±0,043	0,380±0,073	0,392±0,055	0,328±0,062
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	I	113,42±6,56	158,17±12,79*	111,23±10,17	130,44±9,59
	II	125,08±15,63	134,16±12,94	140,40±13,71	138,21±19,88
	III	134,75±12,19	176,87±23,31	180,31±35,74	124,68±14,11

Примітка: * - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом

Знаходження кнурів-плідників протягом місяця в умовах теплового стресу супроводжувалось підвищенням рівня каталази. Про те, у тварин II-ї групи на 30-у добу основного періоду активність даного ензиму була нижчою на 15,2, а у III групи вищою на 19% за контрольну групу. Однак, після згодовування вітамінної добавки в кількості понад 10% протягом 60-ти діб викликало підвищення рівня даного ензиму на 26,30%, а в умовах вживання понад 20% істотне зростання на 13,2%, дана тенденція зберігалась до закінчення дослідження у порівнянні із інтактними тваринами.

Таблиця 3.43

**Вміст низькомолекулярних антиоксидантів у крові кнурів-плідників,
M±m (n=6)**

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
			30-доба	60-доба	
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I	0,527±0,079	0,442±0,060	0,401±0,062	0,425±0,031
	II	0,478±0,056	0,408±0,071	0,512±0,037	0,458±0,036
	III	0,492±0,068	0,513±0,049*	0,545±0,106	0,520±0,040 [□]
Аскорбінова кислота, ммоль/л	I	15,12±2,99	8,13±1,67	10,77±2,42	12,28±1,79
	II	13,83±2,32	13,52±2,85	14,58±2,81	17,16±2,57
	III	12,45±2,18	14,73±2,54	18,36±2,33	14,88±2,81
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	I	14,83±2,90	13,32±1,37	17,18±1,36	15,67±2,69
	II	15,42±1,97	18,55±2,58	12,88±1,39	13,53±2,72
	III	12,74±0,82	11,35±1,86	10,12±1,63 [□]	11,12±1,28
Вітамін А ммоль/л	I	1,075±0,063	0,917±0,151	0,750±0,109*	0,725±0,139
	II	0,850±0,091	1,106±0,101	1,330±0,118* [□]	1,05±0,109 ^{□□□}
	III	0,917±0,122	1,230±0,159	2,083±0,232** ^{□□}	1,95±0,245* ^{□□}
Вітамін Е, ммоль/л	I	9,63±1,31	7,13±1,05	6,05±0,76	5,54±0,93
	II	11,20±1,49	9,37±1,68	13,32±2,75	12,58±2,11 [□]
	III	9,42±1,53	11,90±2,37	14,13±2,26 [□]	14,91±2,31 [□]

Примітка: * - p<0,05; ** - p<0,01 – порівняно з підготовчим періодом;

[□]- p<0,05; ^{□□}- p<0,01; ^{□□□}- p<0,001 – порівняно з першою групою (контролем).

Згодовування вітамінів антиоксидантної дії кнурам-плідникам протягом 60-ти діб сприяло істотному накопиченню відновленого глутатіону в крові тварин II групи, де його вміст знижувався на 27,5%. Найбільш інтенсивне окиснення цієї речовини відмічено при вживанні комплексної добавки на 20% понад норму, яке супроводжувалось збільшенням концентрації відносно інтактних тварин на 15,9 (30-та доба) і 35,0% (60-та

доба), а явище післядії тривало щонайменше місяць, однак міжгрупова різниця зменшувалась, становлячи 23,8% ($p < 0,05$). Очевидно такий розподіл концентрацій глутатіону обумовлений його збереженістю від окиснення і відновленням вітамінами антиоксидантної дії.

Кнури-плідники, яким згодовували вітамінну добавку характеризувались вищим вмістом аскорбінової кислоти у крові. Так, під час вживання добавки у зразках цієї тканини II і III груп вміст даної кислоти переважав порівняно з контролем відповідно на 65,8 і 80,6% по закінченні першого, а також на 36,4 і 72,0% – другого місяців основного періоду, така закономірність зберігалась до закінчення експерименту. Важливо відзначити, що максимальною концентрацією аскорбінової кислоти характеризувались тварини, що споживали на 20% більшу кількість вітамінів.

Вміст дегідроаскорбінової кислоти у тварин дослідних груп – II і III був нижчим за контрольну відповідно на 28,0 і 25,6% ($p < 0,05$) (60-та доба) та 13,5 і 40,5% (заклучний період експерименту).

Додавання вітамінної добавки до корму кнурів-плідників суттєво впливало на вміст вітамінів антиоксидантної дії у крові. Встановлено існування незначної різниці між концентраціями вітаміну А у зразках I та II груп, яка спостерігалась вже після першого місяця її вживання становлячи 23,1%, другого – 77,3% ($p < 0,05$) та по закінченні дослідження – 59,7% ($p < 0,001$). Найбільш виразні зміни спостерігались у зразках цієї тканини після вживання даної добавки тваринами III групи, де кількість вітаміну А протягом експерименту переважала контрольну на 35,2% (30-ї доба), 280% ($p < 0,01$) (60-ї доба) та 244,4% ($p < 0,01$) протягом заключного періоду.

У крові кнурів-плідників II та III груп порівняно із інтактними тваринами концентрація вітаміну Е переважала відповідно в 1,3 і 1,7 (30-та доба), 2,2 і 2,4 ($p < 0,05$) (60-та доба) та 2,3 ($p < 0,05$) і 2,6 ($p < 0,05$) рази по закінченню експерименту.

3.3.1.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у зберігаємій спермі кнурів-плідників

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників після 3-х годин зберігання. Отримані дані свідчать про те, що після згодовування вітамінів антиоксидантної дії у складі кормосуміші кнурам-плідникам II групи порівняно із контрольною призводило до зниження вмісту первинних продуктів пероксидного окиснення у інкубованій спермі за температури +38⁰C протягом експерименту на 36,3% (30-а доба), 37,6% (60-а доба) і 1,9% (заключний період) (табл. 3.44, 3.45).

Таблиця 3.44

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на вміст дієнових кон'югатів у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	8,16 \pm 1,20	10,58 \pm 0,75	9,74 \pm 1,18	8,05 \pm 1,09
II	8,5 \pm 1,13	6,74 \pm 1,23	6,08 \pm 2,28	7,90 \pm 0,75
III	9,27 \pm 2,09	5,23 \pm 0,98 ^{**□}	5,07 \pm 0,69 ^{*□}	6,83 \pm 1,14
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	5,87 \pm 0,93	7,17 \pm 0,90	7,96 \pm 0,68	6,09 \pm 0,72
II	6,70 \pm 0,80	5,26 \pm 1,06	4,72 \pm 0,91 [□]	5,41 \pm 0,93
III	6,28 \pm 1,12	4,87 \pm 0,75	4,26 \pm 0,81	4,84 \pm 0,61
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	2,49 \pm 0,25	3,63 \pm 0,52	4,58 \pm 0,42 ^{**}	3,24 \pm 0,54
II	3,26 \pm 0,46	2,90 \pm 0,15	2,46 \pm 0,29	2,57 \pm 0,32
III	2,50 \pm 0,02	2,81 \pm 0,23	2,11 \pm 0,026 ^{□□}	2,26 \pm 0,42

Таблиця 3.45

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на вміст ТБК-активних сполук у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
ТБК-активні сполуки кмоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	23,17 \pm 4,38	27,98 \pm 3,30	26,81 \pm 2,93	25,36 \pm 2,15
	II	22,97 \pm 6,12	20,42 \pm 2,74	18,43 \pm 2,75	21,64 \pm 1,73
	III	24,23 \pm 3,94	19,32 \pm 1,21	15,65 \pm 1,68 ^{*□}	15,97 \pm 2,16 ^{*□}
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	14,38 \pm 2,77	16,98 \pm 2,07	18,30 \pm 1,50	15,23 \pm 1,46
	II	13,02 \pm 1,59	12,14 \pm 3,04	11,76 \pm 1,08 [□]	12,09 \pm 1,58
	III	15,67 \pm 3,14	10,72 \pm 1,93	9,08 \pm 0,95 ^{□□}	10,16 \pm 0,95 [□]
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	7,23 \pm 1,71	7,63 \pm 0,90	8,28 \pm 0,88	7,08 \pm 1,31
	II	8,62 \pm 1,94	8,14 \pm 0,72	7,05 \pm 0,93	7,23 \pm 1,25
	III	9,14 \pm 2,03	6,38 \pm 0,85	6,17 \pm 0,69	5,09 \pm 0,82
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	28,46 \pm 4,17	30,20 \pm 3,90	35,11 \pm 1,16	29,97 \pm 2,49
	II	27,33 \pm 3,86	28,62 \pm 2,29	30,72 \pm 2,38	27,36 \pm 2,93
	III	27,84 \pm 5,05	29,17 \pm 2,03	22,34 \pm 1,36 ^{□□□}	19,61 \pm 1,08 [□]
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	17,27 \pm 1,96	21,80 \pm 2,29	26,14 \pm 3,16	18,27 \pm 1,20
	II	15,36 \pm 2,71	16,24 \pm 1,97	14,40 \pm 1,17	14,06 \pm 2,41
	III	17,64 \pm 3,16	15,42 \pm 1,32	13,18 \pm 1,46 [□]	12,39 \pm 1,72
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	12,76 \pm 2,61	15,79 \pm 1,12	11,40 \pm 1,62	8,13 \pm 1,09
	II	10,13 \pm 1,75	18,60 \pm 2,19 [□]	12,93 \pm 1,95	9,79 \pm 2,22
	III	11,34 \pm 2,16	13,76 \pm 1,07	13,95 \pm 2,15	7,39 \pm 1,28

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Із збільшенням кількості згодовуваних вітамінів (20%), по закінченню першого і другого місяців основного періоду, спостерігалось зниження концентрації ДК, порівняно з контрольною групою, відповідно на 50,6 ($p < 0,01$) та 47,9% ($p < 0,05$), а по завершенню експерименту - на 15,1%.

Найбільшу різницю за кількістю ТБК-активних речовин було відмічено по закінченню другого та третього місяців досліджень, де вміст цих речовин у тварин II групи був нижчим, відповідно на 27,02% та 31,3%, у III-й групі – 30,9 та 41,6%, відносно контролю.

Зниження температури інкубування до 17°C у спермі тварин II групи, супроводжувалось інгібуванням утворення первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення, де їх кількість була нижчою, відповідно на 26,6 і 28,5 (30-а доба), 40,7 ($p < 0,05$) і 35,7 (60-а доба) та 11,2 і 20,6% (90-та доба). Підвищення концентрації вітамінів антиоксидантної дії у кормі ще більше знижувало перебіг пероксидного окиснення - зменшення кількості ДК і ТБК-активних речовин у тварин III групи впродовж досліджуваних періодів у 1,5 і 1,6 рази (30-а доба), 1,9 і 2,01 рази (60-а доба) та 1,3 і 1,5 рази (90-та доба) відповідно.

Інкубування сперми в умовах зниженої температури до 5°C істотно сповільнювало інтенсивність утворення ДК. У зразках сперми від кнурів-плідників II та III груп концентрація цих речовин у період вживання мінеральної добавки була нижчою за I-у групу впродовж основного і заключного періодів. Кількість ТБК-активних комплексів у зразках сперми тварин III групи була істотно меншою у досліджувані періоди, відповідно у 1,2 рази (30-а доба), 1,3 рази (60-а доба) та 1,4 рази (90-та доба). Викладені особливості перебігу процесів пероксидації в умовах охолодження, очевидно обумовлені появою адаптаційно-компенсаторних реакцій у сперміях, що супроводжуються конформаційними змінами – появою значної кількості подвійних зв'язків у ліпідному шарі їх мембран.

Рівень ензимних антиоксидантів у зразках сперми кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливався залежно від температури її інкубування та дози згодовуваних лактатів (табл. 3.46). Так, у тварин контрольної групи рівень СОД змінювався незначно впродовж 3-х годинного інкубування при t 38°C, де максимальну концентрацію було встановлено на 60-у добу основного періоду. Активність даного ензиму в спермі тварин II і

III груп була меншою відповідно в 1,4 і 1,5 раза на 60-ту добу основного періоду, а також в 1,5 та 1,4 раза по закінченню експерименту відносно з контролю.

Таблиця 3.46

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на активність ензимів у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,511±0,09	0,63±0,091	0,75±0,12	0,68±0,088
	II	0,590±0,08	0,48±0,28	0,52±0,08	0,44±0,079
	III	0,47±0,072	0,55±0,076	0,50±0,062	0,49±0,035
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	0,91±0,136	1,08±0,19	1,20±1,37	1,08±0,096
	II	0,75±0,094	0,70±0,085	0,68±0,087	0,71±0,06 [□]
	III	0,83±0,099	0,89±0,093	0,96±0,15	0,98±0,124
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	0,383±0,069	0,57±0,049	0,49±0,063	0,44±0,081
	II	0,405±0,081	0,51±0,09	0,56±0,049	0,52±0,09
	III	0,507±0,102	0,46±0,065	0,60±0,053	0,61±0,072
Каталаза, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв./л}$	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	22,36±2,70	26,17±3,15	25,48±2,71	20,83±2,10
	II	20,18±3,16	21,44±3,60	20,91±3,28	19,36±1,89
	III	23,40±2,98	29,12±2,68	20,29±1,50	21,65±3,26
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	16,07±2,07	22,17±2,38	26,81±2,17*	20,19±3,26
	II	14,49±1,89	16,22±2,19	15,07±1,06 ^{□□}	16,96±2,08
	III	17,68±2,32	18,31±2,27	14,26±1,22 ^{□□}	17,27±3,49
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	9,25±1,24	12,40±1,07	13,27±1,33	10,72±1,07
	II	8,02±1,19	6,78±0,85 ^{□□}	9,71±0,8	8,45±0,79
	III	10,04±2,24	7,47±0,69 [□]	8,16±0,95 [□]	7,26±0,98

Примітка: * - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом;

□ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

При зниженні температури інкубування зразків, встановлена закономірність зберігалась. Важливо відмітити, що максимальний рівень СОД було зареєстровано за температури інкубування 17⁰С. Отримана динаміка даного ензиму вказує на провідну його роль у формуванні ПАГ та суттєвий вплив згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії.

У процесі моделювання умов перебування сперміїв у статевих шляхах свиноматок встановлено, що активність КТ у спермі кнурів III групи була вищою по завершенні другого місяця експерименту на 11,3%, а II групи – нижчою на 22,1%, порівняно з контролем. По закінченні третього місяців експерименту концентрація каталази у тварин II і III груп була нижчою, порівняно з інтактними тваринами на 17,9 і 20,4% відповідно.

При інкубуванні зразків сперми за температури 17⁰С активність каталази у тварин II і III груп була значно нижчою в основний період дослідження порівняно з контрольним – в 1,4 і 1,2 рази (30-а доба); 1,8 ($p < 0,01$) і 1,9 ($p < 0,01$) рази (60-а доба) відповідно. Така ж тенденція зберігалась і у заключний період. Динаміка зростання рівня даного ензиму у тварин, що вживали вітамінну добавку, зберігалась і при інкубуванні зразків при температурі 5⁰С. Функціональна активність КТ у інкубованих зразках істотно збільшувалась із підвищенням температури.

Згодовування вітамінів антиоксидантної дії кнурам-плідникам II і III груп протягом основного періоду, порівняно з контролем, сприяло більш інтенсивному відновленню глутатіону в спермі за максимальної температури інкубування – в 1,4 і 1,8 разів (30-а доба); 1,9 і 1,3 разів (табл. 3.47). Така ж тенденція вмісту відновленого глутатіону у спермі зберігалась і в заключний період.

Подібна динаміка міжгрупової різниці концентрації даного антиоксиданта зберігалась при інкубуванні зразків за температур 17⁰С та 5⁰С до закінчення експерименту.

Концентрація АК у зразках сперми дослідних груп після інкубування за температури 38⁰С змінювалась неоднаково (табл. 3.48). Так, по закінченні

основного і заключного періодів, порівняно з контролем, у зразках II групи вміст цієї кислоти був вищим. Зокрема, вміст АК у спермі на 30-у добу основного періоду у тварин II-ї групи перевищував такий у контрольній групі на 38,8%, а на 60-у добу – на 88,7%. Рівень цієї кислоти у спермі кнурів III-ї групи знижувався впродовж основного періоду порівняно з I-ю групою на 4,02 і 12,9 % відповідно, що очевидно обумовлено її окисненням до ДАК.

Таблиця 3.47

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	0,363±0,072	0,28±0,043	0,23±0,042	0,24±0,037
II	0,35±0,063	0,382±0,05	0,446±0,064 [□]	0,375±0,03
III	0,386±0,048	0,515±0,072 [□]	0,305±0,068	0,346±0,044
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	0,45±0,068	0,325±0,055	0,413±0,027	0,421±0,053
II	0,41±0,049	0,53±0,070	0,58±0,069	0,48±0,068
III	0,47±0,075	0,55±0,064 [□]	0,52±0,051	0,54±0,04
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	0,61±0,082	0,50±0,070	0,48±0,031	0,48±0,062
II	0,70±0,055	0,48±0,061 [*]	0,62±0,075	0,52±0,073
III	0,63±0,091	0,55±0,04	0,68±0,042	0,43±0,035

Примітка: * - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом;

□- $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

Інкубування сперми від кнурів-плідників II і III групи в нижчих температурах (17°C) призводило до збільшення концентрації АК впродовж усього дослідного періоду, порівняно із контрольною групою.

Таблиця 3.48

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Аскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	7,08 \pm 0,047	5,96 \pm 0,038	4,88 \pm 0,075	5,28 \pm 0,084
	II	6,73 \pm 0,035	8,27 \pm 0,042	9,21 \pm 1,61 [□]	7,45 \pm 0,076
	III	7,36 \pm 0,083	5,72 \pm 0,026	4,25 \pm 0,060 [°]	4,83 \pm 0,088 ^{°°}
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	9,63 \pm 0,951	6,33 \pm 0,98	5,27 \pm 0,76	7,19 \pm 1,12
	II	10,27 \pm 1,162	12,93 \pm 0,94 ^{□□}	13,75 \pm 1,09 ^{□□}	11,61 \pm 0,87 [□]
	III	9,05 \pm 0,84	7,18 \pm 0,88	6,12 \pm 0,88	7,14 \pm 0,92 [°]
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	15,34 \pm 19,7	12,84 \pm 1,92	11,08 \pm 1,21	12,56 \pm 1,96
	II	20,16 \pm 3,12	13,12 \pm 2,16	10,13 \pm 0,95 [*]	11,62 \pm 2,14
	III	18,06 \pm 2,14	9,93 \pm 1,53 [*]	8,19 \pm 0,074 ^{**}	10,24 \pm 1,70 [*]
	Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$			
I		9,27 \pm 2,18	13,12 \pm 1,89	12,23 \pm 3,16	10,17 \pm 1,06
II		10,96 \pm 1,91	12,71 \pm 0,97	16,26 \pm 1,07	10,18 \pm 2,08
III		8,47 \pm 1,53	6,47 \pm 0,84 [□]	6,23 \pm 0,92 ^{°°°}	9,82 \pm 1,11
$t = 17^{\circ}\text{C}$					
I		7,12 \pm 0,92	9,76 \pm 0,95	12,15 \pm 2,19	9,38 \pm 1,96
II		12,37 \pm 1,39	10,83 \pm 2,17	11,19 \pm 1,48	9,34 \pm 1,17
III		11,37 \pm 1,20	12,64 \pm 1,90	9,37 \pm 2,05	10,25 \pm 2,24
$t = 5^{\circ}\text{C}$					
I		16,26 \pm 2,70	18,34 \pm 0,96	15,83 \pm 1,78	16,37 \pm 1,74
II		17,40 \pm 2,29	19,46 \pm 0,84	13,18 \pm 2,36	9,65 \pm 1,07 ^{*□}
III		16,82 \pm 2,45	10,28 \pm 1,15 ^{□□}	9,36 \pm 0,91 ^{*□}	8,21 \pm 1,19 ^{*□}

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем);
 ° - $p < 0,05$; °° - $p < 0,01$; °°° - $p < 0,001$ – порівняно з другою групою.

Міжгрупова різниця досліджуваної кислоти в основний період була найбільшою у спермодозах кнурів II-ї групи і перевищувала контрольну у 2,04 ($p < 0,01$) (30-а доба) і 2,6 разів ($p < 0,01$) (60-а доба). У заключний період

найвища концентрація АК також була відмічена у спермі кнурів II-ї групи ($p < 0,05$). Схожа тенденція вмісту АК спостерігалась у спермі кнурців при інкубації за температури нижче теплового шоку.

Такі зміни супроводжувались підвищенням кількості ДАК, де найвищий її показник був відмічений у тварин II-ї групи за максимальної і мінімальної температур інкубації. Про те, інкубація зразків сперми за температури 17⁰С показала найбільшу міжгрупову різницю у вмісті ДАК в 1,3 раза в основний період між III і I групами.

Додавання вітамінної добавки до корму кнурів-плідників істотно впливало на перерозподіл кількості вітамінів антиоксидантної дії у спермі (табл. 3.49.).

При інкубуванні сперми за температури 38⁰С, вміст вітаміну А змінювався неоднаково у дослідних групах тварин. Найбільш виразні міжгрупові зміни спостерігались у спермі кнурів III групи, порівняно з I-ю, впродовж основного і заключного періодів, де концентрація досліджуваної речовини була вищою на 76,6% ($p < 0,001$) (30-а доба), 113,3% (60-а доба), 62,3% ($p < 0,001$) (заклучний період).

Подібна тенденція була відмічена і при інкубуванні сперми при температурі 17⁰С. Найвищою концентрацією вітаміну А характеризувалась сперма кнурів III-ї групи. Контрольну групу за вмістом досліджуваної речовини вони перевищували в 1,4 (30-а доба), 1,8 ($p < 0,001$) (60-а доба), 1,4 раза (заклучний період).

Інкубація сперми кнурів за температури нижче теплового шоку характеризувалася схожою динамікою, за виключенням 30-ї доби основного періоду, де вміст вітаміну А у досліджуваній спермі кнурів II групи був вищим в 1,2 раза за контрольну групу.

Таблиця 3.49

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на вміст вітамінів А і Е у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Вітамін А ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	1,60 \pm 0,025	1,24 \pm 0,02	1,43 \pm 0,08	1,38 \pm 0,027
	II	1,28 \pm 0,032	1,68 \pm 0,018	2,79 \pm 0,096 $\square\square$	1,96 \pm 0,015
	III	1,34 \pm 0,019	2,19 \pm 0,039 ***	3,05 \pm 0,70	2,24 \pm 0,021 ***
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	2,16 \pm 0,051	1,81 \pm 0,041	1,62 \pm 0,04	1,77 \pm 0,012
	II	1,93 \pm 0,020	2,39 \pm 0,062	2,56 \pm 0,062	2,09 \pm 0,036
	III	1,95 \pm 0,033	2,57 \pm 0,054	2,90 \pm 0,053 *** $\square\square$	2,41 \pm 0,024
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	3,22 \pm 0,052	2,70 \pm 0,033	2,31 \pm 0,031	3,38 \pm 0,048
	II	3,96 \pm 0,040	3,36 \pm 0,041	3,27 \pm 0,043	3,50 \pm 0,097
	III	3,01 \pm 0,017	2,97 \pm 0,024	4,64 \pm 0,025	5,31 \pm 0,035
	Вітамін Е, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$			
I		1,49 \pm 0,026	12,0 \pm 0,023	1,10 \pm 0,025	1,14 \pm 0,022
II		1,37 \pm 0,020	1,64 \pm 0,030	2,31 \pm 0,022 *** $\square\square$	1,98 \pm 0,031
III		1,51 \pm 0,037	2,43 \pm 0,041 $\square\square$	3,08 \pm 0,070 *** $\square\square$	3,12 \pm 0,044 *** $\square\square$
$t = 17^{\circ}\text{C}$					
I		3,75 \pm 0,039	2,14 \pm 0,37 **	2,26 \pm 0,42	2,97 \pm 0,35
II		3,21 \pm 0,051	3,72 \pm 0,46 \square	4,11 \pm 0,62	3,59 \pm 0,29
III		2,86 \pm 0,040	6,33 \pm 0,81 ** $\square\square$	6,18 \pm 0,09 *** $\square\square$	4,08 \pm 0,51
$t = 5^{\circ}\text{C}$					
I		4,58 \pm 0,62	4,23 \pm 0,61	3,82 \pm 0,27	4,96 \pm 0,67
II		4,09 \pm 0,58	5,52 \pm 0,75	6,12 \pm 0,74	5,75 \pm 0,85
III		3,95 \pm 0,29	6,11 \pm 0,92	9,43 \pm 1,26 ** $\square\square$	8,13 \pm 0,96 * \square

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом;
 \square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Концентрація вітаміну Е була найвищою у спермодозах кнурів III групи за усіх температур інкубування. Її динаміка була подібною зміні концентрації вітаміну А. Найбільшу міжгрупову різницю було відмічено в основний період при інкубуванні за температури 17°C , де у зразках III групи вміст

вітаміну Е зростав порівняно з контролем у 2,9 раза ($p < 0,01$) (30-а доба) і 2,7 раза ($p < 0,001$) (60-а доба).

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання. Отримані дані свідчать про те, що після згодовування вітамінів антиоксидантної дії у складі кормосуміші кнурам-плідникам II і III груп порівняно із контрольною призводило до зниження вмісту первинних продуктів пероксидного окиснення у інкубованих спермодозах за температури 38⁰С протягом експерименту на 29,9 і 33,5 % (30-а доба), на 18,5 і 35,6% (60-а доба), на 18,1 і 25,9% (заклучний період) відповідно (табл. 3.50, 3.51).

Таблиця 3.50

Вплив вітамінів-антиоксидантів на вміст діснових кон'югатів у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$, (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	11,84 \pm 2,09	14,67 \pm 1,32	13,03 \pm 1,37	12,86 \pm 1,32
II	11,05 \pm 1,74	10,28 \pm 1,76	10,62 \pm 1,87	10,53 \pm 1,05
III	13,16 \pm 2,28	9,76 \pm 1,29 [□]	8,39 \pm 1,44	9,52 \pm 1,61
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	9,06 \pm 1,28	11,64 \pm 1,08	10,98 \pm 1,45	8,34 \pm 0,98
II	10,53 \pm 1,11	8,97 \pm 1,66	8,31 \pm 0,75	7,03 \pm 0,75 [*]
III	9,22 \pm 2,07	7,34 \pm 1,15 [□]	7,75 \pm 1,27	5,20 \pm 0,84
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	4,13 \pm 0,62	4,85 \pm 0,41	5,87 \pm 0,76	4,41 \pm 0,87
II	4,08 \pm 0,55	3,67 \pm 0,34	3,34 \pm 0,51	3,66 \pm 0,41
III	3,61 \pm 0,51	3,46 \pm 0,58	3,42 \pm 0,48	3,03 \pm 0,64

Примітка: ^{*} - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом;

[□] - $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

Таблиця 3.51

Вплив вітамінів-антиоксидантів на вміст ТБК-активних сполук у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
ТБК-активні сполуки мкмоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	29,67 \pm 2,61	32,58 \pm 2,85	30,52 \pm 2,64	30,98 \pm 3,32
	II	27,94 \pm 5,37	25,39 \pm 2,08	24,45 \pm 3,04	24,78 \pm 2,14
	III	30,82 \pm 4,15	22,07 \pm 3,24	22,37 \pm 2,29	23,82 \pm 3,11
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	17,13 \pm 1,88	19,55 \pm 1,76	21,49 \pm 2,37	20,64 \pm 2,33
	II	18,29 \pm 1,75	15,64 \pm 2,27	15,29 \pm 1,64	14,71 \pm 1,76
	III	19,51 \pm 2,37	13,18 \pm 2,34	14,61 \pm 1,40	13,70 \pm 2,09
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	9,61 \pm 1,52	10,87 \pm 1,07	11,09 \pm 1,04	9,55 \pm 2,48
	II	11,17 \pm 2,26	9,31 \pm 1,11	8,73 \pm 1,07	9,34 \pm 1,67
	III	10,86 \pm 2,64	7,85 \pm 0,93	7,94 \pm 1,38	7,22 \pm 0,71
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	36,34 \pm 3,76	38,62 \pm 2,61	40,95 \pm 3,44	35,07 \pm 2,75
	II	35,82 \pm 2,49	30,45 \pm 2,91	33,60 \pm 2,92	31,49 \pm 2,22
	III	36,71 \pm 3,81	33,45 \pm 3,14	27,32 \pm 3,08 [□]	26,37 \pm 1,93 [□]
	$t = +17^{\circ}\text{C}$				
	I	20,46 \pm 2,15	24,72 \pm 1,64	31,27 \pm 4,04	27,62 \pm 1,81
	II	22,81 \pm 2,08	20,67 \pm 2,03	22,68 \pm 3,29	25,34 \pm 2,22
	III	22,75 \pm 2,74	17,08 \pm 1,84 [□]	19,43 \pm 2,51	17,95 \pm 1,37 ^{□□}
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	15,81 \pm 1,09	20,62 \pm 2,46	17,28 \pm 1,04	13,92 \pm 1,82
	II	13,46 \pm 2,14	20,18 \pm 1,74	14,31 \pm 1,27	12,74 \pm 2,90
	III	14,92 \pm 1,47	16,61 \pm 1,38	16,18 \pm 2,29	10,17 \pm 2,45

Примітка: □- $p < 0,05$; □□- $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Зміна вмісту ТБК-активних речовин у спермі під час інкубації за температури 38°C в досліджуваних групах була неоднаковою. Так,

найнижчий рівень ТБК-активних сполук на 30-у добу основного періоду був відмічений у спермі кнурів II групи з міжгруповою різницею 21,1% (контрольна група) і 13,4% (III група), а на 60-у добу основного періоду – у спермі кнурів III групи з міжгруповою різницею 33,3% (контрольна група) і 18,7% (II група). По закінченні заключного періоду найнижчим вмістом ТБК-активних сполук характеризувались спермодози кнурів III групи.

Зниження температури інкубування до 17⁰С у спермі тварин II групи, супроводжувалось інгібуванням утворення первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення, де їх кількість була нижчою, відповідно на 22,9 і 20 (30-а доба), 24,3 і 28,8 (60-а доба) та 15,7 і 28,7% (90-та доба) відносно контролю. Підвищення концентрації вітамінів антиоксидантної дії у кормі призвело до подальшого сповільнення перебігу пероксидного окиснення - зниження кількості ДК і ТБК-активних речовин у тварин III групи впродовж досліджуваних періодів на 18,2 і 15,7 % (30-а доба), 6,7 і 4,4% (60-а доба) та 26,03 і 6,9 раза (90-та доба) відповідно.

Інкубування сперми в умовах зниженої температури до 5⁰С істотно сповільнювало інтенсивність утворення ДК. У зразках спермодоз від кнурів-плідників II та III груп концентрація цих речовин у період вживання вітамінної добавки була нижчою за I-у групу в 1,3 і 1,4 (30-а доба), 1,8 і 1,7 (60-а доба) разів відповідно. Впродовж заключного періоду найнижча концентрація ДК була відмічена у спермодозах тварин III групи.

Рівень ензимних антиоксидантів у зразках сперми кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливався залежно від температури її інкубування та дози згодовуваних вітамінів (табл. 3.52). Так, рівень СОД у тварин контрольної групи змінювався незначно впродовж 24-х годинного інкубування при t 38⁰С. Активність даного ензиму в спермі тварин II і III груп була нижчою відповідно на 37,7 (p<0,05) і 42% (p<0,01) на 60-ту добу основного періоду, а також на 9,8 і 32,8% (p<0,05) по закінченню експерименту відносно з контролю. При зниженні температури інкубування зразків, встановлена закономірність зберігалась. Важливо відмітити, що

максимальний рівень СОД було зареєстровано за температури інкубування 17⁰С. Отримана динаміка даного ензиму вказує на провідну його роль у формуванні ПАГ та суттєвий вплив згодовуваних вітамінів на процеси пероксидації.

Таблиця 3.52

Вплив вітамінів-антиоксидантів на активність ензимів у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,43 \pm 0,07	0,50 \pm 0,06	0,69 \pm 0,08	0,61 \pm 0,05
	II	0,51 \pm 0,06	0,41 \pm 0,08	0,43 \pm 0,06 [□]	0,55 \pm 0,06
	III	0,44 \pm 0,04	0,48 \pm 0,05	0,40 \pm 0,03 ^{□□}	0,41 \pm 0,04 [□]
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	0,68 \pm 0,11	0,92 \pm 0,10	0,94 \pm 0,08	0,86 \pm 0,06
	II	0,60 \pm 0,08	0,63 \pm 0,05 [□]	0,55 \pm 0,07 [□]	0,63 \pm 0,04
	III	0,63 \pm 0,10	0,75 \pm 0,07	0,58 \pm 0,05 [□]	0,70 \pm 0,08
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	0,31 \pm 0,04	0,50 \pm 0,04 [*]	0,38 \pm 0,05	0,40 \pm 0,05
	II	0,37 \pm 0,06	0,48 \pm 0,06	0,49 \pm 0,04	0,46 \pm 0,07
	III	0,45 \pm 0,07	0,41 \pm 0,05	0,52 \pm 0,06	0,55 \pm 0,06
Каталаза, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв./л}$	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	16,67 \pm 1,35	22,08 \pm 2,34	21,28 \pm 2,15	18,85 \pm 2,66
	II	15,44 \pm 2,08	17,37 \pm 2,55	18,33 \pm 2,69	13,12 \pm 2,13
	III	17,08 \pm 1,62	25,73 \pm 1,98 [□]	18,62 \pm 2,27	17,30 \pm 1,96
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	12,34 \pm 1,76	16,39 \pm 1,76	18,22 \pm 1,65	17,63 \pm 2,85
	II	12,98 \pm 1,64	14,62 \pm 2,35	12,61 \pm 1,38 [□]	14,27 \pm 1,40
	III	14,32 \pm 2,95	15,08 \pm 1,49	11,70 \pm 1,55 [□]	12,85 \pm 2,32
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	7,67 \pm 2,16	10,66 \pm 0,89	10,09 \pm 1,33	9,33 \pm 1,41
	II	6,34 \pm 1,83	7,64 \pm 1,17	6,21 \pm 0,96	7,62 \pm 0,83
	III	8,08 \pm 1,09	9,37 \pm 0,86	10,84 \pm 1,17	11,34 \pm 1,28

Примітка: [□] - $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

При інкубуванні сперми за температури 38⁰С, активність КТ на 30-у добу основного періоду була вищою у кнурів ІІІ групи на 16,5% відносно контрольної групи. У всі інші досліджувані періоди її концентрація не перевищувала показники контролю, при цьому друга група характеризувалась нижчою, а ІІІ – вищою активністю КТ. Подібна тенденція була відмічена і за нижчих температур інкубації сперми проте активність цього ензиму була значно нижчою.

Згодовування вітамінів антиоксидантної дії кнурам-плідникам ІІ і ІІІ груп протягом 60-ти діб порівняно з контролем сприяло більш інтенсивному відновленню глутатіону в спермі за максимальної температури інкубування (табл. 3.53).

Таблиця 3.53

Вплив вітамінної добавки на вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$, n=6

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,30±0,05	0,23±0,03	0,20±0,02	0,21±0,04
	II	0,28±0,04	0,30±0,06	0,39±0,05 [□]	0,28±0,05
	III	0,31±0,06	0,42±0,05 [□]	0,26±0,04	0,31±0,03
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	0,39±0,07	0,29±0,04	0,33±0,04	0,30±0,04
	II	0,36±0,05	0,48±0,06	0,46±0,07	0,43±0,05
	III	0,41±0,09	0,50±0,05	0,53±0,08	0,47±0,06
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	0,52±0,06	0,39±0,05	0,36±0,05	0,45±0,08
	II	0,62±0,11	0,43±0,07	0,54±0,09	0,47±0,06
	III	0,54±0,10	0,49±0,04	0,60±0,08	0,50±0,09

Примітка: [□]- $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

Найбільша міжгрупова різниця була відмічена на 30-у добу основного періоду у спермі кнурів ІІІ групи і склала 1,8 ($p < 0,05$) раза, а на 60-у добу основного періоду - ІІ групи 1,9 ($p < 0,05$) раза, порівняно з котрольною

групою. По закінченні заключного періоду найбільшу кількість відновленого глутатіону було відмічено у тварин III групи, а найменшу – I групи. Встановлена тенденція міжгрупової різниці концентрації даного антиоксиданта зберігалась при інкубуванні зразків за температур 17⁰С та 5⁰С до закінчення експерименту.

Концентрація АК у зразках сперми дослідних груп після інкубування за температури 38⁰С змінювалась неоднаково (табл. 3.54).

Таблиця 3.54

Вплив вітамінної добавки на вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Аскорбінова кислота, ммоль/л	t = 38 ⁰ С				
	I	5,22±0,05	4,51±0,05	5,37±0,06	4,92±0,07
	II	5,46±0,04	6,79±0,03 ^{□□□}	7,64±0,08 ^{***} □□□	6,53±0,05
	III	6,21±0,07	4,37±0,04 ^{***}	3,86±0,05 ^{***} □□□	4,09±0,03
	t = 17 ⁰ С				
	I	7,29±0,25	5,82±0,62	5,49±0,62	6,43±1,05
	II	9,41±0,68	11,36±1,21 ^{□□}	9,28±0,85 [□]	8,72±1,23
	III	7,63±0,56	6,94±0,93	4,75±0,53	6,29±0,74
	t = 5 ⁰ С				
	I	12,18±2,23	7,69±0,68	8,64±0,97	10,13±1,22
	II	15,59±2,74	9,37±1,40	10,78±1,31	12,88±2,36
	III	13,72±1,63	6,06±0,78 ^{**}	6,55±0,63	8,61±0,83
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	t = 38 ⁰ С				
	I	7,34±1,05	8,47±1,53	7,62±1,24	7,12±1,43
	II	8,09±1,20	9,55±0,81	10,47±0,89	7,51±1,14
	III	7,51±1,43	8,39±0,40	9,84±1,13	6,46 ±0,75
	t = 17 ⁰ С				
	I	8,97±0,74	10,85±1,22	12,18±1,67	11,75±2,46
	II	11,68±1,13	13,37±2,88	9,05±1,21	8,37±0,86
	III	10,40±1,55	14,29±1,64	13,52±1,09	11,56±1,35
	t = 5 ⁰ С				
	I	19,37±1,44	13,03±1,38 [*]	14,25±2,47	18,10±1,74
	II	18,62±2,03	11,29±1,60	9,23±1,66 [*]	9,24±0,65 ^{**□□}
	III	15,31±1,27	8,05±0,82	11,32±1,19	9,80±1,35 [□]

Примітка: * - p<0,05; ** - p<0,01 – порівняно з підготовчим періодом;

□- $p < 0,05$; □□- $p < 0,01$; □□□- $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем)

Так, по закінченні основного і заключного періодів порівняно з контролем у зразках II групи вміст цієї кислоти був вищим ($p < 0,001$), а у зразках III групи нижчим ($p < 0,001$), що очевидно обумовлено її окисненням до ДАК.

Інкубування сперми від кнурів-плідників II групи в нижчих температурах 17°C призводило до зростання концентрації АК на 95,2 % ($p < 0,001$) (30-та доба), 69,03% ($p < 0,001$) (60-та доба) та 35,6% (90-та доба), відносно контролю. Подібна тенденція спостерігалась і при інкубації сперми за температури 5°C , але із значно нижчим вмістом АК.

Додавання вітамінної добавки до корму кнурів-плідників істотно впливало на перерозподіл кількості вітамінів антиоксидантної дії у спермі (табл. 3.55).

При інкубуванні сперми за температури 38°C , у зразках III групи вміст вітаміну А і вітаміну Е зростав на 31,4 і 56,4% (30-та доба), 49,5 і 32,5% (60-та доба), 31,8 і 81,2% (заклучний період) відносно II-ї групи. Схожа тенденція динаміки вітамінів А і Е спостерігалась і при зниженій температурі інкубування сперми проте з більшою міжгруповою різницею. Так, зниження температури інкубування сперми до 5°C сприяло збереженню кількості вітамінів антиоксидантної дії. Максимальна міжгрупова різниця за концентрацією вітаміна А склала 49,2 і 22,9% (30-та доба), 67,1 і 96,4% ($p < 0,01$) (60-та доба), 14,01 і 84,5% ($p < 0,01$) (заклучний період) відносно контрольної групи.

Вміст вітаміну Е був найвищим у III-групі і перевищував показники контрольної групи у 2,03 ($p < 0,01$) (30-а доба основного періоду), 3,3 ($p < 0,01$) (60-а доба основного періоду) і 1,6 разів (заклучний період).

Таблиця 3.55

Вплив вітамінної добавки на вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Вітамін А ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	1,20 \pm 0,32	-	-	-
	II	1,05 \pm 0,16	1,37 \pm 0,19	2,04 \pm 0,31	1,70 \pm 0,13
	III	1,12 \pm 0,23	1,80 \pm 0,20	3,05 \pm 0,56	2,24 \pm 0,301
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	1,58 \pm 0,33	1,08 \pm 0,23	-	-
	II	1,72 \pm 0,29	2,14 \pm 0,47	1,68 \pm 0,30	1,75 \pm 0,24
	III	1,28 \pm 0,27	2,23 \pm 0,16	2,39 \pm 0,29	1,80 \pm 0,31
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	2,58 \pm 0,41	1,87 \pm 0,26	1,67 \pm 0,24	2,07 \pm 0,30
	II	2,09 \pm 0,37	2,79 \pm 0,52	2,79 \pm 0,31	2,36 \pm 0,38
	III	2,60 \pm 0,25	2,30 \pm 0,34	3,28 \pm 0,29 \square	3,82 \pm 0,27 \square
Вітамін Е, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	1,16 \pm 0,24	-	-	-
	II	1,02 \pm 0,16	1,33 \pm 0,27	1,94 \pm 0,13 **	1,44 \pm 0,20
	III	1,23 \pm 0,20	2,08 \pm 0,35	2,57 \pm 0,45	2,61 \pm 0,38
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	2,49 \pm 0,53	-	-	-
	II	2,67 \pm 0,42	1,75 \pm 0,21	2,67 \pm 0,24	2,11 \pm 0,40
	III	2,22 \pm 0,49	3,09 \pm 0,34	4,46 \pm 0,39 $^{\circ}$	3,32 \pm 0,27
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	3,18 \pm 0,46	2,09 \pm 0,30	1,79 \pm 0,33	2,37 \pm 0,39
	II	3,52 \pm 0,37	3,12 \pm 0,52	4,32 \pm 0,50 \square	3,08 \pm 0,42
	III	2,48 \pm 0,46	4,25 \pm 0,39 \square	5,95 \pm 0,62 $^{**\square}$	3,94 \pm 0,51

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом; \square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем); $^{\circ}$ - $p < 0,05$ – порівняно з першою групою.

3.3.1.3. Якість спермопродукції кнурів-плідників

Отримані дані експерименту свідчать про істотний вплив теплового стресу на кількісні і якісні показники отриманих еякулятів, що проявлялось у зменшенні їх ваги на 30-у і 60-ту доби відповідно на 4,27 % і 10,87%. При цьому після дії негативного фактору тривала щонайменше 30 діб (табл. 3.56).

Таблиця 3.56

Кількісні і якісні показники еякулятів кнурів-плідників, $M \pm m$, $n = 6$

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-та доба	60-та доба	
Вага еякуляту, г				
I	277,33 ± 15,57	265,50 ± 20,03	247,17 ± 8,15	251,83 ± 2,24
II	284,67 ± 17,16	296,00 ± 18,25	279,83 ± 29,35	29,50 ± 15,93
III	258,17 ± 16,06	279,00 ± 20,35	284,67 ± 16,75	294,83 ± 11,03
Концентрація сперматозоїдів, млрд/см ³				
I	0,176 ± 0,015	0,173 ± 0,009	0,170 ± 0,018	0,171 ± 0,013
II	0,164 ± 0,008	0,172 ± 0,011	0,168 ± 0,008	0,158 ± 0,008
III	0,193±0,010	0,194±0,013	0,193±0,014	0,170±0,009
Активність сперматозоїдів, %				
I	93,50 ± 2,72	90,83 ± 1,37	86,33 ± 3,93	89,67 ± 3,20
II	92,33 ± 2,70	90,50 ± 3,82	87,66 ± 4,75	90,83 ± 2,52
III	91,67 ± 2,44	92,66 ± 2,03	95,50 ± 1,46	92,33 ± 1,25
Терморезистентність, %				
I	84,33 ± 5,64	78,50 ± 2,81	74,83 ± 4,53	78,17 ± 7,62
II	87,17 ± 4,05	80,33 ± 5,69	79,16 ± 5,82	83,83 ± 5,28
III	84,50 ± 3,02	83,67 ± 2,93	82,83 ± 2,88	86,33 ± 3,28
Кількість сперміїв в еякуляті, млрд				
I	49,57 ± 6,88	46,84 ± 5,94	41,44 ± 3,39	44,20 ± 7,14
II	46,38 ± 2,53	51,64 ± 6,07	47,40 ± 5,93	41,41 ± 9,08
III	50,46 ± 5,52	54,66 ± 6,79	55,75 ± 6,94	50,66 ± 9,59

Тварини 2-ї і 3-ї дослідних груп, які отримували вітамінну кормову добавку характеризувались переважанням даного показника по закінченню першого місяця згодовування відповідно на 11,7 % і 5,3 %, а також другого місяців – 12,9 % і 15,2 % відносно контролю. По завершенні заключного

періоду дана закономірність зберігалась, де різниця складала 11,7 % і 17,1 % на користь тварин дослідних груп.

Вплив згодовування вітамінної добавки на концентрацію сперматозоїдів в еякуляті був незначним. Однак у зв'язку із різною вагою отриманих еякулятів відмічено стимулюючий вплив додаткового згодовування вітамінів антиоксидантної дії на процеси сперматогенезу, особливо в період теплового стресу, коли потреба в біологічно активних речовинах зростає. Це підтверджується істотним збільшенням загальної кількості сперматозоїдів у 2-й і 3-й дослідних групах відповідно на 11,0 і 18,0 % по закінченні 30-ї доби згодовування та 12,02 % і 31,01% на 60-та добу згодовування відносно контролю. В хаключний період експерименту зберігалась тенденція до збільшення кількості даних гамет у тварин, що вживали вітамінну добавку.

Визначення активності сперматозоїдів, показало значий вплив теплового стресу, який найбільш відчутно проявлявся у її зниженні на 60-у добу – 7,7% та заключний період – 4,3% відносно початку експерименту. Згодовування тваринам на 10% більше вітамінної добавки незапобігало негативній дії призводячи до незначної втрати рухливості цих гамет. Зішення кількості на 20% більше від норми сприяло покращенню функціональної активності сперматозоїдів, де міжгрупова різниця склала 10,4% порівняно із контрольною групою.

Функціональна активність сперматозоїдів змінювалась залежно від терміну перебування тварин в умовах підвищених температур. Так, після 30-ти добового впливу негативного фактору рівень терморезистентності цих клітин знижувався на 6,8% та 60-ї доби – 11,3%. При цьому додавання на 10 % понад норму вітамінів протягом двох місяців в незначній мірі нівелює дію теплового стресу, що супроводжується зменшенням виживаності сперматозоїдів на 8,9% порівняно з контрольною групою. Згодовування на 20 % понад норму вітамінів-антиоксидантної дії у складі кормосуміші

кнуррам-плідникам запобігало розвитку теплового стресу, а рівень терморезистентності у цих клітин переважав на 6,58 % (30-та доба), 10,69 % (60-та доба), 10,44 % (заключний період) відносно інтактної групи.

Встановлені особливості, щодо впливу теплового стресу на організм кнурів-плідників підтверджуються експериментами Шості А.М. і Рокотянської В.О. [218, 220].

За узагальненими результатами досліджень було запропоновано ефективний спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу [130].

3.3.1.4. Морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз. Результати проведених експериментів, вказують на істотну дію теплового стресу на морфометричні параметри сперматозоїдів кнурів-плідників (табл. 3.57).

Насамперед це проявляється тенденції до зменшення розмірів цих гамет – загальної їх довжини та довжини головки по закінченні першого місяця перебування при підвищених температурах. Більш виразні зміни у сперматозоїдах відбувались з корекції вітамінного живлення цих тварин, в напрямку збільшення їх загальної довжини, довжини головки, ширини головки у тварин другої групи відповідно на 5,9%; 7,6 ($p < 0,001$) і 9%, а третьої – 4,8%; 8,4% та 18,4% ($p < 0,001$).

Таблиця 3.57

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на морфологічні показники сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$, $n=6$

Параметри сперматозоїдів	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Довжина сперматозоїда	I	58,67 \pm 0,149	56,27 \pm 0,111	57,37 \pm 0,144	58,04 \pm 0,132
	II	56,13 \pm 0,174	59,42 \pm 0,172	61,27 \pm 0,163***	56,27 \pm 0,124
	III	57,42 \pm 0,151	60,20 \pm 0,247	62,29 \pm 0,125***	62,00 \pm 0,127 $\square\square\square$
Довжина головки	I	8,87 \pm 0,027	8,65 \pm 0,035	8,92 \pm 0,029	8,78 \pm 0,015
	II	8,72 \pm 0,031	9,38 \pm 0,018***	8,90 \pm 0,016	9,09 \pm 0,030
	III	8,89 \pm 0,025	9,64 \pm 0,021	9,85 \pm 0,021	10,20 \pm 0,022***
Ширина головки	I	4,86 \pm 0,020	4,93 \pm 0,041	4,75 \pm 0,030	4,78 \pm 0,021
	II	4,70 \pm 0,031	5,12 \pm 0,036	5,43 \pm 0,026***	5,24 \pm 0,028
	III	4,73 \pm 0,014	5,60 \pm 0,025***	5,83 \pm 0,022***	5,63 \pm 0,017***

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Після двох місячного перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур у контрольній групі відбувався розвиток адаптаційних процесів спрямованих на відновлення розмірів сперматозоїдів до початкових розмірів. Однак у тварин, що отримували вітамінну добавку спостерігалось подальше збільшення загальної довжини цих гамет та ширини головки у другій групі відповідно на 9,2% ($p < 0,001$) і 15,5% ($p < 0,001$), а третій – 8,4% ($p < 0,001$) та 23,3% ($p < 0,001$) відносно початкового періоду.

Порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про суттєвий вплив вживання вітамінної добавки. Так, після 30-ї доби від початку експерименту у кнурів-плідників III-ї групи спостерігалось переважання морфометричних показників сперматозоїдів за загальною довжиною на 7%, довжиною головки - 11,4% та шириною голівки – 13,6% ($p < 0,001$) відносно контролю. По

закінченні 60-ї доби досліджень виявлено подальше збільшення розмірів сперматозоїдів залежно від вживаної дози вітамінів. Так, підвищення кількості згодовуванх вітамінів на 10% понад норму збільшує довжину сперматозоїдів на 6,8% ($p < 0,001$), довжину головки - 11,4% та ширину головки – 22,7% ($p < 0,001$) порівняно із контрольною групою. Підвищення кількості цих сполук на 20% понад норму збільшенню величини гамет на 8,6% ($p < 0,001$) загальної їх довжини, 10,4% довжини головки і 22,7% ($p < 0,001$) ширини головки відносно інтактних тварин.

Біологічний ефект після згодовування вітамінів антиоксидантної дії тривав щонайменше один місяць. Це проявлялось у збільшенні загальної довжини сперматозоїдів на 6,8%, що відбувається в основному за рахунок довжини і ширини головки відповідно на 16,2% та 17,8% порівняно до контролю.

Встановлена біологічна дія від згодовування підвищеної кількості вітамінів антиоксидантної дії у раціоні полягала у збільшенні розмірів живих сперматозоїдів у спермодозах кнурів-плідників через напівпрониклу клітинну оболонку для води, що очевидно обумовлено їх набуханням та зміною форм хвостів (утворення петель), тоді як мертві гамети майже незмінюють свою форму і розміри.

Отримані результати експериментів свідчать про те, що після згодовування вітамінної добавки кнурам дослідних груп в порівнянні з контрольною встановлено велику активність сперматозоїдів в зберігаємій спермі при температурі $+38^{\circ}\text{C}$ після першого і другого місяця вживання відповідно на 8,5 і 13,9% ($p < 0,01$) (II-а група) і 10,1 і 26,4% ($p < 0,001$) (III-а група) (табл. 3.58).

Таблиця 3.58.

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на активність сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Активність	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	68,07 \pm 2,34	60,21 \pm 1,44	54,74 \pm 1,37**	58,93 \pm 1,12
	II	67,90 \pm 2,05	65,36 \pm 2,05	62,34 \pm 1,21 \square	61,40 \pm 1,36
	III	67,05 \pm 1,84	66,29 \pm 1,90	69,21 \pm 1,05 $\square\square$	68,31 \pm 2,05 $\square\square$
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	92,70 \pm 2,55	85,62 \pm 2,44	83,63 \pm 1,05*	85,90 \pm 2,35
	II	90,26 \pm 2,13	87,14 \pm 3,16	82,17 \pm 2,23*	84,61 \pm 1,27
	III	90,91 \pm 1,93	91,50 \pm 2,03	92,30 \pm 2,11 \square	90,36 \pm 2,03
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	78,34 \pm 0,95	76,12 \pm 3,69	70,19 \pm 1,13**	74,82 \pm 2,85
	II	79,62 \pm 1,41	78,19 \pm 4,14	79,93 \pm 0,44 $\square\square\square$	78,31 \pm 3,11
	III	76,14 \pm 1,69	76,45 \pm 3,11	80,96 \pm 1,88 $\square\square$	80,52 \pm 2,61

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;

\square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Тестування спермодоз на виживаність сперматозоїдів (терморезистентність) показало істотне підвищення їх активності у тварин, які отримували максимальну кількість вітамінної добавки (табл. 3.59).

У спермодозах кнурів, які отримували на 20% більше цих біологічно активних речовин з кормом, виживаність сперматозоїдів була максимальною, перевищуючи на 15,6 ($p < 0,05$) (30-а доба), 21,1 ($p < 0,001$) (60-а доба) і 20,6% ($p < 0,01$) (заключний період) відносно інтактної групи.

Таблиця 3.59

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на терморезистентність і термостресстійкість сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Термострес стійкість	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	54,62 \pm 1,41	50,37 \pm 2,74	50,91 \pm 2,03	52,86 \pm 2,53
	II	58,33 \pm 2,44	59,11 \pm 1,86 \square	61,17 \pm 2,39 \square	58,45 \pm 2,27
	III	58,12 \pm 2,97	58,71 \pm 2,07	64,19 \pm 2,07 $\square\square$	61,62 \pm 1,88 \square
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	60,14 \pm 2,77	53,12 \pm 2,14	54,71 \pm 1,91	52,68 \pm 2,33
	II	60,86 \pm 3,11	58,47 \pm 1,95	56,86 \pm 2,23	53,18 \pm 3,11
	III	56,28 \pm 1,23	59,05 \pm 1,84	57,17 \pm 1,18	58,72 \pm 1,73
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	46,22 \pm 1,56	42,74 \pm 1,30	43,84 \pm 1,68	44,31 \pm 1,89
	II	43,18 \pm 2,08	45,28 \pm 1,57	48,14 \pm 1,36	44,28 \pm 0,96
	III	42,36 \pm 1,91	48,40 \pm 1,44	51,12 \pm 1,29*	48,77 \pm 1,46
Терморезистентність	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	62,42 \pm 2,38	59,86 \pm 2,91	56,72 \pm 1,54	58,21 \pm 1,22
	II	61,96 \pm 2,14	64,87 \pm 2,22	63,41 \pm 0,85 \square	65,18 \pm 2,49
	III	62,85 \pm 1,96	69,18 \pm 1,54* \square	72,33 \pm 1,32*** $\square\square\square$	70,19 \pm 2,17** $\square\square$
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	76,33 \pm 2,13	71,53 \pm 2,07	68,14 \pm 1,84*	72,73 \pm 2,29
	II	75,14 \pm 2,23	73,19 \pm 2,38	70,98 \pm 2,07	75,19 \pm 2,63
	III	73,60 \pm 2,07	74,82 \pm 1,39	78,34 \pm 2,19 \square	77,43 \pm 1,64
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	63,82 \pm 2,50	52,41 \pm 1,82*	56,71 \pm 2,16	57,15 \pm 1,93
	II	65,91 \pm 2,39	55,93 \pm 2,31	55,25 \pm 2,68	56,24 \pm 1,78
	III	60,47 \pm 2,64	57,38 \pm 1,37	63,18 \pm 1,80	62,18 \pm 1,37

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; \square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Визначення термостресстійкості показало, що спермодози кнурів III-ї групи після двомісячного вживання вітамінної добавки характеризувалися більш високою активністю сперматозоїдів, а у тварин I-ї групи - мінімальною. Максимальна міжгрупова різниця становила – 26,1% (60-а доба) і 16,6% (заключний період).

Важливо відзначити, що в спермодозах тварин, які отримували 20% вітамінів антиоксидантної дії більше норми, виявлено найменшу кількість патологічних форм сперматозоїдів, а у представників, які не отримували вітамінну добавку, - найбільшу, де міжгрупова різниця становила, після закінчення основного періоду, 2,7 раза ($p < 0,05$) і після закінчення експерименту – 1,7 раза ($p < 0,01$) (табл. 3.60).

Таблиця 3.60

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на якісні показники сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період	
			30-а доба	60-а доба		
Патологічні форми	$t = 38^{\circ}\text{C}$					
	I	7,16 \pm 1,11	9,27 \pm 2,23	12,90 \pm 1,69*	8,81 \pm 1,20	
	II	6,63 \pm 1,27	7,63 \pm 1,63	6,48 \pm 1,11 \square	7,53 \pm 1,45	
	III	7,94 \pm 1,08	5,81 \pm 0,63	4,71 \pm 0,88 $\square\square$	5,27 \pm 1,61	
	$t = 17^{\circ}\text{C}$					
	I	6,25 \pm 0,83	8,45 \pm 0,70	9,16 \pm 1,20	9,03 \pm 1,25	
	II	7,08 \pm 0,75	5,94 \pm 0,91	5,06 \pm 1,08	7,24 \pm 1,09	
	III	6,93 \pm 1,23	4,39 \pm 0,68	3,81 \pm 0,60	4,08 \pm 0,81	
	$t = 5^{\circ}\text{C}$					
	I	8,17 \pm 1,44	12,17 \pm 2,31	11,52 \pm 1,07	9,31 \pm 1,32	
	II	7,11 \pm 0,97	6,73 \pm 0,92	7,03 \pm 0,84 \square	7,68 \pm 1,08	
	III	10,90 \pm 1,27	7,08 \pm 0,72	6,42 \pm 0,76* \square	6,56 \pm 0,97	
	Цілісність акросом	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
		I	51,24 \pm 4,27	49,36 \pm 3,50	46,12 \pm 2,22	45,26 \pm 2,78
		II	49,85 \pm 3,71	61,39 \pm 2,88 \square	58,44 \pm 1,93 $\square\square$	52,82 \pm 2,05
III		55,67 \pm 2,94	68,16 \pm 3,12 $\square\square$	66,75 \pm 1,62 $\square\square\square$	62,16 \pm 1,13 $\square\square$	
$t = 17^{\circ}\text{C}$						
I		93,16 \pm 3,63	75,16 \pm 3,24*	77,80 \pm 2,71*	87,44 \pm 2,41	
II		92,90 \pm 2,87	88,20 \pm 2,83	84,21 \pm 3,80	83,19 \pm 2,96	
III		90,45 \pm 2,56	91,67 \pm 2,20 $\square\square$	92,46 \pm 2,96 \square	92,89 \pm 3,16	
$t = 5^{\circ}\text{C}$						
I		40,38 \pm 2,23	37,60 \pm 2,70	36,12 \pm 3,06	39,90 \pm 2,08	
II		43,64 \pm 3,11	45,76 \pm 3,11	43,76 \pm 3,11	41,16 \pm 2,93	
III		39,61 \pm 2,94	50,05 \pm 2,26* \square	50,05 \pm 1,78* \square	44,26 \pm 3,48	

Примітка: * - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом;

\square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою

(контролем).

Зберігання спермодоз при температурі 17⁰С супроводжувалося збільшенням функціональної активності сперматозоїдів у кнурів після 30-х діб вживання вітамінів антиоксидантної дії на 1,8% (II-а група) і 6,7% (III-я група) щодо контрольної групи. Однак, по закінченні вживання вітамінів на 10% більше норми, активність сперматозоїдів тварин була менше на 1,8%, а у тварин, які отримували максимальну кількість цих речовин, їх активність зростала на 10,4% ($p < 0,05$) щодо інтактних. Така закономірність проіснувала до завершення експерименту.

Важливо відзначити, що згодовування вітамінної добавки в кількості на 10% більше основного раціону позитивно позначалося на рівні виживання сперматозоїдів, перевищуючи на 8,4% (30-у добу), 4,17 (60-у добу) щодо інтактних тварин. Збільшення дози мікроелементів в раціоні на 20% перевищує норму збільшувало рівень терморезистентності сперматозоїдів після двомісячного вживання ($p < 0,05$) і на протязі заключного періоду.

Дослідження сперматозоїдів на стійкість до мінливих температур показали, що тварини III-ї групи, по закінченню основного періоду, мали на 3,9% більшу термостресстійкість щодо інтактної групи. Дана тенденція зберігалася по закінченню експерименту. В еякуляті кнурів цієї групи спостерігалася істотне зменшення кількості аномальних форм в 1,8 раза після 60-ти днів основного періоду і 1,2 раза по закінченню заключного періоду експерименту щодо контрольної групи. Вживання вітамінів антиоксидантної дії в кількості, що перевищує на 10% в основному раціоні сприяло незначному зниженню кількості аномальних форм сперматозоїдів.

Встановлено, що зберігання еякуляту при температурі 17⁰С сприяло у багатьох сперматозоїдів появі ушкоджень - цілісності акросом. Додаткове вживання вітамінної добавки кнурами II-ї і III-ї груп сприяло збереженню цілісності акросом, де міжгрупова різниця склала 17,5 і 21,9% (30-а доба основного періоду); 8,2 і 18,8% (60-а доба основного періоду) відповідно. Така тенденція зберігалась і впродовж заключного періоду.

Введення вітамінів антиоксидантної дії в корм кнурам III-ї групи протягом двох місяців збільшувало здатність до запліднення сперматозоїдів в зберігаємих спермодозах при температурі 17⁰С, яка була вище на 19,7 (p<0,05) % щодо I-ї групи і на 4,6% - II-ї групи.

В процесі зберігання спермодоз при температурі нижче теплового шоку - +5⁰С встановлено зниження функціональної активності сперматозоїдів у порівнянні зі збереженням при температурах 17⁰С і 38⁰С. Виявлено біологічні ефекти в сперматозоїдах залежали від дози згодовування вітамінів. Так, підвищення кількості мікроелементів в раціоні на 10% і 20% покращувало рухливість сперматозоїдів щодо контрольної групи. Найбільша різниця за цим показником між II-й і III-й групами була встановлена після 60-х діб вживання добавки і склала 1,3%, а по закінченню експерименту – 2,8%.

Після зберігання сперми при 5⁰С виявлено незначне підвищення стійкості сперматозоїдів після терморезистентної проби. Особливо чутливими сперматозоїди виявилися у кнурів, які отримували максимальну кількість мікроелементів, де зі збільшенням терміну їх вживання активність цих гамет істотно зростала 11,4% порівняно з контрольною групою. Рівень терморезистентності сперматозоїдів був вищим у тварин III-ї групи на 2,6% (30-у добу), 14,3% (60-у добу) і 10,6% (заключний період) щодо II-ї групи.

Рівень термостресстійкості сперматозоїдів у кнурів-плідників був вищий (p<0,05) після закінчення другого місяця згодовування максимальної кількості мікроелементної вітамінної добавки – на 11,4% порівняно з інтактними тваринами. Такий ефект тривав і протягом останніх 30 діб експерименту.

Згодовування вітамінної добавки сприяло зменшенню аномальних форм сперматозоїдів, особливо у кнурів III-ї групи по закінченню основного і заключного періоду, кількість яких була меншою відповідно в 1,8 (p<0,05) і 1,4 рази в порівнянні з контрольною групою. Найбільш стабільними виявилися акросоми у тварин, які отримували 20% добавку цих речовин, де міжгруповая різниця становила 9,4 (30-а доба основного періоду), 13,6 (60-а

доба основного періоду) і 7,5% (заклучний період) в порівнянні з групою яка отримувала меншу кількість вітамінів антиоксидантної дії.

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на морфологічні-фізіологічні показники сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз.

Отримані результати експериментів свідчать про те, що після згодовування вітамінної добавки кнурам дослідних груп в порівнянні з контрольною встановлено велику активність сперматозоїдів в зберігаємих спермодозах при температурі +38⁰C після першого і другого місяця вживання відповідно на 6,9 і 6,4% (II-а група) і 10,6 і 9,5% (p<0,01) (III-а група) (табл. 3.61). Впродовж заклучного періоду активність сперматозоїдів у досліджуваних спермодозах була також вищою відносно контрольної групи на 4,8 і 30,4% (p<0,01) відповідно.

Таблиця 3.61

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на активність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз, %, М ± m, n=6

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
		30-а доба	60-а доба	
t = 38 ⁰ C				
I	55,02±2,00	45,61±1,08**	50,88±1,15	52,37±1,51
II	57,24±1,74	48,77±1,96*	54,16±1,33	54,87±1,36
III	58,44±2,13	50,43±2,21	59,33±1,05□□	68,31±1,12□□
t = 17 ⁰ C				
I	83,24±2,23	76,51±2,08	72,30±1,15**	74,62±2,09
II	81,46±1,96	79,61±2,31	76,43±1,90	76,28±1,21
III	80,84±1,46	81,34±1,46	88,36±1,88□□□	81,41±1,52□
t = 5 ⁰ C				
I	63,31±1,34	60,20±1,55	56,85±2,03*	58,36±1,46
II	60,21±2,22	68,06±1,83	69,02±1,15*□□	66,04±2,11□
III	60,87±1,91	69,42±1,61*	72,13±1,96**□□	71,38±2,27□□

Примітка: * - p<0,05; ** - p<0,01 – порівняно з підготовчим періодом; □ - p<0,05; □□ - p<0,01; □□□ - p<0,001 – порівняно з першою групою (контролем).

Тестування еякулятів на виживаність сперматозоїдів (терморезистентність) показало істотне підвищення їх активності у тварин, які отримували максимальну кількість вітамінної добавки (табл. 3.62).

Таблиця 3.62

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на виживаність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Термострес стійкість	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	44,27 \pm 1,98	40,33 \pm 2,46	42,69 \pm 2,31	45,62 \pm 2,38
	II	46,62 \pm 2,83	45,50 \pm 1,98	54,71 \pm 2,09 \square	49,31 \pm 3,05
	III	44,95 \pm 2,33	46,96 \pm 1,75	55,62 \pm 1,77 $^{**\square}$	53,46 \pm 1,67 \square
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	56,23 \pm 2,41	50,34 \pm 2,34	49,62 \pm 1,87	50,24 \pm 2,07
	II	55,32 \pm 2,76	51,62 \pm 1,54	52,30 \pm 1,99	50,97 \pm 2,34
	III	52,91 \pm 2,04	53,09 \pm 1,33	54,94 \pm 1,75	55,92 \pm 1,95
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	38,09 \pm 1,34	34,51 \pm 1,21	35,19 \pm 1,27	37,87 \pm 2,03
	II	37,84 \pm 2,23	37,41 \pm 1,68	39,52 \pm 1,68	39,52 \pm 1,42
	III	35,27 \pm 1,66	39,73 \pm 1,83	43,24 \pm 2,16 \square	42,95 \pm 2,17
Терморезистентність	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	55,64 \pm 2,43	49,13 \pm 2,20	47,19 \pm 2,01	48,82 \pm 1,37
	II	53,38 \pm 2,09	54,16 \pm 1,85	56,64 \pm 1,24 $\square\square$	55,92 \pm 1,31 \square
	III	52,91 \pm 2,76	54,67 \pm 1,60	59,46 \pm 2,19 $\square\square$	58,28 \pm 2,23 \square
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	60,42 \pm 1,46	52,95 \pm 1,76 *	51,22 \pm 2,43 *	53,95 \pm 1,45
	II	61,07 \pm 1,80	55,34 \pm 2,96	55,64 \pm 1,96	56,34 \pm 1,82
	III	59,82 \pm 1,98	61,08 \pm 1,87 \square	60,41 \pm 2,07 \square	61,18 \pm 1,51 \square
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	57,23 \pm 2,38	49,84 \pm 1,74	48,41 \pm 2,02 *	51,94 \pm 2,18
	II	60,91 \pm 2,09	50,27 \pm 1,31	52,63 \pm 1,64	53,21 \pm 1,33
	III	56,21 \pm 2,15	53,22 \pm 1,90	57,34 \pm 1,43 \square	56,43 \pm 1,94

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; \square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$; $\square\square\square$ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

У спермодозах кнурів, які отримували на 20% більше цих біологічно активних речовин з кормом, виживаність сперматозоїдів була максимальною, перевищуючи на 11,3 (30-а доба), 26,0 (60-а доба) ($p < 0,01$) і 19,4% ($p < 0,05$) (заключний період) відносно інтактної групи. У спермодозах кнурів II групи

спостерігалась така ж тенденція, але з меншою міжгруповою різницею відносно контролю.

Визначення термостресстійкості показало, що спермодози кнурів III-ї групи після двомісячного вживання вітамінної добавки характеризувалися більш високою активністю сперматозоїдів, а у тварин I-ї групи - мінімальної. Максимальна міжгрупова різниця становила – 16,4% (30-а доба), 30,3% (60-а доба) ($p < 0,01$) і 17,2% (заклучний період) ($p < 0,05$).

Важливо відзначити, що в спермодозах тварин, які отримували 20% вітамінів антиоксидантної дії більше норми, виявлено найменшу кількість патологічних форм сперматозоїдів, а у кнурів, які не отримували вітамінну добавку, - найбільшу, де міжгрупова різниця становила 1,7 раза (30-а доба), 2,1 раза (60-а доба) і 1,7 раза (заклучний період) (табл. 3.63).

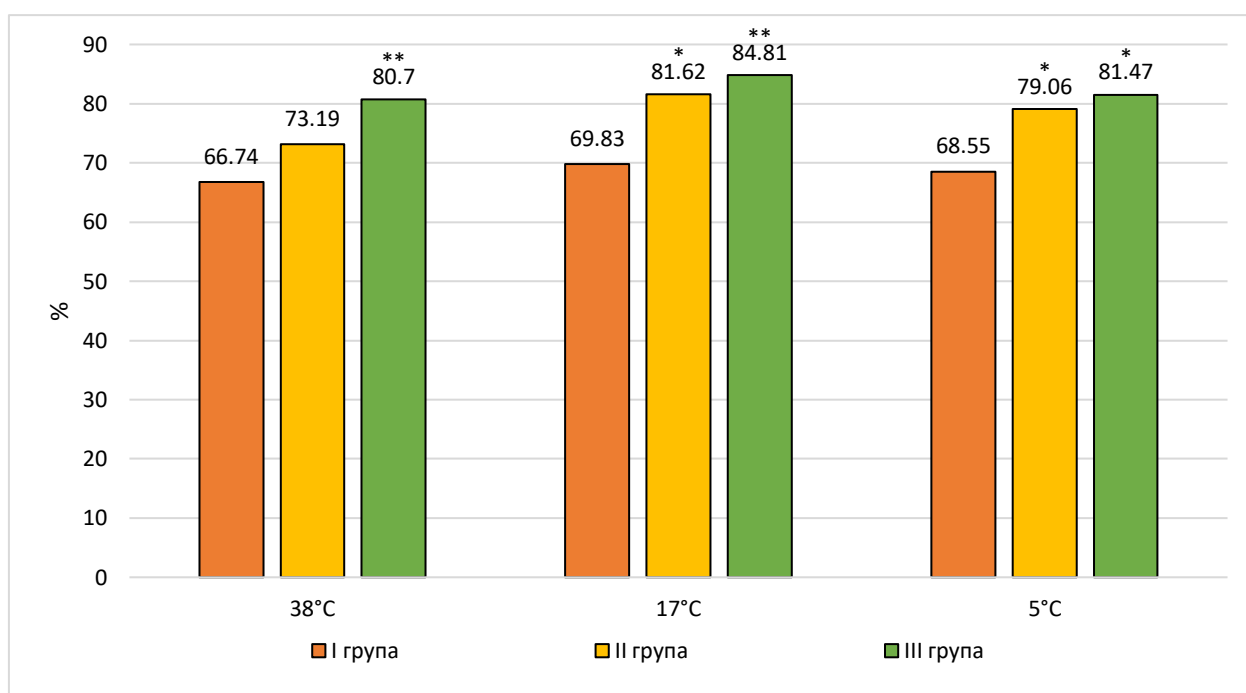
Таблиця 3.63

Вплив вітамінів антиоксидантної дії на якісні показники сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$, $n=6$

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
			30-а доба	60-а доба	
Патологічні форми	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	9,47 \pm 1,52	10,88 \pm 1,09	14,62 \pm 1,98	11,62 \pm 2,41
	II	8,34 \pm 1,71	8,42 \pm 1,40	8,61 \pm 1,79	8,85 \pm 1,87
	III	9,91 \pm 1,17	6,37 \pm 0,93	6,81 \pm 1,22 \square	6,83 \pm 1,90
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	8,97 \pm 1,42	12,71 \pm 0,92	10,64 \pm 1,88	11,08 \pm 2,13
	II	9,46 \pm 1,48	7,25 \pm 1,31 \square	7,66 \pm 1,24	8,76 \pm 1,09
	III	8,44 \pm 1,09	5,85 \pm 0,94 $\square\square$	5,08 \pm 0,97 \square	6,85 \pm 1,76
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	9,75 \pm 2,07	13,90 \pm 1,52	13,95 \pm 2,10	10,54 \pm 1,83
	II	8,62 \pm 1,27	8,62 \pm 1,31 \square	8,76 \pm 1,19	9,78 \pm 0,90
	III	11,73 \pm 1,68	8,12 \pm 1,09 \square	7,95 \pm 1,31	7,84 \pm 0,88
Цілісність акросом	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	46,52 \pm 3,52	43,46 \pm 2,77	42,43 \pm 1,47	41,03 \pm 1,83
	II	49,92 \pm 2,90	50,62 \pm 2,21	54,08 \pm 1,60	49,70 \pm 2,42
	III	48,07 \pm 3,08	59,62 \pm 1,74 $\square\square$	61,49 \pm 2,16 $\square\square\square$	56,91 \pm 1,94 $\square\square$
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	89,25 \pm 1,96	69,84 \pm 2,17 $\square\square$	71,43 \pm 2,86 $\square\square$	77,62 \pm 2,66
	II	87,62 \pm 1,13	83,26 \pm 1,55 $\square\square$	79,93 \pm 3,10	78,62 \pm 2,09
	III	86,37 \pm 1,90	85,12 \pm 2,67 $\square\square$	87,95 \pm 2,38 $\square\square$	85,61 \pm 2,82
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	35,12 \pm 1,85	31,62 \pm 2,19	32,83 \pm 2,41	34,70 \pm 2,30
	II	38,25 \pm 2,63	41,27 \pm 2,46	37,66 \pm 2,75	35,55 \pm 3,52
	III	36,18 \pm 2,70	46,83 \pm 2,53 $\square\square$	46,62 \pm 3,08 \square	40,93 \pm 2,63

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Запліднення свиноматок спермодозами кнурів, які протягом двох місяців отримували вітамінну добавку, показало вищу біологічну повноцінність спермодоз після зберігання і інкубування при температурі 38°C (рис. 3.5). Міжгрупова різниця порівняно з контрольною групою склала 9,7% (10% понад норму) і 20,9% (20% понад норму) ($p < 0,01$).



Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Рис. 3.5. Вплив вітамінів антиоксидантної дії на запліднювальну здатність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Зберігання спермодоз при температурі 17°C супроводжувалося збільшенням функціональної активності сперматозоїдів у кнурів після 30-х діб вживання мікроелементів на 4,05% (II-а група) і 6,3% (III-я група) щодо контрольної групи. Однак, по закінченні вживання мікроелементів на 10% більше норми, активність сперматозоїдів тварин була більше на 2,2%, а у

тварин, які отримували максимальну кількість цих речовин, їх активність знижувалася на 9,1% ($p < 0,001$) щодо інтактних.

Важливо відзначити, що згодовування вітамінної добавки в кількості на 10% більше основного раціону позитивно позначалося на рівні виживання сперматозоїдів, перевищуючи на 4,5% (30-у добу), 8,6% (60-у добу) щодо інтактних тварин. Збільшення дози вітамінів антиоксидантної дії в раціоні на 20% перевищує норму і збільшує рівень терморезистентності сперматозоїдів впродовж основного і заключного періодів вживання.

Дослідження сперматозоїдів на стійкість до мінливих температур показали, що тварини III-ї групи, по закінченню основного періоду, мали на 30,3% більшу термостресстійкість щодо контрольної групи. Дана тенденція зберігалася по закінченню експерименту. В еякуляті кнурів цієї групи спостерігалася істотне зменшення кількості аномальних форм сперміїв в 2,1 раза після 60-ти днів основного періоду і 1,6 раз по закінченню заключного періоду експерименту щодо контрольної групи. Вживання вітамінів в кількості, що перевищує на 10% в основному раціоні також сприяло дещо меншому зниженню кількості аномальних форм сперматозоїдів.

Встановлено, що зберігання еякуляту при температурі 17⁰C сприяло у багатьох сперматозоїдів появі ушкоджень - цілісності акросом. Додаткове вживання вітамінів антиоксидантної дії кнурами II-ї групи сприяло вищому збереженню цілісності акросом у порівнянні з сперміями тварин III-ї групи, де міжгрупова різниця склала 2,2% (30-а доба основного періоду), 10,03% (60-а доба основного періоду) і 8,9% (заклучний період).

Введення вітамінів в корм кнурам III-ї групи протягом двох місяців збільшувало здатність до запліднення сперматозоїдів в зберігаємих спермодозах при температурі 17⁰C, яка була вище на 20,9% ($p < 0,01$) щодо I-ї групи і на 10,3% - II-ї групи.

В процесі зберігання еякулятів при температурі нижче теплового шоку (5⁰C) встановлено зниження функціональної активності сперматозоїдів у порівнянні зі збереженням при температурі 17⁰C. Виявлені біологічні ефекти

в сперматозоїдах залежали від дози згодовування вітамінної добавки. Так, підвищення кількості вітамінів антиоксидантної дії в раціоні на 10% покращувало рухливість сперматозоїдів щодо контрольної групи – на 13,05% (30-а доба основного періоду), на 21,4% ($p < 0,01$) (60-а доба основного періоду), на 13,2% ($p < 0,05$) (заклучний період). Збільшення кількості цих речовин до 20%, істотно підвищувало активність гамет у всі досліджувані періоди. Найбільша міжгрупова різниця за цим показником була встановлена після 60-х діб вживання добавки і склала 21,4% ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою, і 26,9%, порівняно з II-ю групою.

Після зберігання спермодоз при $+5^{\circ}\text{C}$ виявлено зниження стійкості сперматозоїдів після терморезистентної проби. Особливо чутливими сперматозоїди виявилися у кнурів, які не отримували вітамінну добавку. Рівень терморезистентності сперматозоїдів був вище у тварин III-ї групи на 5,9% (30-а доба основного періоду), 8,9% ($p < 0,05$) (60-а доба основного періоду) і 6,05% (заклучний період) щодо II-ї групи.

Рівень термостресстійкості сперматозоїдів у кнурів-плідників був вищий після закінчення першого місяця згодовування максимальної кількості вітамінної добавки на 15,1%, порівняно з контрольною групою. Найвища міжгрупова різниця була відмічена по закінченні основного періоду у тварин III-ї групи, яка склала 22,9% ($p < 0,05$) (відносно I-ї групи) і 9,4% (відносно II-ї групи), такий ефект тривав і протягом останніх 30 діб експерименту.

Згодовування вітамінної добавки сприяло зменшенню аномальних форм сперматозоїдів, особливо у кнурів III-ї групи по закінченню основного і заклучного періоду, кількість яких була меншою відповідно в 1,7 (контрольна група) і 1,1 раза (II група). Найбільш стабільними виявилися акросоми у тварин, які отримували 20% добавку вітамінів антиоксидантної дії, де міжгрупова різниця становила 1,5 ($p < 0,01$) (30-а доба основного періоду), 1,4 ($p < 0,05$) (60-а доба основного періоду) і 1,2 раза (заклучного періоду) в порівнянні з контрольною групою.

Додаткове введення вітамінів в корм кнурам III-ї групи протягом двох місяців підвищувало здатність до запліднення сперматозоїдів, яка була вище щодо I-ї і II-ї груп відповідно на 18,8% ($p < 0,05$) і 3,04%.

Встановлені біологічні ефекти обумовлені складовими вітамінної добавки – антиоксидантами, завдяки яким відбувається стимулювання процесів сперматогенезу, секреції статевих залоз, покращення функціональної активності сперматозоїдів за рахунок стабілізуючої їх дії на мембрани та гальмування процесів пероксидного окиснення, що підтверджується результатами досліджень багатьох вчених [252, 361, 485, 494].

Таким чином, тривале перебування кнурів-плідників в умовах підвищеної температури супроводжується прискоренням процесів пероксидного окиснення і виснаженням системи антиоксидантного захисту у крові. Споживання тваринами вітамінної добавки гальмує ПАГ і насичує організм тварин вітамінами антиоксидантної дії, зокрема сперму та сперматозоїди.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботах:

1. **Usenko S. O.**, Shostya A. M., Stoianovskyi V. G., Tenditnyk V. S., Birta G. O., Kravchenko O. I., Kuzmenko L. M. Influence of vitamins on the prooxidant-antioxidant homeostasis in boars under the conditions of heat stress. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2020. Vol. 3. № 2. P. 30-35.
2. Патент на корисну модель № 133103 Україна, МПК А23К 50/30 (2016.01), А23К 20/174 (2016.01). Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу/**Усенко С.О.**, Шостя А.М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Поліщук А.А., Березницький В.І., Усенко О.О., Павлова І.В.,

Ступарь І.І., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С.
Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № и 2018 09964;
заявлений 05/10/2018; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6.

3.3.2. Вплив мінеральної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз та відтворювальну здатність кнурів-плідників

3.3.2.1. Зміна прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові кнурів-плідників

Використання хелатних сполук мікроелементів, як альтернативної заміни мінеральних солей сприяє кращому їх засвоєнню, зменшенню кількості введення до організму неорганічних солей, що в подальшому запобігає забрудненню навколишнього середовища [115]. Використання раніше розробленого у співавторстві способу покращення якості спермопродукції кнурів, на основі використання лімітуючих амінокислот, мікроелементів і вітамінів довело перспективність використання органічних солей мікроелементів (Zn, Se) [134]. Про те залишається перспективними дослідження використання нових речовин мікроелементів – наноаквахелатів, сполук із підвищеною конверсією у тварин та високою біологічною активністю.

Використання створеного у співавторстві способу покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів [132]. Співавторами доведено ефективність згодовування наноаквахелатів на якість спермопродукції кнурів-плідників [31]. Про те, для сталої роботи станцій штучного осіменіння є необхідним забезпечення спермодозами з високою біологічною повноцінністю сперматозоїдів, що потребує певних умов зберігання та з'ясування впливу на них компонентів розріджувача.

Отримані дані свідчать про те, що після згодовування лактатів мікроелементів у складі кормосуміші кнурам-плідникам III групи призводило

до зниження резистентності еритроцитів до пероксидного гемолізу на 31% (30-а доба), 42,6% (60-а доба) і 19,0% (заклучний період) порівняно із контролем (табл. 3.64).

Таблиця 3.64

Вплив лактатів мікроелементів на процеси пероксидного окиснення у крові кнурів-плідників, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
			30-доба	60-доба	
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	I	9,47±1,88	8,35±1,01	9,53±1,79	10,12±1,97
	II	8,22±1,63	10,25±1,68	9,08±0,81	9,42±1,13
	III	10,13±1,93	10,85±1,69	13,62±2,49	12,03±1,75
Ксантинооксидаза, мккат /сек·л	I	28,22±4,82	30,16±5,27	32,18±6,11	30,95±4,02
	II	24,35±4,03	26,63±3,90	36,12±4,35	34,44±4,51
	III	26,60±4,46	28,43±4,72	37,15±4,63	35,86±5,03
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I	2,35±0,30	2,08±0,41	2,54±0,35	2,88±0,58
	II	3,16±0,54	2,25±0,33	1,92±0,37	2,09±0,23
	III	1,92±0,23	3,35±0,32	3,88±0,51	4,12±0,66
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	I	12,5±2,25	15,17±2,24	11,58±2,22	12,92±2,38
	II	10,05±2,58	12,92±2,38	10,50±2,16	11,73±2,25
	III	13,17±2,69	18,60±2,17	16,75±3,22	15,83±3,11
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	I	15,08±2,83	18,30±3,34	14,83±2,26	15,58±2,42
	II	14,55±2,43	13,42±2,73	12,17±2,24	14,50±3,03
	III	17,22±2,85	22,35±2,76	23,83±4,35	19,26±1,97

Можливо це обумовлено істотним збільшенням функціональної активності КСТ по завершенні другого і третього місяців експерименту відповідно на 15,4 і 16%.

У крові кнурів-плідників, що додаткового на 10% більше споживали мікроелементи концентрація первинних продуктів пероксидного окиснення була нижчою після 60-ти денного вживання відносно контрольної групи на

25,2%, а по завершенню експерименту на 27,4%. При цьому із збільшенням кількості згодовуваних мікроелементів (20%) по закінченню першого і другого місяців основного періоду спостерігалось переважанням концентрації ДК відповідно в 1,6 та 1,5 раза, а по завершенню експерименту в 1,4 раза відносно контрольної групи.

Найбільшу різницю за кількістю вторинних продуктів пероксидації відмічено по закінченню другого та третього місяців досліджень, де вміст цих речовин у тварин III групи був вищим відповідно на 43,9%, та 22,5%, відносно контролю. Важливо відзначити, що після інкубування крові у прооксидантному буфері вміст ТБК-активних комплексів істотно зростав у зразках цієї групи протягом досліджуваних періодів на 21,5% (30-а доба), 42,5% (60-та доба) і 23,4% (заключний період). Додаткове згодовування лактатів мікроелементів у кількості 10% понад норму викликало гальмування процесів пероксидації – зниження кількості ТБК-активних комплексів.

Рівень ензимних антиоксидантів у крові кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливався залежно дози згодовуваних лактатів мікроелементів (табл. 3.65).

Таблиця 3.65

Вплив лактатів мікроелементів на ензимні антиоксиданти у крові кнурів-плідників, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	1	0,425±0,083	0,373±0,061	0,328±0,044	0,311±0,025
	2	0,355±0,058	0,462±0,070	0,508±0,097	0,423±0,031***
	3	0,458±0,053	0,576±0,045	0,608±0,047**	0,578±0,056**
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	1	142,33±12,31	144,25±14,92	153,67±21,01	160,83±24,03
	2	155,83±12,54	175,38±25,21	135,17±15,57	133,21±21,11
	3	135,92±11,95	178,37±22,71	182,32±35,16	164,35±16,11

Примітка: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Так, активність СОД у цій тканині тварин II і III груп значно переважала відносно контролю, відповідно в 1,5 і 1,9 ($p < 0,01$) раза на 60-ту добу основного періоду, а також в 1,3 ($p < 0,001$) та 1,9 ($p < 0,01$) раза по закінченню експерименту. Отримана динаміка даного ензиму вказує на провідну його роль у формуванні ПАГ та суттєвий вплив згодовуваних мікроелементів на процеси пероксидації, що підтверджується даними експериментів [409].

Активність КТ у II і III груп була вищою за контрольну, переважаючи відповідно на 23,6 і 21,5 % (30-та доба основного періоду). Однак після згодовування мінеральної добавки в кількості понад 10% протягом 60-ти діб встановлено зниження рівня даного ензиму на 12,0%, а в умовах вживання понад 20% істотне зростання на 18,9%, дана тенденція зберігалась до закінчення дослідження.

Згодовування лактатів мікроелементів кнурам-плідникам протягом 60-ти діб сприяло інтенсивному використанню відновленого глутатіону в крові тварин II групи, де його вміст знижувався на 28,9% (табл. 3.66).

Найбільш інтенсивне окиснення цієї речовини відмічено при вживанні комплексної добавки на 20% понад норму, яке супроводжувалось зниженням її концентрації відносно інтактних тварин на 21,9 (30-та доба) і 41,1% (60-та доба), а явище післядії тривало щонайменше місяць, однак міжгрупова різниця зменшувалась, становлячи 18,6%. Очевидно такий розподіл концентрацій глутатіону обумовлений його участю у відновленні АК.

Кнури-плідники, що вживали лактати мікроелементів характеризувались вищим вмістом АК у крові. Так, під час вживання добавки у зразках цієї тканини II і III груп вміст даної кислоти переважав порівняно з контролем відповідно на 22,3 і 30,2% по закінченні першого, а також на 45,9 і 14,4% – другого місяців основного періоду, така закономірність зберігалась до закінчення експерименту. Важливо відзначити, що максимальною

концентрацією АК характеризувались тварини, що споживали на 10% більшу кількість мікроелементів.

Таблиця 3.66

Вплив лактатів мікроелементів на неензимні антиоксиданти у крові кнурів-плідників, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	1	0,353±0,041	0,375±0,051	0,433±0,079	0,328±0,062
	2	0,467±0,051	0,362±0,078	0,308±0,067	0,305±0,040
	3	0,375±0,073	0,293±0,068	0,255±0,039	0,267±0,036
Аскорбінова кислота, ммоль/л	1	22,36±3,05	23,14±3,68	20,67±3,11	19,88±2,25
	2	27,32±2,93	28,30±2,81	30,16±3,89	27,65±2,50
	3	23,93±4,48	30,14±3,89	23,65±4,74	22,13±3,59
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	1	22,75±3,76	19,22±2,87	23,52±3,22	20,61±3,63
	2	23,42±3,36	29,30±4,49	25,32±3,52	25,21±3,65
	3	20,93±3,84	30,29±5,19	29,21±2,39	27,18±5,33
Вітамін А ммоль/л	1	1,52±0,19	1,32±0,21	1,68±0,17	1,85±0,09
	2	1,72±0,23	1,24±0,14	1,58±0,24	1,77±0,14
	3	1,82±0,21	1,05±0,11	0,88±0,09**	1,22±0,15*
Вітамін Е, ммоль/л	1	12,75±2,57	9,35±1,79	11,52±1,66	10,83±1,22
	2	10,05±1,59	10,41±1,70	14,63±2,26	15,38±3,15
	3	13,93±2,86	12,87±2,85	13,47±2,17	11,28±1,66

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Вміст дегідроаскорбінової кислоти у тварин дослідних груп був вищим за контрольну, істотно переважаючи у 1,5 і 1,6 раза (30-та доба), 1,1 і 1,2 раза (60-та доба) та 1,2 і 1,3 раза (90-та доба експерименту).

Додавання мінеральної добавки до корму кнурів-плідників суттєво впливало на вміст вітамінів антиоксидантної дії у крові. Найбільш виразні зміни спостерігались у зразках цієї тканини III групи, де кількість вітаміну А протягом дослідження знижувалась відносно контролю в 1,3 раза (30-а доба), 1,9 раза (60-а доба) ($p < 0,01$) та 1,5 раза ($p < 0,05$) протягом заключного періоду. Суттєвої різниці між концентраціями даного вітаміну у зразках I та II груп не спостерігалось.

У крові кнурів-плідників II та III груп концентрація вітаміну Е у крові була вищою порівняно із контролем. При цьому у отриманих зразках від тварин, що отримували на 10% вищу кількість мінеральної добавки, концентрація даного вітаміну була найвищою, переважаючи, відповідно до контрольної групи, на 26,8 (60-та доба основного періоду) та 41,7% по закінченню експерименту.

3.3.2.2. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у зберігаємій спермі кнурів-плідників

Вплив мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників після 3-х годин зберігання. Отримані дані свідчать про те, що після згодовування лактатів мікроелементів у складі кормосуміші кнурам-плідникам II групи порівняно із контрольною призводило до зниження вмісту первинних продуктів пероксидного окиснення у інкубованих спермодозах за температури 38⁰С протягом експерименту на 14,2% (30-а доба), 16,4% (60-а доба) і 7,8% (заклучний період) (табл. 3.67, 3.68). При цьому із збільшенням кількості згодовуваних мікроелементів (20%), по закінченню першого і другого місяців основного періоду, спостерігалось переважання концентрації ДК відповідно на 10 та

11,5%. Однак, по завершенню експерименту їх кількість зменшувалась на 15,9%, відносно контрольної групи.

Таблиця 3.67

Вплив лактатів мікроелементів на вміст дієнових кон'югатів у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	6,75 \pm 0,70	9,47 \pm 1,01	11,28 \pm 1,09	7,43 \pm 0,69
II	7,05 \pm 0,67	8,12 \pm 0,21	9,42 \pm 1,04	6,85 \pm 1,19
III	5,93 \pm 1,28	10,42 \pm 1,19	12,58 \pm 2,04	6,25 \pm 1,04
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	3,85 \pm 0,80	3,75 \pm 0,87	4,15 \pm 1,06	3,98 \pm 0,72
II	3,72 \pm 0,85	2,95 \pm 0,54	2,45 \pm 0,63	2,52 \pm 0,52
III	3,92 \pm 1,03	4,68 \pm 1,001	5,35 \pm 1,106	5,08 \pm 1,11
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	1,62 \pm 0,24	1,85 \pm 0,19	2,16 \pm 0,32	1,74 \pm 0,24
II	1,72 \pm 0,35	1,96 \pm 0,30	2,78 \pm 0,43	1,49 \pm 0,12
III	1,58 \pm 0,28	2,23 \pm 0,41	2,35 \pm 0,34	1,15 \pm 0,14

Найбільшу різницю за кількістю ТБК-активних речовин було відмічено по закінченню другого та третього місяців досліджень, де вміст цих речовин у тварин II групи був нижчим, відповідно на 20% та 15,2%, у III-й групі – 32,4 та 8,4%, відносно контролю.

Зниження температури інкубування до 17 $^{\circ}\text{C}$ у спермі тварин II групи, супроводжувалось інгібуванням утворення первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення, де їх кількість була нижчою, відповідно на 21,3 і 5,9 (30-а доба), 41,0 і 29,4 (60-а доба) та 36,7 і 41,3% (90-та доба). Про те підвищення концентрації наноаквахелатів у кормі стимулювало перебіг пероксидного окиснення – переважання кількості ДК і ТБК-активних речовин у тварин III групи впродовж досліджуваних періодів у 1,2 і 1,2 раза (30-а доба), 1,3 і 1,2 раза (60-а доба) та 1,3 і 1,1 раза (90-та доба) відповідно.

Таблиця 3.68

Вплив лактатів мікроелементів на вміст ТБК-активних сполук у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, мкмоль/л, М ± m (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
ТБК-активні сполуки мкмоль/л	t = 38 ⁰ C				
	I	27,28±4,81	33,42±4,67	40,18±5,54	29,28±3,97
	II	29,17±4,63	37,26±4,1002	32,13±4,79	24,83±3,65
	III	26,18±4,47	35,13±4,38	27,17±4,77	26,83±5,101
	t = 17 ⁰ C				
	I	20,37±5,29	18,45±5,14	20,53±5,77	21,85±6,64
	II	22,17±6,08	17,37±4,78	14,48±4,52	12,83±4,41
	III	19,23±6,29	21,93±4,82	25,17±8,62	24,7±7,49
	t = 5 ⁰ C				
	I	11,72±1,87	12,22±1,84	14,16±1,83	10,42±2,25
	II	12,43±2,36	9,45±1,23	10,38±1,53	8,52±0,91
	III	12,83±2,42	8,17±1,36	7,17±0,77	7,32±1,19
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	t = 38 ⁰ C				
	I	39,13±4,52	43,12±4,33	46,62±3,83	40,15±4,19
	II	36,23±4,08	46,62±3,53	40,27±4,55	30,42±4,78
	III	40,17±4,43	41,38±5,41	36,82±4,78	31,83±4,92
	t = 17 ⁰ C				
	I	25,27±2,92	28,52±3,80	32,55±4,21	23,67±4,63
	II	26,17±4,72	27,38±4,85	28,38±5,22	18,65±2,69
	III	28,17±5,12	24,26±3,76	24,17±4,92	25,37±3,97
	t = 5 ⁰ C				
	I	20,83±2,10	19,77±1,38	11,42±2,22	8,17±0,93
	II	19,17±2,28	18,36±3,34	14,17±2,87	11,43±2,63
	III	18,92±2,24	16,18±2,84	10,63±2,57	10,22±1,97

Інкубування сперми в умовах зниженої температури до 5⁰C істотно сповільнювало інтенсивність утворення ДК, особливо у інтактних тварин. У зразках сперми від кнурів-плідників II та III груп концентрація цих речовин у період вживання мінеральної добавки була вищою за I-у групу, а по завершенню заключного періоду – нижчою. Кількість ТБК-активних

комплексів у зразках сперми тварин II та III груп була істотно меншою у досліджувані періоди, відповідно у 1,3 і 1,5 рази (30-а доба), 1,4 і 2 ($p < 0,05$) рази (60-а доба) та 1,2 і 1,4 рази (90-та доба).

Рівень ензимних антиоксидантів у зразках сперми кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливався залежно від температури її інкубування та дози згодовуваних лактатів (табл. 3.69). Так, у цій тканині тварин контрольної групи рівень СОД змінювався незначно впродовж 3-х годинного інкубування при $t 38^{\circ}\text{C}$. Активність даного ензиму в спермі тварин II і III груп значно переважала відповідно в 1,3 і 1,5 рази на 60-ту добу основного періоду, а також в 1,7 та 1,9 ($p < 0,05$) рази по закінченню експерименту відносно з контролю. При зниженні температури інкубування зразків, встановлена закономірність зберігалась. Важливо відмітити, що максимальний рівень СОД було зареєстровано за температури інкубування 17°C . Отримана динаміка даного ензиму вказує на провідну його роль у формуванні ПАГ та суттєвий вплив згодовуваних мікроелементів на процеси пероксидації.

У процесі моделювання умов перебування сперміїв у статевих шляхах свиноматок встановлено, що активність КТ у спермі кнурів II і III груп була вищою по завершенні другого, відповідно на 44,1 і 69,6%, а також третього місяців експерименту на 59,8 і 69,6 ($p < 0,05$)%, порівняно з контролем. Динаміка зростання рівня даного ензиму у тварин, що вживали мінеральну добавку, зберігалась і при інкубуванні зразків при нижчих температурах. Функціональна активність КТ у інкубованих зразках істотно збільшувався із підвищенням температури.

Таблиця 3.69

Вплив лактатів мікроелементів на активність антиоксидантних ензимів у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,683 \pm 0,125	0,775 \pm 0,136	0,717 \pm 0,077	0,65 \pm 0,109
	II	0,747 \pm 0,116	0,817 \pm 0,077	0,958 \pm 0,088	1,083 \pm 0,154
	III	0,716 \pm 0,151	0,895 \pm 0,202	1,050 \pm 0,167	1,228 \pm 0,178
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	0,95 \pm 0,224	0,883 \pm 0,207	0,8167 \pm 0,182	0,958 \pm 0,297
	II	1,033 \pm 0,263	1,15 \pm 2,263	1,458 \pm 0,281	1,250 \pm 0,321
	III	0,891 \pm 0,181	1,383 \pm 0,242	1,733 \pm 0,313	1,517 \pm 0,450
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	0,517 \pm 0,089	0,483 \pm 0,077	0,650 \pm 0,091	0,568 \pm 0,069
	II	0,452 \pm 0,062	0,491 \pm 0,082	0,875 \pm 0,109	0,917 \pm 0,125
	III	0,483 \pm 0,077	0,583 \pm 0,093	0,958 \pm 0,158	1,150 \pm 0,209
Каталаза, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв./л}$	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	14,43 \pm 2,16	15,93 \pm 2,84	13,65 \pm 2,49	14,84 \pm 2,32
	II	15,83 \pm 1,99	14,87 \pm 2,38	19,68 \pm 1,71	23,72 \pm 2,94
	III	16,37 \pm 2,39	20,83 \pm 2,61	23,16 \pm 2,87	25,17 \pm 3,16
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	10,17 \pm 2,42	11,83 \pm 2,85	9,83 \pm 2,84	10,5 \pm 2,81
	II	9,50 \pm 2,89	10,42 \pm 2,84	12,2 \pm 2,93	13,5 \pm 4,07
	III	9,83 \pm 2,36	12,92 \pm 2,69	14,58 \pm 4,20	11,5 \pm 2,63
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	6,33 \pm 1,15	8,22 \pm 0,92	7,38 \pm 0,69	7,83 \pm 0,77
	II	7,12 \pm 1,23	6,53 \pm 0,61	9,58 \pm 1,66	8,57 \pm 1,41
	III	6,95 \pm 1,23	9,83 \pm 1,25	11,87 \pm 2,21	10,16 \pm 1,25

Згодовування лактатів мікроелементів кнурам-плідникам II і III груп протягом 60-ти діб, порівняно з контролем, сприяло більш інтенсивному відновленню глутатіону в спермі за максимальної температури інкубування (табл. 3.70). Встановлена тенденція міжгрупової різниці концентрації даного

антиоксиданта зберігалась при інкубуванні зразків за температур 17⁰С та 5⁰С до закінчення експерименту.

Таблиця 3.70

Вплив лактатів мікроелементів на вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	0,256 \pm 0,039	0,245 \pm 0,035	0,207 \pm 0,033	0,228 \pm 0,030
II	0,308 \pm 0,046	0,258 \pm 0,022	0,218 \pm 0,037	0,283 \pm 0,043
III	0,283 \pm 0,054	0,230 \pm 0,029	0,275 \pm 0,031	0,253 \pm 0,039
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	0,483 \pm 0,168	0,375 \pm 0,134	0,345 \pm 0,142	0,383 \pm 0,104
II	0,422 \pm 0,179	0,375 \pm 0,132	0,335 \pm 0,115	0,313 \pm 0,089
III	0,383 \pm 0,073	0,333 \pm 0,066	0,295 \pm 0,006	0,305 \pm 0,061
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	0,558 \pm 0,134	0,542 \pm 0,184	0,578 \pm 0,225	0,525 \pm 0,112
II	0,517 \pm 0,142	0,458 \pm 0,106	0,417 \pm 0,077	0,528 \pm 0,091
III	0,542 \pm 0,112	0,425 \pm 0,092	0,483 \pm 0,043	0,583 \pm 0,098

Концентрація АК у зразках еякулятів дослідних груп після інкубування за температури 38⁰С змінювалась неоднаково (табл. 3.71). Так, по закінченні основного і заключного періодів порівняно з контролем у зразках II групи вміст цієї кислоти був вищим, а у зразках III групи нижчим, що очевидно обумовлено її окисненням до ДАК.

Інкубування сперми від кнурів-плідників III групи в нижчих температурах (17⁰С) призводило до істотного використання АК – зменшення її кількості на 23,4 % (30-та доба), 33,4% (60-та доба) та 47,0% (90-та доба), відносно контролю. Такі зміни супроводжувались підвищенням кількості ДАК. Про те, інкубація зразків цієї тканини в умовах мінімальної температури істотно не впливала на міжгрупову різницю концентрацій АК і ДАК.

Таблиця 3.71

Вплив лактатів мікроелементів на вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Аскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	5,65 \pm 1,24	4,97 \pm 0,89	5,167 \pm 1,06	6,22 \pm 0,95
	II	7,05 \pm 1,23	3,53 \pm 0,76	6,32 \pm 1,39	8,38 \pm 1,91
	III	6,22 \pm 1,07	4,55 \pm 0,65	4,83 \pm 0,93	2,65 \pm 0,47
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	7,967 \pm 2,552	8,05 \pm 3,36	7,633 \pm 2,786	9,167 \pm 3,457
	II	9,45 \pm 3,463	8,383 \pm 3,483	7,233 \pm 1,889	10,833 \pm 3,503
	III	8,217 \pm 1,643	6,167 \pm 1,233	5,083 \pm 1,016	4,85 \pm 0,97
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	14,83 \pm 1,95	12,05 \pm 1,74	13,87 \pm 1,20	13,83 \pm 1,99
	II	11,08 \pm 2,23	9,17 \pm 1,71	14,63 \pm 1,81	15,16 \pm 1,76
	III	12,05 \pm 1,59	10,23 \pm 1,41	15,65 \pm 1,97	14,53 \pm 1,19
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	13,65 \pm 1,43	14,52 \pm 1,66	16,38 \pm 2,21	13,83 \pm 1,99
	II	9,55 \pm 1,30	12,28 \pm 1,59	13,17 \pm 1,42	14,75 \pm 1,87
	III	9,87 \pm 1,35	14,83 \pm 2,54	14,77 \pm 2,39	18,83 \pm 2,71
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	8,17 \pm 2,58	9,266 \pm 3,05	10,05 \pm 3,28	9,73 \pm 3,44
	II	10,8 \pm 3,48	10,37 \pm 3,78	12,17 \pm 2,03	12,4 \pm 1,52
	III	9,83 \pm 2,85	13,12 \pm 4,03	16,93 \pm 5,06	15,83 \pm 4,47
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	19,25 \pm 1,96	16,38 \pm 2,61	13,38 \pm 1,55	10,33 \pm 1,41
	II	13,52 \pm 2,09	14,87 \pm 2,58	10,53 \pm 1,08	9,55 \pm 1,57
	III	14,83 \pm 1,93	11,38 \pm 1,89	11,83 \pm 1,81	12,38 \pm 2,41

Додавання мінеральної добавки до корму кнурів-плідників істотно впливало на перерозподіл кількості вітамінів антиоксидантної дії у спермі (табл. 3.72).

Таблиця 3.72

Вплив лактатів мікроелементів на вміст вітамінів А і Е у спермі кнурів після 3-х годин зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Вітамін А ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,93 \pm 0,070	1,32 \pm 1,11	1,08 \pm 0,08	1,17 \pm 0,13
	II	1,08 \pm 0,18	1,44 \pm 0,12	0,85 \pm 0,06	0,93 \pm 0,12
	III	1,23 \pm 0,05	0,85 \pm 0,09	0,55 \pm 0,06	0,62 \pm 0,12
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	1,53 \pm 0,17	2,18 \pm 0,31	1,87 \pm 0,16	1,98 \pm 0,08
	II	1,45 \pm 0,26	2,38 \pm 0,14	2,52 \pm 0,20	2,38 \pm 0,21
	III	1,28 \pm 0,08	1,52 \pm 0,18	1,65 \pm 0,18	1,62 \pm 0,29
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	2,54 \pm 0,17	3,14 \pm 0,26	2,87 \pm 0,19	2,66 \pm 0,16
	II	2,03 \pm 0,19	2,85 \pm 1,18	3,05 \pm 0,37	2,46 \pm 0,29
	III	2,21 \pm 0,15	2,05 \pm 0,17	1,78 \pm 0,09	12,05 \pm 0,29
	Вітамін Е, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$			
I		1,75 \pm 0,18	1,54 \pm 0,11	1,98 \pm 0,33	1,69 \pm 0,13
II		1,92 \pm 0,21	1,25 \pm 0,09	1,44 \pm 0,16	1,32 \pm 0,27
III		2,02 \pm 0,12	0,95 \pm 0,06	0,64 \pm 0,11	0,86 \pm 0,13
$t = 17^{\circ}\text{C}$					
I		2,78 \pm 0,23	2,12 \pm 0,25	2,57 \pm 0,19	2,32 \pm 0,12
II		3,05 \pm 0,22	3,22 \pm 0,38	2,92 \pm 0,22	3,12 \pm 0,33
III		3,21 \pm 0,39	1,85 \pm 0,06	1,52 \pm 0,15	2,12 \pm 0,43
$t = 5^{\circ}\text{C}$					
I		5,03 \pm 0,55	4,66 \pm 0,22	3,74 \pm 0,31	3,22 \pm 0,39
II		5,34 \pm 0,87	4,82 \pm 0,39	3,48 \pm 0,42	3,92 \pm 0,59
III		4,75 \pm 0,53	3,68 \pm 0,79	2,04 \pm 0,39	2,48 \pm 0,27

Найбільш виразні зміни спостерігались при інкубуванні цього секрету за температури 38⁰С, де у зразках III групи вміст вітаміну А і вітаміну Е знижувався відповідно в 1,5 та 1,6 (p<0,01) раза (30-та доба), 2,0 (p<0,01) і 3,1 (p<0,05) раза (60-та доба), така закономірність зберігалась протягом

заключного періоду відносно контролю. Менш виражене зменшення концентрацій було встановлено у тварин II-ї групи.

Встановлено, що концентрація вітаміну А і вітаміну Е після 3-х годинного інкубування зразків еякулятів тварин II групи за температури 17⁰С була максимальною та значно перевищувала контрольну, відповідно на 9,2 та 51,9 (p<0,001) % (30-ї доба), 34,7 і 13,6 % (60-ї доба), а також на 20,2 і 34,5%, по завершенні заключного періоду. Вміст даних вітамінів у спермі тварин III групи протягом експерименту був мінімальним.

Зниження температури інкубування зразків сперми до 5⁰С сприяло збереженню кількості вітамінів антиоксидантної дії. Однак, у отриманих зразках від тварин III групи концентрація вітаміну А та вітаміну Е була нижчою, де максимальна різниця з контрольною групою була відмічена по завершенню основного періоду, відповідно на 37,9 % (p<0,001) та 40,9%.

Вплив мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання. Дані досліджень свідчать про те, у інкубованій спермі впродовж 24-х годин за температури +38⁰С від кнурів-плідників II групи, порівняно із інтактними тваринами, відбувалось незначне зниження вмісту первинних продуктів пероксидного окиснення протягом експерименту на 15,7 % (60-а доба) і 16,4 % (заключний період) (табл. 3.73, 3.74). Підвищення кількості згодовуваної мінеральної добавки до 20 % істотно впливало на перерозподіл концентрацій ДК у цій тканині, а саме їх більший вміст у тварин III групи відносно II групи, де максимальна різниця становила – 53,7 % на 60-ту вживання та 43 % по завершенні дослідження. Виявлено найбільшу різницю за кількістю ТБК-активних речовин у спермі по закінченні основного і заключного періодів, де вміст цих сполук відносно контрольної групи був нижчим відповідно на 19,0 % та 18,50 % II-й групі та 14,0 та 13,6 % III-й групі.

Таблиця 3.73

Вплив лактатів мікроелементів на вміст дієнових кон'югатів у спермі кнурів протягом 24-х годинного зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	10,28 \pm 1,39	12,43 \pm 1,61	14,62 \pm 1,74	12,80 \pm 1,27
II	10,17 \pm 1,51	11,08 \pm 1,09	12,32 \pm 2,99	10,73 \pm 2,47
III	8,85 \pm 1,36	13,62 \pm 2,04	18,93 \pm 2,79	15,28 \pm 3,54
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	6,38 \pm 0,67	5,52 \pm 0,93	7,15 \pm 1,19	7,43 \pm 0,69
II	5,95 \pm 0,47	4,91 \pm 0,62	3,93 \pm 0,38	4,40 \pm 0,68
III	6,56 \pm 1,12	7,22 \pm 1,18	9,23 \pm 0,64 ^{***}	9,07 \pm 1,10 [*]
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	2,87 \pm 0,52	3,12 \pm 0,49	3,29 \pm 0,60	2,88 \pm 0,20
II	3,08 \pm 0,32	2,92 \pm 0,26	2,18 \pm 0,30	2,05 \pm 0,27
III	2,57 \pm 0,37	4,75 \pm 0,64	5,24 \pm 0,65 ^{**}	4,82 \pm 0,59 ^{**}

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Зниження температури інкубування сперми тварин II групи до 17°C супроводжувалось інгібуванням утворення первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення, де їх кількість була нижчою, відповідно на 10,4 і 9,8 (30-а доба), 45,5 і 16,5 (60-а доба) та 29,0 і 18,6 (заключний період). Підвищення концентрації наноаквахелатів на 20 % у кормі понад норму стимулювало перебіг пероксидного окиснення - переважання кількості ДК і ТБК-активних речовин у тварин III-ї групи відносно II-ї групи впродовж досліджуваних періодів у 1,5 і 1,1 раза (30-а доба), 2,3 ($p < 0,001$) і 1,4 раза (60-а доба) та 2,3 ($p < 0,05$) і 1,3 раза (заключний період).

Таблиця 3.74

Вплив лактатів мікроелементів на вміст ТБК-активних сполук у спермі кнурів протягом 24-х годинного зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	$t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	39,42 \pm 4,83	41,88 \pm 6,01	43,75 \pm 6,63	42,71 \pm 5,42
	II	40,91 \pm 4,65	44,83 \pm 5,14	35,47 \pm 5,97	34,78 \pm 5,49
	III	37,73 \pm 5,56	44,42 \pm 4,37	37,66 \pm 3,81	36,90 \pm 6,54
	$t = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	27,75 \pm 5,04	29,52 \pm 3,31	26,73 \pm 3,44	28,18 \pm 3,73
	II	30,21 \pm 4,61	26,68 \pm 4,23	22,37 \pm 3,46	23,83 \pm 3,35
	III	25,43 \pm 4,13	29,31 \pm 2,82	33,17 \pm 6,62	31,83 \pm 4,19
	$t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	15,27 \pm 2,38	17,3 \pm 1,56	18,83 \pm 1,54	19,17 \pm 2,20
	II	17,05 \pm 3,11	13,43 \pm 1,82	10,52 \pm 1,50	10,38 \pm 0,96
	III	16,82 \pm 1,83	11,23 \pm 2,21	9,17 \pm 0,93	12,38 \pm 1,43
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	$t = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	45,80 \pm 5,56	48,23 \pm 3,91	49,65 \pm 5,33	44,43 \pm 4,96
	II	47,62 \pm 5,23	46,58 \pm 5,92	40,13 \pm 7,01	40,97 \pm 4,70
	III	50,17 \pm 5,83	49,40 \pm 6,07	53,07 \pm 4,17	39,18 \pm 6,03
	$t = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	32,18 \pm 3,56	35,17 \pm 3,46	34,22 \pm 2,24	30,25 \pm 4,04
	II	34,25 \pm 4,29	31,16 \pm 4,82	26,43 \pm 5,49	28,62 \pm 4,68
	III	30,17 \pm 4,43	32,42 \pm 4,97	38,10 \pm 4,95	34,68 \pm 4,13
	$t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$				
	I	20,42 \pm 4,41	24,70 \pm 5,49	22,93 \pm 4,58	21,55 \pm 5,80
	II	22,80 \pm 3,90	19,63 \pm 3,52	14,11 \pm 1,72	12,83 \pm 2,49
	III	22,58 \pm 3,86	26,17 \pm 2,84	10,77 \pm 2,02	11,43 \pm 1,50

Інкубування сперми в умовах зниженої температури до 5⁰С істотно сповільнювало утворення ДК. При цьому, у зразках сперми кнурів-плідників II-ї групи, що споживали незначну кількість мінеральної добавки, порівняно

із III-ю групою по закінченні основного і заключного періодів концентрація цих речовин була нижчою відповідно у 2,4 ($p < 0,01$) та 2,3 ($p < 0,001$) ($p < 0,01$) рази. Вміст ТБК-активних комплексів у зразках сперми тварин II та III груп протягом експерименту був істотно меншим у 1,3 і 1,5 рази (30-а доба), 1,8 і 2,1 рази (60-а доба) та 1,8 і 1,6 рази (заключний період), порівняно до інтактних тварин.

Активність ензимних антиоксидантів у зразках сперми кнурів-плідників протягом дослідного періоду коливалась залежно від температури зберігання та дози згодовуваних лактатів (табл. 3.75). Так, у цій тканині тварин контрольної групи рівень СОД змінювався незначно впродовж 24-х годинного інкубування при температурі 38 °С. Активність даного ензиму в спермі тварин II і III груп була нижчою відповідно в 1,4 і 1,6 рази на 60-ту добу основного періоду, а також в 1,5 та 2,4 ($p < 0,05$) рази по закінченню експерименту, відносно інтактних тварин. При зниженні температури інкубування зразків до 17 °С встановлена закономірність зберігалась, однак, максимальний рівень СОД було зареєстровано у тварин III-ї групи. Зниження температури середовища до +5 °С супроводжувалось загальним зменшенням рівня даного ензиму, однак, найвища її функціональна активність була характерною у зразках II-ї групи. Отримана динаміка СОД вказує на провідну її роль у формуванні ПАГ та суттєвий вплив згодовуваних мікроелементів на процеси пероксидації, що підтверджується даними експериментів [409].

У процесі моделювання умов перебування сперматозоїдів у статевих шляхах свиноматок встановлено, що активність КТ у спермі кнурів-плідників II і III груп була вищою по завершенні основного періоду, відповідно у 1,4 і 2,3 ($p < 0,05$) рази, а також по закінченні експерименту – у 1,5 і 2,2 рази за контрольну групу. Динаміка зростання рівня даного ензиму у тварин, що вживали мінеральну добавку зберігалась і при інкубуванні зразків при нижчих температурах.

Таблиця 3.75

Вплив лактатів мікроелементів на систему антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників після 24-х годин зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Супероксид дисмутаза, у.о./мл	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,462 \pm 0,089	0,517 \pm 0,115	0,490 \pm 0,086	0,533 \pm 0,095
	II	0,511 \pm 0,084	0,533 \pm 0,061	0,328 \pm 0,070	0,355 \pm 0,047
	III	0,428 \pm 0,068	0,342 \pm 0,038	0,318 \pm 0,058	0,223 \pm 0,052
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	0,575 \pm 0,083	0,608 \pm 0,095	0,542 \pm 0,114	0,617 \pm 0,089
	II	0,583 \pm 0,109	0,752 \pm 0,090	1,053 \pm 0,107	0,935 \pm 0,097
	III	0,528 \pm 0,112	0,825 \pm 0,169	1,382 \pm 0,184*	1,083 \pm 0,139***
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	0,355 \pm 0,039	0,362 \pm 0,052	0,290 \pm 0,062	0,335 \pm 0,089
	II	0,422 \pm 0,074	0,461 \pm 0,085	0,470 \pm 0,103	0,381 \pm 0,053
	III	0,365 \pm 0,058	0,382 \pm 0,079	0,331 \pm 0,039	0,323 \pm 0,069
	Каталаза, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв./л}$	$t = 38^{\circ}\text{C}$			
I		9,17 \pm 1,51	10,25 \pm 1,91	8,37 \pm 1,32	9,83 \pm 1,54
II		11,28 \pm 1,46	9,50 \pm 1,59	12,17 \pm 2,20	14,31 \pm 2,72
III		10,55 \pm 1,57	15,92 \pm 1,84	18,83 \pm 2,61*	21,88 \pm 4,46
$t = 17^{\circ}\text{C}$					
I		6,33 \pm 1,11	7,37 \pm 1,43	6,82 \pm 1,26	7,95 \pm 1,01
II		5,55 \pm 1,19	9,27 \pm 0,89	10,33 \pm 1,37	11,82 \pm 1,43
III		4,91 \pm 0,94	10,28 \pm 1,49	11,82 \pm 1,06	10,40 \pm 1,54
$t = 5^{\circ}\text{C}$					
I		3,12 \pm 0,51	4,53 \pm 0,67	3,08 \pm 0,39	3,55 \pm 0,47
II		2,82 \pm 0,37	5,83 \pm 0,70	7,02 \pm 1,09	6,17 \pm 0,91
III		3,57 \pm 0,38	8,50 \pm 0,91*	8,72 \pm 1,78*	5,16 \pm 1,01

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем).

Функціональна активність КТ у зразках істотно збільшувалась із підвищенням температури середовища інкубування за температури 38°C зразків сперми, отриманих від кнурів-плідників II груп, супроводжувалось менш інтенсивним окисненням глутатіону, тобто вміст його відновленої

форми був вищим за контрольну на 26,2% після 30-ї доби та 64,7% по закінченні 60-ї доби вживання мінеральної добавки (табл. 3.76). Така тенденція зберігалась до закінчення експерименту.

Таблиця 3.76

Вплив лактатів мікроелементів на вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів після 24-х годинного зберігання, мкмоль/л, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-доба	60-доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	0,233 \pm 0,036	0,215 \pm 0,032	1,717 \pm 0,159	0,205 \pm 0,023
II	0,265 \pm 0,035	0,272 \pm 0,039	0,289 \pm 0,025	0,235 \pm 0,039
III	0,242 \pm 0,039	0,197 \pm 0,024	0,238 \pm 0,036	0,195 \pm 0,022
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	0,317 \pm 0,043	0,332 \pm 0,035	0,325 \pm 0,031	0,342 \pm 0,046
II	0,325 \pm 0,046	0,367 \pm 0,031	0,392 \pm 0,039	0,373 \pm 0,045
III	0,282 \pm 0,54	0,258 \pm 0,039**	0,232 \pm 0,040**	0,243 \pm 0,038
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	0,398 \pm 0,047	0,363 \pm 0,051	0,358 \pm 0,049	0,388 \pm 0,062
II	0,358 \pm 0,039	0,385 \pm 0,051	0,393 \pm 0,046	0,453 \pm 0,067
III	0,438 \pm 0,078	0,292 \pm 0,046	0,241 \pm 0,039	0,342 \pm 0,024

Примітка: ** - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Встановлено, що добуве збереження зразків сперми за кімнатних температурних умов (17°C) мінімалізувало рівень відновленого глутатіону у еякулятах від тварин III груп, а у тварин II-ї групи інгібувало його окиснення, де різниця між ними, по закінченні першого і другого місяців вживання мінеральної добавки, становила відповідно 44,0 ($p < 0,01$) та 69,5 ($p < 0,01$)%. Така закономірність зберігалась, якнайменше 30-ть діб зі

зменшенням між групової різниці концентрації за цією речовиною. Зниження температури інкубування зразків до 5⁰С супроводжувалось гальмуванням окиснення глутатіону у зразках II-ї групи, а також його максимальним використанням у III-й групі, особливо в період згодовування мінеральної добавки.

Концентрація аскорбінової кислоти у еякулятах дослідних груп після зберігання за температури 38⁰С протягом 24-х годин змінювалась з окремими особливостями (табл. 3.77). Так, по закінченні основного і заключного періодів, у зразках тварин II групи вміст цієї кислоти був вищим, порівняно із III-ю групою, відповідно у 2,5 ($p<0,01$) та 2,2 рази, що очевидно обумовлено її окисненням до ДАК.

Добове зберігання сперми кнурів-плідників III групи за температури 17⁰С призводило до істотного використання АК - зменшення її кількості протягом основного на 12,5 % (30-та доба), 38,3% (60-та доба), також заключного періодів - 42,9% відносно контрольної групи. Найбільшу міжгрупову різницю за вмістом АК спостерігали між зразками тварин, що споживали мінеральну добавку на 10% та 20% понад норму, де у перших кількість цієї кислоти переважала над другими на 30-ту добу у 1,7 ($p<0,05$) рази, і 60-ту добу вживання – 2,3 ($p<0,05$) рази, даний розподіл її концентрацій спостерігався і в заключний період. Такі зміни супроводжувались підвищенням кількості ДАК, особливо у еякулятах тварин III групи. Про те, інкубація зразків цієї тканини в умовах мінімальної температури істотно не впливала на міжгрупову різницю концентрацій АК і ДАК, де вміст окисненої форми переважав у тварин, що отримували максимальну кількість мікроелементів.

Таблиця 3.77

Вплив лактатів мікроелементів на вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот у спермі кнурів після 24-х годинного зберігання, $M \pm m$ (n=6)

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-доба	60-доба	
Аскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	3,95±0,47	3,67±0,66	3,38±0,29	4,22±0,78
	II	3,13±0,55	5,08±0,53	6,25±0,92	5,78±1,27
	III	4,42±0,61	4,88±0,90	2,53±0,47**	2,67±0,52
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	4,23±0,89	4,02±0,73	4,75±0,31	5,58±0,62
	II	5,32±0,85	6,08±0,82	6,58±1,07	7,37±1,43
	III	5,05±0,68	3,57±0,25	2,92±0,53*	3,23±0,46*
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	7,68±0,62	6,27±0,36	7,92±0,53	8,33±0,36
	II	8,32±0,73	5,45±0,59	7,53±0,81	10,85±0,78
	III	8,05±1,22	3,37±0,49	4,75±0,54	5,08±1,05
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	5,75±0,73	5,03±0,67	6,38±0,96	8,05±1,26
	II	4,61±0,52	4,07±0,82	2,83±0,44	3,72±0,51
	III	5,37±0,63	7,42±0,83	8,50±1,06**	9,27±1,43*
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	6,55±0,47	5,72±0,70	6,10±0,38	7,32±1,11
	II	6,08±0,99	6,33±1,35	4,37±1,08	5,48±1,09
	III	7,67±0,86	9,82±1,36	11,18±1,65	8,61±1,87
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	9,03±1,39	8,50±1,57	9,72±1,85	10,38±1,42
	II	6,67±1,09	8,08±1,25	7,32±0,81	7,16±1,72
	III	9,42±1,54	9,75±0,96	11,73±1,76	12,88±2,54

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем).

Додавання мінеральної добавки до корму кнурів-плідників суттєво впливало на перерозподіл концентрацій вітамінів антиоксидантної дії у спермі (табл. 3.78). Найбільш виразні зміни спостерігались при зберіганні цієї тканини за температури 38°C протягом 24 годин, де у зразках III групи

вміст вітаміну А і вітаміну Е знижувався відносно контролю відповідно в 1,3 та 1,4 ($p < 0,05$) рази по завершенні першого і в 2,0 і 3 ($p < 0,05$) рази другого місяців споживання, така закономірність зберігалась протягом заключного періоду.

Таблиця 3.78

Вплив лактатів мікроелементів на вміст вітамінів А і Е у спермі кнурів після 24-х годинного зберігання, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
			30-доба	60-доба	
Вітамін А ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	0,628 \pm 0,089	0,518 \pm 0,078	0,708 \pm 0,151	0,758 \pm 0,087
	II	0,583 \pm 0,106	0,942 \pm 0,161	0,808 \pm 0,067	0,930 \pm 0,129
	III	0,725 \pm 0,138	0,433 \pm 0,084	0,360 \pm 0,083**	0,252 \pm 0,043**
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	1,240 \pm 0,105	1,817 \pm 0,192	1,508 \pm 0,140	1,342 \pm 0,117
	II	1,375 \pm 0,157	1,442 \pm 0,114	1,958 \pm 0,184	1,892 \pm 0,249
	III	1,117 \pm 0,170	0,875 \pm 0,102	0,808 \pm 0,122 \square	0,930 \pm 0,218 \square
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	1,975 \pm 0,139	2,235 \pm 0,299	2,050 \pm 0,138	1,828 \pm 0,241
	II	1,642 \pm 0,100	2,628 \pm 0,290	2,433 \pm 0,266	2,042 \pm 0,107
	III	1,783 \pm 0,242	1,66 \pm 0,192 \square	1,392 \pm 0,202	1,792 \pm 0,269
Вітамін Е, ммоль/л	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	1,05 \pm 0,22	1,32 \pm 0,29	1,40 \pm 0,25	0,45 \pm 0,15
	II	0,975 \pm 0,179	0,841 \pm 0,149	1,683 \pm 0,231	1,350 \pm 0,268
	III	1,375 \pm 0,261	0,417 \pm 0,138*	0,450 \pm 0,083*	0,608 \pm 0,125
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	2,15 \pm 0,26	1,74 \pm 0,13	1,93 \pm 0,34	1,88 \pm 0,21
	II	1,87 \pm 0,28	2,62 \pm 0,35	2,73 \pm 0,32	2,70 \pm 0,38
	III	1,92 \pm 0,16	1,36 \pm 0,23	1,15 \pm 0,19 \square	1,31 \pm 0,23 \square
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	2,95 \pm 0,23	2,63 \pm 0,14	2,52 \pm 0,39	2,23 \pm 0,18
	II	3,04 \pm 0,26	2,95 \pm 0,33	2,74 \pm 0,29	3,12 \pm 0,39
	III	2,67 \pm 0,23	2,21 \pm 0,24	1,82 \pm 0,44	1,94 \pm 0,37

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем);
 \square - $p < 0,05$; \square - $p < 0,01$ – порівняно з другою групою.

Максимальним рівнем цих низькомолекулярних антиоксидантів характеризувались тварини II-ї групи, а мінімальним III-ї групи, де міжгрупова різниця за концентраціями вітаміну А і вітаміну Е була встановлена по завершенню другого місяця після згодовування мінеральної добавки відповідно в 2,2 ($p < 0,01$) і 3,7 рази, а також у період післядії в 3,6 та 2,1 рази.

Встановлено, що концентрація вітаміну А і вітаміну Е після добового інкубування зразків еякулятів тварин II групи за температури 17⁰С була максимальною та значно перевищувала відповідно у 2,5 ($p < 0,01$) і 2,4 ($p < 0,01$) рази на 60-у добу вживання, а також у 2,0 ($p < 0,01$) і 2,1 ($p < 0,05$) рази по завершенні заключного періоду відносно III-ї групи. Вміст даних вітамінів у цій тканині тварин I групи протягом експерименту суттєво не змінювався, коливаючись в межах середніх значень.

Зниження температури інкубування сперми до 5⁰С сприяло збереженню вітамінів антиоксидантної дії. Однак, у отриманих зразках від тварин II групи концентрація вітаміну А та вітаміну Е була найвищою, а найнижчою у представників III групи, де максимальна різниця між ними була відмічена по закінченню першого місяця вживання мінеральної добавки, складаючи відповідно – 36,9 ($p < 0,05$) і 25,1%, другого – 42,8 і 34,3%, а також по завершенню заключного періоду – 12,3 та 37,4%.

3.3.2.3. Якість спермопродукції кнурів-плідників

Результати досліджень свідчать про істотний вплив мікроелементної добавки на кількісні і якісні показники еякулятів. Так, додаткове згодовування лактатів мікроелементів тваринам другої групи проявлялось у збільшенні ваги еякулятів на 30-у і 60-ту доби відповідно на 3,4% і 9,1% (табл. 3.79). При цьому ефект після дія тривав щонайменше 30 діб і полягав у більшій масі еякуляту відносно початкового періоду дослідження. Згодовування кормосуміші з мікроелементною добавкою кнурам-плідникам

3-ї дослідної групи супроводжувалось поступовим підвищенням даного показника після двох місячного вживання на 9,9% та заключного періоду – 13,2%. Найбільшу міжгрупову різницю було встановлено між 2-ї групою і інтактною, яка становила 13,8% (30-та доба), 19,0% (60-та доба) та 13,1% (заклучний період).

Таблиця 3.79

Кількісні і якісні показники еякулятів кнурів-плідників після вживання мікроелементної добавки, $M \pm m$, $n = 6$

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
		30-та доба	60-та доба	
Вага еякуляту, см ³				
I	240,33 ± 20,50	230,50 ± 19,24	232,00 ± 10,66	237,33 ± 19,26
II	252,83 ± 26,19	261,33 ± 21,64	276,67 ± 11,48	268,33 ± 18,95
III	242,17 ± 14,44	253,50 ± 20,47	266,17 ± 18,36	274,84 ± 17,38
Концентрація сперматозоїдів, млрд/см ³				
I	0,176 ± 0,012	0,193 ± 0,013	0,179 ± 0,017	0,175 ± 0,014
II	0,170 ± 0,007	0,169 ± 0,009	0,174 ± 0,006	0,170 ± 0,013
III	0,188 ± 0,011	0,172 ± 0,013	0,151 ± 0,014	0,146 ± 0,010
Активність сперматозоїдів, %				
I	93,50 ± 1,84	90,67 ± 2,98	91,83 ± 4,63	88,67 ± 3,31
II	91,67 ± 2,41	92,66 ± 3,17	92,83 ± 2,64	91,33 ± 2,70
III	89,33 ± 3,01	95,33 ± 2,30	87,16 ± 1,81	83,66 ± 2,72
Терморезистентність, %				
I	84,00 ± 2,13	72,50 ± 2,58	76,17 ± 1,63	78,16 ± 7,62
II	80,66 ± 5,12	75,83 ± 4,24	83,16 ± 7,57	88,17 ± 4,01
III	81,83 ± 3,36	78,33 ± 2,70	72,50 ± 33,28	70,67 ± 2,03

Вплив згодовування мікроелементної добавки на концентрацію сперматозоїдів в еякуляті полягав був незначним. При цьому введення до складу раціону на 20% більше від норми протягом двох місяців призводило

до зниження насиченості еякулятів сперматозоїдами на 16,1% та позакінченню досліджень на 16,6% відносно контролю.

Найбільший позитивний вплив від згодовування добавки було встановлено за показником кількості сперматозоїдів в еякуляті у кнурів-плідників 2-ї групи, який полягав у її переважанні над тваринами інтактної групи по закінченню 60-ї доби експерименту і заключного періоду відповідно на 12,2 % та 9,9% (рис. 3.6). Задавання максимальної концентрації мікроелементів тваринами 3-ї групи супроводжувалось зниженням рівня насиченості сперматозоїдами еякулятів від початку досліджень, а отже і кількості отримуваних спермодоз.

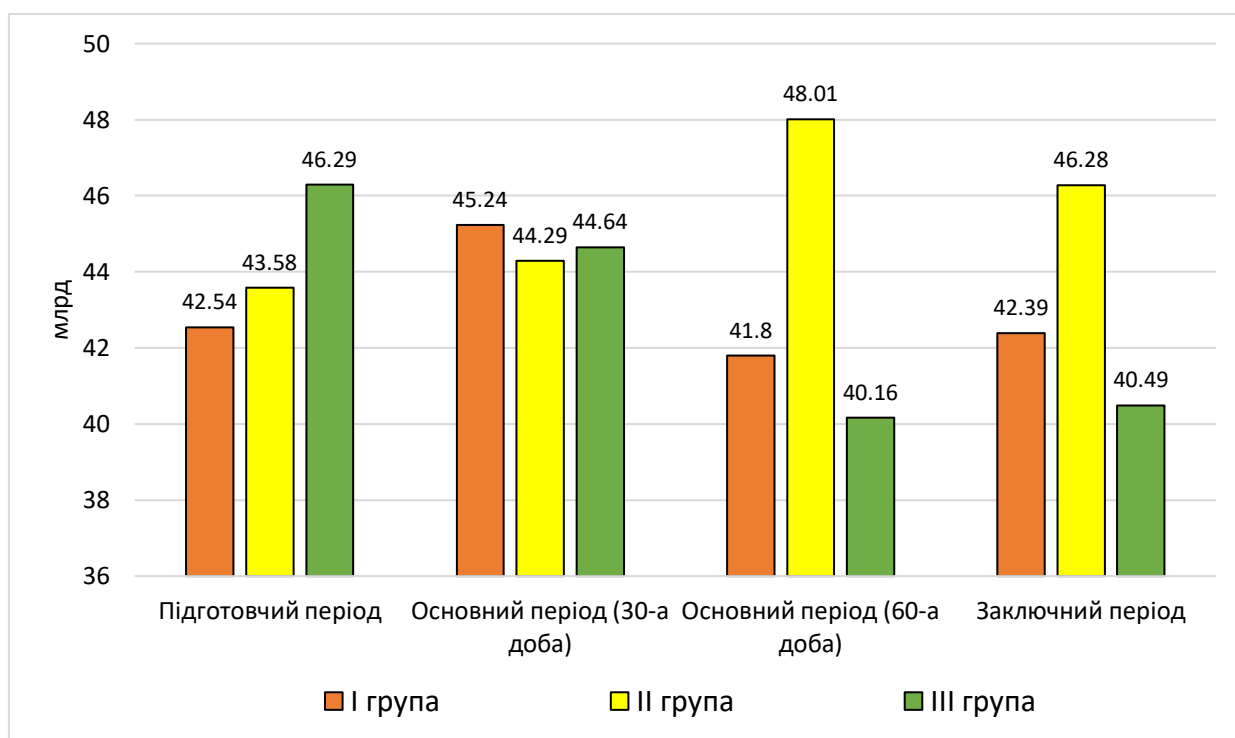


Рис. 3.6. Вплив мікроелентної добавки на загальну кількість сперматозоїдів у еякулятах, млрд, n=6

Визначення активності сперматозоїдів, показало вплив мінеральної добавки, який найбільш відчутно проявлявся у незначному підвищенні їх активності на 30-у добу – 6,3%, з послідуочим зниженням по завершенні заключного період – 6,2% відносно початку експерименту. Згодовування

тваринам на 10% більше мікроелементів істотного впливу не здійснювало на рухливість цих гамет. Найбільш істотну міжгрупову різницю виявлено по завершенню експерименту між 2-ю і 3-ю групами, яка становила – 8,4%.

На рівень функціональної активності сперматозоїдів істотно впливала кількість та термін згодовування мікроелементів. Так, після 60-ти добового вживання даних біологічно активних речовин тваринами 2-ї групи рівень терморезистентності цих клітин підвищувався досягаючи максимальних значень по завершенню експерименту. При цьому додавання на 20 % понад норму лактатів мікроелементів у складі кормосуміші кнурам-плідникам знижувало рівень виживаності сперматозоїдів на 11,2 % (60-та доба) і 13,9% (заклучний період) відносно початкового періоду досліджень.

За рівнем терморезистентності сперматозоїдів найбільші відмінності спостерігались між 2-ю і 3-ю дослідними групами, де найбільшу різницю було виявлено на 60-ту добу експерименту та заключний період відповідно на 12,4% і 19,9 %.

Виявлені біологічні ефекти мікроелементів на кількісні і якісні показники спермопродукції очевидно обумовлені участю цих речовин у метаболічних перетвореннях, які визначають функціональну активність репродуктивної системи, за рахунок оптимізації синтезу гормонів, секреторної діяльності простати і сім'яників [284], що дає можливість отримувати більшу кількість спермодоз та підвищити рентабельність їх виробництва [366]

Встановлені особливості, щодо впливу мікроелементної добавки на організм кнурів-плідників узгоджуються з експериментами Шості А.М. і Рокотянської В.О. [218]. За узагальненими результатами досліджень було запропоновано ефективний спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів [115].

3.3.2.4. Морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників

Вплив мікроелементів на морфологічні-фізіологічні показники сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз. Результати проведених експериментів, вказують на істотний вплив доданих мікроелементів понад норму в раціоні на морфометричні параметри сперматозоїдів кнурів-плідників (табл. 3.80).

Таблиця 3.80

Вплив мікроелементів на морфологічні показники сперматозоїдів кнурів-плідників після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Розмір сперматозоїдів	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Довжина сперматозоїда	I	51,21±0,149	52,07±0,134	51,47±0,263	51,08±0,19
	II	50,96±0,127	50,49±0,186	52,18±0,184	51,27±0,174
	III	52,34±0,140	49,24±0,168	46,21±0,142	48,61±0,203
Довжина головки	I	7,62±0,027	7,88±0,018	7,58±0,030	7,46±0,041
	II	7,45±0,025	7,72±0,046	7,68±0,024	7,41±0,031
	III	7,79±0,048	6,16±0,020	6,12±0,033	6,94±0,053
Ширина головки	I	4,40±0,020	4,32±0,015	4,48±0,016	4,25±0,031
	II	4,35±0,016	4,47±0,022	4,50±0,024	4,39±0,021
	III	4,49±0,024	4,62±0,010	4,75±0,013	4,80±0,036

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

Після 30-ї доби від початку експерименту у кнурів-плідників III-ї групи спостерігалось зменшення величин сперматозоїдів за загальною довжиною на 5,9% і довжиною головки – 20,9%. По закінченні 60-ї доби вживання мікроелементів на 20% понад норму відмічено зменшення довжини сперматозоїдів на 11,7%, довжину головки – 21,4% та збільшення ширини головки – 5,87%.

Встановлено тенденцію до зменшення розмірів сперматозоїдів – загальної їх довжини та довжини головки по закінченні першого місяця вживання мінеральної добавки у тварин третьої групи відповідно на 5,7% і 27,9%, а також збільшення ширини головки на 6,9% відносно контролю.

Після двохмісячного вживання кнурами-плідниками мінеральної добавки на 20% більше норми спостерігалось зниження морфометричних параметрів сперматозоїдів – зменшення загальної довжини цих гамет та довжини їх головки відповідно на 11,4% і 23,7%, а також збільшення ширини головки на 5,7% порівняно з інтактними тваринами.

Ефект післядії від згодовування мікроелементної добавки тривав щонайменше один місяць, особливо у тварин 3-ї групи, що проявлялось у зменшенні загальної довжини сперматозоїдів на 4,8%, довжини голівки – на 7% та збільшенні ширини голівки на 12,9% відносно до контролю.

Отримані результати експериментів свідчать про те, що після згодовування лактатів мікроелементів кнурам дослідних груп в порівнянні з контрольною встановлено велику активність сперматозоїдів в зберігаємих спермодозах при температурі 38⁰С після першого і другого місяця вживання відповідно на 20,4 (р <0,05) і 7, 8% (II-а група) і 24,1 (р <0,05) і 18,8% (р<0,05) (III-а група) (табл. 3.81).

Таблиця 3.81

Вплив лактатів мікроелементів на активність сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, %, М ± m (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
		30-а доба	60-а доба	
t = 38 ⁰ С				
I	75,17±3,55	58,83±2,74*	59,50±2,96*	65,00±2,19
II	69,33±1,78	70,83±3,41 [□]	64,16±2,17	71,00±3,14
III	72,17±1,89	73,00±3,21 [□]	70,67±3,01 [□]	62,83±2,42*
t = 17 ⁰ С				
I	88,00±3,03	83,17±3,89	85,00±3,84	84,17±3,60
II	85,00±3,23	88,00±3,07	90,17±2,54	87,83±3,14
III	81,17±3,30	93,50±1,87*	77,83±4,01	77,00±2,80
t = 5 ⁰ С				
I	82,00±3,23	81,00±4,63	80,33±5,17	83,50±4,10
II	80,50±3,52	84,17±3,71	86,5±3,39	85,33±3,57
III	75,33±3,24	78,50±3,98	62,00±3,65* [□]	66,17±2,14 [□]

Примітка: * - p<0,05 – порівняно з підготовчим періодом;

[□]- p<0,05 – порівняно з першою групою (контролем).

Тестування спермодоз на виживаність сперматозоїдів (терморезистентність) показало істотне зниження їх активності у тварин, які отримували максимальну кількість мікроелементів (табл. 3.82).

Таблиця 3.82

Вплив лактататів мікроелементів на виживаність сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Термо- стресстійкість	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	46,17±2,71	43,00±3,18	44,83±3,23	42,50±1,59
	II	44,33±3,89	40,67±2,32	48,17±2,71	52,83±2,67 [□]
	III	49,00±2,37	36,17±1,70	32,33±2,49 [□]	35,50±3,46
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	52,33±3,24	48,00±2,28	50,67±3,76	49,33±2,94
	II	47,17±1,59	45,83±2,32	49,50±2,09	51,00±3,78 [□]
	III	50,50±3,12	47,16±3,37	38,00±1,53* [□]	40,50±1,37*
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	38,00±1,91	37,50±1,22	41,17±2,48	36,33±2,97
	II	32,17±2,93	34,83±2,45	43,00±2,94*	45,67±3,38*
	III	39,33±2,13	42,00±3,18	30,17±3,11 [□]	31,83±2,24
Термо- резистентність	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	66,00±3,59	53,50±2,74*	52,67±2,96*	58,17±3,58
	II	63,00±2,48	59,17±3,19	59,83±3,85	62,50±2,62
	III	65,33±2,97	52,50±3,03*	50,17±1,83**	53,83±3,01*
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	72,50±3,28	60,33±2,10*	62,00±2,03*	65,17±4,47
	II	70,50±4,51	68,83±2,54 [□]	75,17±2,87 [□]	67,33±2,75
	III	75,83±3,49	65,50±3,32	60,17±3,89*	61,00±2,33*
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	57,66±4,98	63,00±3,82	58,17±2,73	60,33±4,01
	II	61,50±1,61	64,83±1,73	66,00±4,78 [□]	63,17±2,81 [□]
	III	55,33±2,57	49,50±2,36 [□]	43,67±3,38*	46,00±2,94

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;

[□]- $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

У спермодозах кнурів, які отримували на 10% більше цих біологічно активних речовин з кормом, виживаність сперматозоїдів була максимальною, перевищуючи на 10,5 (30-а доба), 13,6 (60-а доба) і 7,4% ($p < 0,05$) (заключний період) відносно інтактної групи.

Визначення термостресстійкості показало, що спермодози кнурів II-ї групи після двомісячного вживання мікроелементної добавки характеризувалися більш високою активністю сперматозоїдів, а у тварин III-ї групи – мінімальної. Максимальна міжгрупова різниця становила – 32,9% (60-а доба) і 32,8% (заключний період). Важливо відзначити, що в спермодозах тварин, які отримували 20% мікроелементів більше норми. Виявлено найбільшу кількість патологічних форм сперматозоїдів, а у представників, які отримували тільки 10% цих речовин – найменше, де міжгрупова різниця становила, після закінчення основного періоду, 1,8 рази ($p < 0,05$) і, після закінчення експерименту – 2,3 рази ($p < 0,01$) (табл. 3.83).

Зберігання спермодоз при температурі 17°C супроводжувалося збільшенням функціональної активності сперматозоїдів у кнурів після 30-х діб вживання мікроелементів на 6,0% (II-я група) і 12,5% (III-я група) щодо контрольної групи. Однак, по закінченні вживання мікроелементів на 10% більше норми, активність сперматозоїдів тварин була більше на 5,7%, а у тварин, які отримували максимальну кількість цих речовин, їх активність знижувалася на 8,4% щодо інтактних. У цей період відзначено існування максимальної групової різниці – 13,6%, де мінімальний рівень встановлений у тварин II-ї групи, а максимальний – III-ї групи. Така закономірність проіснувала до завершення експерименту.

Важливо відзначити, що згодовування мінеральної добавки в кількості на 10% більше основного раціону позитивно позначалося на рівні виживання сперматозоїдів, перевищуючи на 14,1% (30-у добу), 13,6 (60-у добу) щодо інтактних тварин. Збільшення дози мікроелементів в раціоні на 20% перевищує норму зменшувало рівень терморезистентності сперматозоїдів після двомісячного вживання ($p < 0,05$) і на протязі заключного періоду.

Таблиця 3.83

Вплив лактатів мікроелементів на якісні показники сперматозоїдів кнурів після 3-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$, $n=6$

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Патологічні форми	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	9,83 \pm 1,51	10,17 \pm 1,25	10,66 \pm 1,57	12,00 \pm 1,44
	II	11,00 \pm 1,29	7,83 \pm 1,83	10,50 \pm 1,96	8,17 \pm 0,93
	III	7,50 \pm 0,91	9,17 \pm 1,06	18,83 \pm 1,35 ^{***□}	19,00 \pm 1,78 ^{**□}
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	8,17 \pm 1,65	9,00 \pm 1,44	10,50 \pm 1,09	10,83 \pm 2,24
	II	10,50 \pm 0,62	7,17 \pm 1,99	7,83 \pm 1,65	7,00 \pm 1,01
	III	7,00 \pm 0,86	4,83 \pm 0,77	15,17 \pm 2,28*	18,50 \pm 2,66**
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	8,83 \pm 2,10	10,33 \pm 1,05	11,00 \pm 1,82	9,17 \pm 1,95
	II	12,33 \pm 1,31	8,50 \pm 1,50	9,16 \pm 1,92	9,83 \pm 1,06
	III	9,83 \pm 0,92	7,16 \pm 1,99	13,50 \pm 2,39	15,00 \pm 1,44*
Цілісність акросом	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	65,17 \pm 2,91	69,33 \pm 4,37	67,00 \pm 4,55	65,83 \pm 3,15
	II	61,83 \pm 3,88	64,00 \pm 2,59	69,50 \pm 4,88	69,00 \pm 4,56
	III	68,17 \pm 3,39	60,33 \pm 3,91	51,00 \pm 3,10 [□]	54,50 \pm 3,67*
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	90,00 \pm 2,13	86,83 \pm 2,39	88,00 \pm 2,36	86,00 \pm 1,29
	II	86,33 \pm 1,32	88,00 \pm 3,69	90,00 \pm 2,21 [□]	89,17 \pm 1,42
	III	92,67 \pm 1,81	85,50 \pm 3,32	73,33 \pm 3,42**	79,83 \pm 3,56*
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	46,83 \pm 3,19	54,33 \pm 3,46	58,00 \pm 5,14	50,50 \pm 3,81
	II	50,17 \pm 4,28	58,00 \pm 2,94	60,33 \pm 4,58	53,00 \pm 3,24
	III	51,83 \pm 3,09	56,33 \pm 2,82	45,17 \pm 2,93	48,50 \pm 4,01*

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ ***; - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; □ - $p < 0,05$ – порівняно з першою групою (контролем).

Дослідження сперматозоїдів на стійкість до мінливих температур показали, що тварини III-ї групи, по закінченню основного періоду, мали в 1,3 раза меншу термостійкість щодо інших груп. Дана тенденція

зберігалася по закінченню експерименту. В спермодозах кнурів цієї групи спостерігалася істотне збільшення кількості аномальних форм в 1,5 раза після 60-ти днів основного періоду і 1,8 раза по закінченню заключного періоду експерименту щодо контрольної групи. Вживання мікроелементів в кількості перевищує на 10% в основному раціоні сприяло незначному зниженню кількості аномальних форм сперматозоїдів.

Встановлено, що зберігання еякуляту при температурі $+17^{\circ}\text{C}$ сприяло у багатьох сперматозоїдів появі ушкоджень – цілісності акросом. Додаткове вживання мікроелементів кнурами II-ї групи сприяло збереженню цілісності акросом, а у III-ї групи вони значно пошкоджувалися, де міжгрупова різниця склала 18,9% (60-а доба основного періоду) і 10,5% (заклучний період).

Введення мікроелементів в корм кнурам II-ї групи протягом двох місяців збільшувало здатність до запліднення сперматозоїдів в зберігаємих спермодозах при температурі 17°C , яка була вище на 4,1% щодо I-ї групи і на 13,7% – III-ї групи.

В процесі зберігання еякулятів при температурі нижче теплового шоку - 5°C – встановлено зниження функціональної активності сперматозоїдів у порівнянні зі збереженням при температурах 17°C і 38°C . Виявлено біологічні ефекти в сперматозоїдах залежали від дози згодовування мікроелементів. Так, підвищення кількості мікроелементів в раціоні на 10% покращувало рухливість сперматозоїдів щодо контрольної групи. При цьому, зі збільшенням кількості цих речовин до 20%, істотно знижувалася активність гамет ($p < 0,05$). Найбільша різниця за цим показником між II-й і III-й групами була встановлена після 60-х діб вживання добавки і склала 28,3%, а по закінченню експерименту – 22,5%.

Після зберігання спермодоз при 5°C виявлено зниження стійкості сперматозоїдів після терморезистентної проби. Особливо чутливими сперматозоїди виявилися у кнурів, які отримували максимальну кількість мікроелементів, де зі збільшенням терміну їх вживання активність цих гамет істотно знижувалася ($p < 0,05$). Рівень терморезистентності сперматозоїдів

був вище у тварин II-ї групи на 23,6% (30-у добу), 33,8% (60-у добу) і 27,2% (заключний період) щодо III-ї групи.

Рівень термостресстійкості сперматозоїдів у кнурів-плідників був вищий ($p < 0,05$) після закінчення першого місяця згодовування максимальної кількості мікроелементної добавки. Однак, двомісячне вживання кнурами істотно знижувало цей показник у III-ї групи на 29,8% відносно контрольної групи, такий ефект тривав протягом останніх 30 діб експерименту.

Згодовування мікроелементної добавки сприяло збільшенню аномальних форм сперматозоїдів, особливо у кнурів III-ї групи по закінченню основного і заключного періоду, кількість яких перевищувала відповідно в 1,2 і 1,7 раза в порівнянні з контрольною групою. В основному аномалії сперматозоїдів зустрічалися у вигляді маленьких розмірів головок, пошкодження або втрати джгутика, що узгоджується з даними Gączarzewicz D. et al [296] і А.С. Федяєва [198]. Найбільш стабільними виявилися акросоми у тварин, які отримували 10% добавку цих речовин, де міжгрупова різниця становила 1,3 (60-а доба основного періоду) і 1,1 раза (заключного періоду) в порівнянні з групою, яка отримувала максимальну кількість мікроелементів.

Вплив мікроелементів на морфологічні-фізіологічні показники сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз.

Дані морфометричних досліджень свідчать про незначні зміни в довжині сперматозоїдів кнурів-плідників в напрямку їх зменшення залежно від дози згодовуваних лактатів мікроелементів понад норму в раціоні (табл. 3.84).

Так, вже після 30-ти добового вживання даних біологічно активних речовин від початку експерименту у кнурів-плідників III-ї групи відмічено зменшення величин сперматозоїдів за загальною довжиною на 3,5%, довжиною головки – 21,0 % ($p < 0,001$) і шириною головки – 8% проти контролю. По закінченні 60-ї доби вживання мікроелементів на 20% понад норму зменшує довжину сперматозоїдів на 9,4% ($p < 0,001$), довжину головки

–4,4% ($p<0,001$) та ширину головки – 4,14% ($p<0,001$). У тварин 2-ї групи після двох місячного згодовування досліджуваних мікроелементів встановлено протилежну динаміку незначне зростання розмірів цих гамет – загальної довжини на 5,1%, довжин головки – 26,5% і ширини головки – 3,1%.

Таблиця 3.84

Вплив мікроелементів на морфологічні показники сперматозоїдів кнурів-плідників після 24-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$, $n=6$

Розмір сперматозоїдів	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Довжина спермія	I	49,85 ±0,175	50,23±0,144	50,06±0,173	50,84±0,215
	II	49,24±0,110	50,83±0,127	51,75±0,150	51,36±0,122
	III	50,91±0,168	47,52±0,208	46,14±0,128 *** □□□○○	46,27±0,139 *** □□□○○
Довжина головки	I	6,30±0,054	7,04±0,062	7,17±0,074	7,22±0,068
	II	5,73±0,038	7,85±0,075	7,25±0,040	7,48±0,027
	III	6,36±0,065	6,45±0,038 ^{□□□} ○○○	6,08±0,025 ^{□□□}	6,61±0,059 ○○○
Ширина головки	I	4,22±0,025	4,27±0,021	4,29±0,012	4,05±0,028
	II	4,29±0,010	4,39±0,046	4,41±0,035	4,30±0,023
	III	4,34±0,017	4,25±0,035	4,16±0,026 ^{**}	4,41±0,030 □□□

Примітка: ** - $p<0,01$; *** - $p<0,001$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □□□- $p<0,001$ – порівняно з першою групою (контролем);
 ○○○- $p<0,001$ – порівняно з другою групою.

Ефект післядії від згодовування мікроелементної добавки тривав щонайменше один місяць, особливо у тварин III-ї групи, що проявлялось у зменшенні загальної довжини сперматозоїдів на 4,8% ($p<0,001$), довжини голівки на 7% ($p<0,001$) та збільшенні ширини голівки на 12,9% ($p<0,001$) порівняно до контролю.

Найбільша міжгрупова різниця спостерігалась між 2-ю та 3-ю дослідними групами по закінченню згодовування мінеральної добавки за довжиною сперматозоїдів – 10,8% ($p < 0,001$), довжиною головки – 16,1% та ширини головки – 5,7%. За першими двома показниками дана закономірність зберігалась по закінченню експерименту. Встановлені різнонаправлені тенденції зміни морфометричних показників даних гамет, очевидно обумовлені неоднаковим впливом на формування їх біологічної повноцінності, де використання лактатів мікроелементів в кількості на 10% більше від норми оптимізує процеси сперматогенезу.

Дослідження функціональної активності сперматозоїдів свідчать про те, що після згодовування лактатів мікроелементів кнурам дослідних груп в порівнянні з контрольною встановлено більшу рухливість цих клітин у зберігаємих спермодозах при температурі 38⁰С після першого і другого місяця вживання відповідно на 22,3 ($p < 0,05$) і 16,8% (II-а група) і 19,5 і 10,2% (III-а група) (табл. 3.85). Такі зміни відбувались на тлі зниження даного показника.

Тестування спермодоз за активністю сперматозоїдів при зберіганні за температури 17⁰С після місячного вживання мікроелементів, показало їх достаньо високу рухливість в межах 78,56...87,83%, де мінімальний показник був відмічений у I-й групі, а максимальний – III-й групі, де різниця між ними становила 11,8%. По закінченні другого місяця експерименту виявлено, що найменшою активністю сперматозоїдів характеризувались тварин, які отримували на 20% більше мікроелементів, а найбільшу при 10% додатковому згодовуванні цих речовин. Встановлений ефект дії різних доз мікроелементів зберігався до закінчення досліджень.

Зберігання спермодоз в умовах зниженої температури 5⁰С в цілому зменшувало активність сперматозоїдів у тварин. При цьому вживання мікроелементів на 10% понад норму сприяло підвищенню рухливості цих гамет до максимальних значень, перевищуючи на 8,3 (30-а доба), 9,0

($p < 0,05$) (60-а доба) і 14,0% (заклучний період) відносно початку досліджень.

Таблиця 3.85

Вплив лактататів мікроелементів на активність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання еякулятів, %, $M \pm m$ (n=6)

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заклучний період
		30-а доба	60-а доба	
$t = 38^{\circ}\text{C}$				
I	62,31 \pm 2,88	50,81 \pm 3,24	50,64 \pm 1,98	62,99 \pm 2,76
II	60,45 \pm 2,07	62,13 \pm 2,47 \square	59,17 \pm 3,09	65,16 \pm 2,45
III	64,86 \pm 1,55	60,72 \pm 2,61	55,83 \pm 2,94 $*$	59,72 \pm 2,93
$t = 17^{\circ}\text{C}$				
I	83,62 \pm 3,25	78,56 \pm 3,30	81,75 \pm 2,75	80,12 \pm 2,67
II	84,21 \pm 2,87	85,08 \pm 3,24	86,51 \pm 2,13	85,37 \pm 1,49
III	80,49 \pm 3,04	87,83 \pm 2,98	73,99 \pm 3,18 $^{\circ\Delta}$	71,68 \pm 2,26 $^{\circ\circ\Delta\Delta}$
$t = 5^{\circ}\text{C}$				
I	70,72 \pm 3,44	68,82 \pm 3,19	72,47 \pm 1,95	74,60 \pm 3,55
II	69,94 \pm 2,63	75,76 \pm 3,32	76,25 \pm 2,61	79,72 \pm 2,38
III	68,63 \pm 2,78	70,19 \pm 3,05	54,42 \pm 2,37 $^{*\square\Delta\Delta}$	60,19 \pm 2,75 \square

Примітка: $*$ - $p < 0,05$ – порівняно з підготовчим періодом;

\square - $p < 0,05$; $\square\square$ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем);

$^{\circ}$ - $p < 0,05$; $^{\circ\circ}$ - $p < 0,01$ – порівняно з другою групою;

Δ - $p < 0,05$; $\Delta\Delta$ - $p < 0,01$ – порівняно з 30-ю добою.

По закінченню другого місяця експерименту функціональна активність сперматозоїдів істотно знижувалась на 20,7% у тварин третьої групи. В цей період у тварин першої і другої груп рухливість цих гамет була вищою відповідно в 1,3 і 1,4 раза порівняно із третьою групою. Встановлена закономірність продовжувалась до закінчення досліджень.

Добове зберігання спермодоз за температури 38°C з послідуочим проведенням терморезистентного тесту знижувало їх придатність до мінімальних вимог використання (табл. 3.86).

Таблиця 3.86

Вплив лактататів мікроелементів на виживаність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання еякулятів, %, $M \pm m$ (n=6)

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Термо-стресстійкість	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	40,18 \pm 2,14	38,42 \pm 2,46	40,11 \pm 2,69	34,27 \pm 2,03
	II	37,24 \pm 3,22	39,88 \pm 2,08	44,63 \pm 2,50	41,12 \pm 3,24
	III	41,52 \pm 1,86	34,29 \pm 2,65	26,84 \pm 2,97 ^{**} _{□□}	27,98 \pm 2,81 [°]
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	48,20 \pm 2,61	45,47 \pm 2,83	44,12 \pm 2,84	35,00 \pm 2,31
	II	44,81 \pm 2,34	41,19 \pm 2,15	45,96 \pm 2,30	40,17 \pm 2,04
	III	45,63 \pm 2,90	40,26 \pm 3,04	34,78 \pm 2,18 ^{*□}	32,63 \pm 2,46 [*]
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	32,27 \pm 2,36	31,17 \pm 2,34	33,85 \pm 2,18	31,83 \pm 2,27
	II	30,12 \pm 2,48	29,90 \pm 2,10	36,41 \pm 2,33	39,48 \pm 2,42 [*]
	III	31,66 \pm 2,74	33,48 \pm 2,37	26,56 \pm 2,92 [°]	27,30 \pm 2,69 [°]
Термо-резистентність	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	60,72 \pm 4,17	50,33 \pm 2,42	43,38 \pm 2,43 [*]	52,48 \pm 2,75
	II	58,63 \pm 3,06	52,48 \pm 2,61	52,15 \pm 3,07	55,27 \pm 2,90
	III	59,14 \pm 3,45	46,71 \pm 2,73 [*]	40,80 \pm 2,12 ^{**°}	43,69 \pm 2,34 [°]
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	70,26 \pm 2,64	58,27 \pm 2,34 [*]	60,96 \pm 2,68	60,08 \pm 3,61
	II	67,42 \pm 3,17	64,26 \pm 2,28	69,15 \pm 3,12	63,77 \pm 2,40
	III	71,89 \pm 2,60	60,35 \pm 2,61	51,37 \pm 3,24 ^{**□□}	52,69 \pm 3,14 ^{**□□}
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	51,83 \pm 3,60	59,13 \pm 2,50	55,27 \pm 3,31	53,19 \pm 3,52
	II	53,26 \pm 2,42	59,96 \pm 2,31	62,83 \pm 3,16	60,47 \pm 2,23
	III	50,14 \pm 2,66	42,51 \pm 2,54 ^{□□}	39,34 \pm 2,87 ^{*□□°}	40,62 \pm 2,24 ^{*°°}

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$ – порівняно з першою групою (контролем);
 ° - $p < 0,05$; °° - $p < 0,01$ – порівняно з другою групою;
 Δ - $p < 0,05$; ΔΔ - $p < 0,01$ – порівняно з 30-ю добою.

Виявлено, що тварини які отримували раціон із 10% додаванням мікроелементів характеризувались дещо вищою активністю сперматозоїдів протягом досліджуваних періодів.

Зберігання спермодоз в умовах 17⁰С з подальшим інкубуванням при температурі тіла свиноматок сприяло високій життєздатності сперматозоїдів. Встановлено, що із збільшенням строку згодовування мікроелементів, їх вплив проявлявся залежно від дози. Споживання тваринами на 10% вище насичених раціонів за мікроелементами суттєво підвищувало активність даних гамет, а підвищення рівня цих біологічно активних речовин до 20% призводило до зниження рухливості, де міжгрупова різниця склала – 25,7%. По закінченні заключного періоду встановлена закономірність зберігалась, де міжгрупова різниця зменшувалась до 17,4% ($p < 0,01$).

Проведення терморезистентної проби у спермодозах кнурів-плідників інтактної групи після добового охолодження при температурі 5⁰С виявило істотне зниження активності сперматозоїдів на 26,2% (температура 17⁰С) і 14,6% (температура 38⁰С), що очевидно обумовлено дією холодового фактора.

По закінченню перших 30-ти діб згодовування мікроелементної добавки у тварин I-ї і II-ї груп спостерігалось підвищення рухливості даних гамет, а III-й – зменшення, міжгрупова різниця склала 29,1% ($p < 0,01$). Із збільшенням терміну згодовування сила впливу від вживання мікроелементної добавки зростала, де максимальна активність сперматозоїдів була виявлена у кнурів-плідників II-ї групи, та переважала таку в інтактній та III-й групах відповідно на 13,7% та 37,4%. Після 30-ти добового припинення надходження мікроелементів встановлена міжгрупова різниця зберігалась.

Серед багатьох факторів які впливають на функціональну активність сперматозоїдів від еякуляції до запліднення яйцеклітин вагоме місце належить дії теплового чинника. Тестування спермодоз у змінних умовах температури після зберігання спермодоз протягом 24-х годин за температури 38⁰С встановило істотне зниження рухливості сперматозоїдів в межах 37,2...41,5%. Найбільш суттєві зміни спостерігались після 60-ти денного

згодовування лактатів мікроелементів, де мінімальна активність сперматозоїдів була встановлена у тварин I-ї групи, а II-ї та III-ї – більша відповідно в 1,7 і 1,5 ($p < 0,05$) рази.

Спермодози, які утримувались протягом доби за температури 17⁰С характеризувались після оцінки на стресстійкість високою активністю сперматозоїдів від 45,6...48,20%. Однак двох місячне максимальне вживання мікроелементної добавки інгібувало рухливість цих гамет у кнурів-плідників III-ї групи, тоді як у II-й групі вона була вищою на 24,3% і I-й групі – 21,2%. По закінченню експерименту встановлена залежність зберігалась – переважання активності у тварин II-ї і I-ї груп порівняно із III-ю відповідно на 18,8% і 6,8%.

Дослідження рухливості сперматозоїдів кнурів-плідників інтактних груп після зберігання в умовах холодних температур 5⁰С показало суттєве зниження даного показника порівняно із температурами 17⁰С і 38⁰С відповідно на 33,0% та 19,6%. Динаміка активності сперматозоїдів протягом експерименту залежала від кількості спожитих мікроелементів. Так, у тварин III-ї групи цей показник незначно зростав до 30-ї доби, з послідуочим зниженням протягом другого і третього місяців експерименту. У тварин II-ї групи від початку досліджень відбувалась більш виражена зміна активності цих гамет – підвищення протягом 60-ти діб в 1,2 рази та по закінченні 90-ї доби в 1,3 рази. У зв'язку із встановленою різнонаправленою динамікою у дослідних групах найбільшу різницю виявлено по завершенню другого і третього місяців відповідно на 37,1% і 44,6%.

Встановлено високу кількість патологічних форм сперматозоїдів кнурів-плідників при зберіганні спермодоз в фізіологічних температурних умовах (табл. 3.87).

Таблиця 3.87

Вплив лактатів мікроелементів на якісні показники сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання еякулятів, $M \pm m$, $n=6$

Якісні показники сперматозоїдів, %	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-а доба	60-а доба	
Патологічні форми	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	12,56 \pm 1,87	13,57 \pm 1,14	14,27 \pm 2,31	13,83 \pm 2,06
	II	15,17 \pm 1,91	11,23 \pm 0,79	12,48 \pm 1,75	10,76 \pm 0,85
	III	10,83 \pm 2,18	12,44 \pm 1,38	21,16 \pm 1,94 ^{*o}	22,81 \pm 1,67 ^{**□} oo
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	10,08 \pm 1,44	11,16 \pm 1,33	14,13 \pm 1,67	13,72 \pm 1,05
	II	11,92 \pm 0,99	10,47 \pm 1,46	8,28 \pm 1,39	10,40 \pm 1,24
	III	9,43 \pm 1,26	8,69 \pm 0,52	19,20 \pm 1,94 ^{**oo}	22,68 \pm 1,92 ^{***} □□oo
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	11,05 \pm 1,62	13,16 \pm 0,94	14,09 \pm 1,96	11,72 \pm 1,45
	II	13,56 \pm 1,24	10,47 \pm 1,83	11,24 \pm 1,37	10,93 \pm 0,97
	III	11,12 \pm 1,15	11,38 \pm 1,20	18,66 \pm 1,75 ^{*o}	18,49 \pm 1,73 ^{*□o}
Цілісність акросом	$t = 38^{\circ}\text{C}$				
	I	56,24 \pm 4,11	60,74 \pm 2,65	61,38 \pm 3,24	58,62 \pm 4,51
	II	57,12 \pm 2,69	58,42 \pm 3,18	63,19 \pm 2,51	65,80 \pm 3,87
	III	60,39 \pm 4,45	50,93 \pm 2,76	44,83 \pm 2,96 ^{*□}	47,29 \pm 3,13 ^o
	$t = 17^{\circ}\text{C}$				
	I	80,55 \pm 3,17	78,90 \pm 2,41	80,31 \pm 2,75	81,84 \pm 2,31
	II	80,72 \pm 2,06	82,81 \pm 2,09	84,65 \pm 3,13	84,23 \pm 1,75
	III	82,33 \pm 1,40	73,45 \pm 2,80 ^{*o}	67,20 \pm 2,42 ^{**□oo}	70,42 \pm 2,61 ^{*□oo}
	$t = 5^{\circ}\text{C}$				
	I	42,39 \pm 2,81	41,70 \pm 1,31	45,11 \pm 1,96	43,40 \pm 2,68
	II	41,98 \pm 3,03	53,26 \pm 1,57 ^{*□□}	54,85 \pm 2,31 ^{*□}	50,87 \pm 2,91
	III	43,74 \pm 2,16	50,58 \pm 2,64 [□]	40,69 \pm 2,07 ^{oo△}	38,26 \pm 3,43 ^o

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом;
 □ - $p < 0,05$; □□ - $p < 0,01$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з першою групою (контролем);
 ° - $p < 0,05$; °° - $p < 0,01$ – порівняно з другою групою;
 △ - $p < 0,05$ – порівняно з 30-ю добою.

Проте у тварин II-ї групи після двомісячного вживання мікроелементної добавки спостерігалось зниження даного показника на 17,7%, а також по завершенню заключного періоду – 29,1% відносно початку експерименту. У

представників, яким згодовували максимальну кількість мікроелементів встановлено 2-х кратне збільшення сперматозоїдів із патологічними формами на 60-ту та 90-ту доби. При цьому різниця показників становила між II-ю і III-ю групами становила 1,7 разів (60-а доба) ($p < 0,05$) і 2,1 раза ($p < 0,01$) (заклучний період).

Важливо відзначити, що зберігання спермодоз при температурі 17°C супроводжувалось істотним зниженням появи патологічних сперматозоїдів, особливо при згодовуванні кнурам-плідникам мікроелементів на 10% понад норму. Збільшення дози біологічно активних речовин на 20% до раціону супроводжувалось підвищеною кількістю утворення патологічних форм цих гамет в 2 рази ($p < 0,01$) по закінченні другого місяця і 2,4 раза ($p < 0,001$) – третього місяців експерименту. Виявлено, що максимальний рівень ушкодження цих клітин виявлено у кнурів-плідників III-ї групи, який був вищим відносно I-ї групи і II-ї груп відповідно в 1,3 раза і 2,3 раза ($p < 0,01$) (60-та доба), а також 1,7 раза ($p < 0,01$) і 1,6 раза ($p < 0,01$) (заклучний період).

Добове зберігання спермодоз в умовах холодного стресу істотно не відрізнялось за кількістю патологічних форм сперматозоїдів порівняно більш високими температурами 17°C і 38°C . Однак, використання мікроелементної добавки в кількості 10% понад норму суттєво зменшує кількість патологічних форм гамет особливо по завершенні другого і третього місяців експерименту порівняно тваринами, які отримували на 20% більше цих біологічно активних речовин, де міжгрупова різниця склала 1,7 раза.

Встановлено, що умови зберігання спермодоз істотно впливають на появу ушкоджень у сперматозоїдах – руйнування акросом. Більш вразливими дані органи були у сперматозоїдах, які зберігали при низьких температурах (5°C), а більш цілісними при 17°C , тривале їх перебування при температурі 38°C сприяє підвищенню проникності мембран. Добове утримання сперматозоїдів у середовищі наближеному до температури тіла кнурів-

плідників, які отримували 10% додатково мікроелементи до раціону супроводжувалось більш оптимальним збереженням акросом, в той час як підвищення кількості вживання цих речовин порушувало цілісність даних органел. Такий ефект тривав протягом останніх 30 діб експерименту. Статистично вірогідна різниця між II-ю і III-ю групами склала $p < 0,05$.

Додаткове вживання мікроелементів кнурами-плідниками II-ї групи сприяло підвищувало цілісності акросом у сперматозоїдах в процесі добового зберігання при температурі 5°C будучи вищою на 27,7% ($p < 0,001$) (30-та доба), 21,6% ($p < 0,05$) (60-та доба) і 17,2% (90-та доба експерименту) відносно контролю. Однак, згодовування тваринам на 20% більше мікроелементів від норми сприяло збільшенню ушкодженості даних гамет на 15,6% після двох місячного вживання та 33,0% по завершенню заключного періоду. Аналіз міжгрупових різниць після вживання кнурами-плідниками мікроелементної добавки свідчить про зростання її впливу із збільшенням строку згодовування на 34,8% (60-та доба), а також 33% по закінченню експерименту.

Зберігання спермодоз кнурів-плідників істотно впливало на запліднювальну здатність сперматозоїдів (рис. 3.7). Так, добове збереження спермодоз було оптимальним за температури 17°C , а найбільш вразливими до температурного шоку виявились ці гамети при зберіганні 5°C . При цьому тварини II-ї групи характеризувались вищими показниками запліднювальної здатності сперматозоїдів на порівняно із першою та на третьою групою.

Насичення мікроелементами на 20% більше відносно контрольної групи знижувало запліднювальну здатність цих тварин при зберіганні спермодоз при температурі 38°C на 8,7 %, при 17°C на 8,4%, при 5°C на 10,8 %.

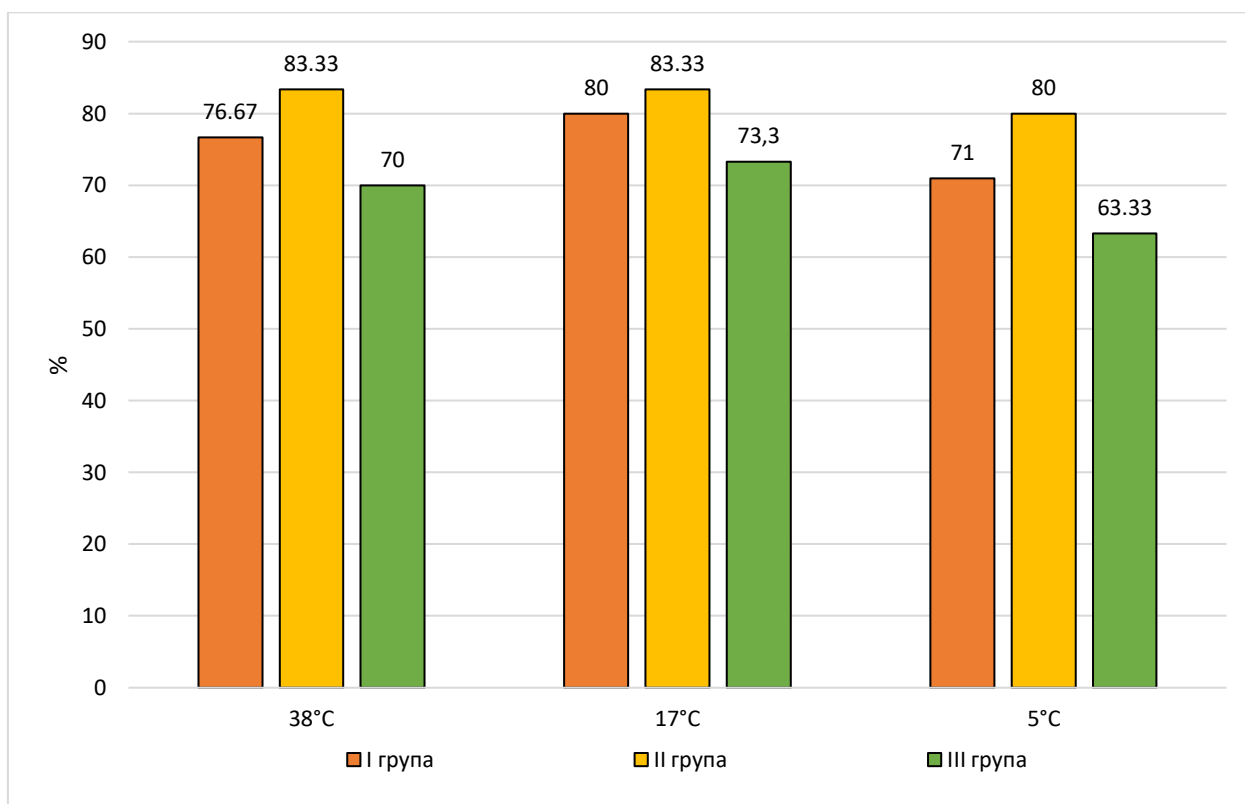


Рис. 3.7. Вплив лактатів мікроелементів на запліднювальну здатність сперматозоїдів кнурів після 24-х годин зберігання спермодоз, $M \pm m$ (n=6)

Проведений кореляційний аналіз свідчать про те, що існують істотні взаємозв'язки між інтенсивністю процесів пероксидації у крові у кнурів-плідників та функціональною активністю сперміїв у зберігаємих спермодозах. Насамперед, це суттєві зв'язки виявлено із вмістом дієвих кон'югантів і ТБК-активних комплексів із рухливістю сперматозоїдів, де дані показники корелювали в межах $r = 0,71 \dots 0,98$. Дана властивість сперматозоїдів кнурів II-ї групи на 30-ту та 60-ту доби експерименту найбільш суттєво була зв'язною з антиоксидантним ферментом СОД – $r = 0,94$, коли в контролі спостерігались зворотній показник $r = -0,39$. Виявлено, що активність КТ перебувала у суттєвому взаємозв'язку з рухливістю сперматозоїдів, однак їх сила залежала від кількості спожитих мікроелементів, де показник сягав $r = -0,91$ (I-ша група) $r = 0,83$ (2-га група) і $r = 0,67$ (III-тя груп).

Рівень терморезистентності сперматозоїдів істотно залежав від кількості згодовуваних мікроелементів, де найбільш суттєві взаємозв'язки відмічено у тварин II-ї групи із вмістом дієновими кон'югатими ($r= 0,99$), ТБК-активними комплексами ($r= 0,96$), активностями СОД ($r= 0,98$) і КТ ($r=-0,97$). Близька закономірність взаємозв'язків спостерігалась із показником наявності патологічних форм сперматозоїдів.

Встановлено, істотні взаємозв'язки між первинними і вторинними продуктами пероксидації і запліднювальною здатністю сперміїв в межах $r= 0,95...0,99$). При цьому у тварин другої групи активність СОД і КТ суттєво корелювала із запліднювальною здатністю сперматозоїдів відповідно - $r= 0,98$ і $r= 0,97$, третій - $r= 0,12$ і $r= 0,96$, першій - $r= - 0,58$ та $r= 0,80$. Важливість вітаміну Е у процесах розмноження підтверджується виявленими коефіцієнтами кореляції - $r=-0,94$ (1 група), $r=-0,95$ (2 – га група) та $r= 0,88$ (3-я група).

Розрахунок кореляційних зв'язків між компонентами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та запліднювальною здатністю сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників встановив пряму залежність їх від інтенсивності процесів пероксидного окиснення, що підтверджується встановленими коефіцієнтами кореляції з дієновими кон'югатами та ТБК – активними комплексами - $r= 0,92...0,98$. Двох місячне згодовування мікроелементної добавки суттєво вплинуло силу та напрям показників кореляції. Так, за активністю СОД сила взаємозв'язку зростала із підвищенням рівня надходження мікроелементів складаючи $r= 0,32$ (1-ша група), $r= 0,56$ (2-група) та $r= 0,71$ (3-тя група). Концентрації вітаміну А та вітаміну Е із запліднюючою здатністю сперматозоїдів були найбільш взаємопов'язаними у тварин II-ї групи відповідно $r= 0,90$ і $r= 0,73$, а також III-ї групи $r= 0,65$ і $r= 0,73$. Виявлено, що із збільшення дози згодовуваних мікроелементів сила взаємозв'язку рухливості сперматозоїдів і антиоксидантних ензимів зменшувалась сягаючи рівня $r= 0,24$ (СОД) і $r= 0,47$

(КТ), а також вітаміну А - $r=0,15$ і вітаміну Е - $r=0,24$.

Таким чином, згодовування лактатів Цинку, Магнію, Селену, Міді і Заліза у складі кормосуміші кнурам-плідникам істотно змінює ПАГ у крові та еякулятах протягом 3-х та 24-х годинного зберігання за різних температурних режимів. Перебіг процесів пероксидації у зберігаємій спермі за температури 38°C відбувається інтенсивно, за 17°C – сповільнюється, а при зниженні до 5°C – гальмується.

Кількість згодовуваних лактатів мікроелементів кнурам-плідникам визначає зміну стану ПАГ у спермі. Додавання даних наноаквахелатів, в дозі на 10% більше норми, протягом 60-ти діб стимулює активність антиоксидантних ензимів, збільшує концентрацію низькомолекулярних антиоксидантів - відновленого глутатіону, вітамінів А, Е та С. Зазначені біологічні ефекти у зміні ПАГ тривають щонайменше місяць, після корегування мінерального живлення.

Згодовування кнурам-плідникам лактатів мікроелементів на 20 % понад норму, порівняно із групою, що отримували на 10% вищу їх кількість, прискорює процеси пероксидації при зберіганні сперми ($t=17$ і 38°C), де максимально вірогідна міжгрупова різниця переважання вмісту дієнових кон'югантів спостерігається на 60-ту добу вживання та триває щонайменше місяць. Такі зміни відбуваються на тлі інтенсивного використанням вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти та активації СОД і КТ.

Виявлено, що процеси пероксидації у крові кнурів-плідників істотно взаємопов'язані із функціональною активністю сперміїв у зберігаємих спермодозах. Відмічено суттєве корелювання між компонентами ПАГ у спермі та запліднювальною здатністю сперматозоїдів. Збільшення дози згодовуваних мікроелементів послаблює взаємозв'язок між рухливістю сперматозоїдів і антиоксидантними ензимами та вітамінами.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботах:

1. Патент на корисну модель № 132475 Україна, МПК (2019.01) А61D 19/00, А61К 31/385 (2006/01), А61Р 15/00, В82У 5/00. Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів / **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Каплуненко В.Г., Пащенко А.Г., Усенко О.О., Павлова І.В., Ступарь І.І., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № и 2018 09937; заявлений 05/10/2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 4.
2. **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Стояновський В.Г., Бірта Г.О., Кузьменко Л.М., Слинько В.Г. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в інкубованій спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів мікроелементів. *Наукові доповіді НУБіП*, 2020. № 29 (84).
Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13948>
3. **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Стояновський В.Г., Бірта Г.О., Кузьменко Л.М., Мироненко О.І. Вплив лактатів мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2020. Т. 22. № 92. С. 28-34.
4. **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Бірта Г.О., Слинько В.Г., Чухліб Є.В. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення. *Науково-практичний журнал «Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування»*, 2020. № 5. С. 198-205.
5. Рыбалко В.П., **Усенко С.А.**, Шостя А.М., Тендитник В.С., Ильченко М.А., Смыслов С.Ю. Использование лактатов

микроелементов для підвищення якості зберігаємої сперми хряков. *Зоотехнія*, 2020. № 7. С. 23-29.

6. Карповський В.І., Усенко С.О., Шостя А.М. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на функціональну активність сперміїв кнурів за корекції мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. 2020. № 6 (88). Режим доступу:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14678/12826>

7. Усенко С.О., Шостя А.М. Пероксидне окиснення у спермі при різних температурах зберігання за корекції мінерального живлення кнурів-плідників. *Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів (м. Дніпро, 6-7 травня 2020 р.)*. Дніпро, 2020. С. 62-64.
8. Усенко С.О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення. *Актуальні питання технології продукції тваринництва: Збірник статей за результатами V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 29-30 жовтня 2020 р.)* Полтава, 2020. – С. 25-33.

3.4. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок

Молодняк свиней характеризується підвищеним ростом м'язової і кісткової тканин, а також розвитком статевої системи, що вимагає оптимального перш за все вітамінного живлення. Збільшення фізіологічного навантаження на організм свиней супроводжується інтенсивним використанням антистресових вітамінів (ретинолу, токоферолу, аскорбінової кислоти), що стимулює розвиток ендогенних гіповітамінозів, які ускладнюються зниженим надходженням їх з кормами.

Вирішення даної проблеми ускладнюється різними нормами споживання свиньми кормів, які істотно відрізняються між собою. Внаслідок цього тварини часто отримують підвищені дози цих біологічно активних речовин [212]. Тому доцільним є дослідження підвищеного забезпечення вітамінами антиоксидантної дії у свинок в препубертатний період.

Отримані результати експерименту свідчать про суттєву лабільність концентрації тироїдних і стероїдних гормонів у сироватці крові (табл. 3.88). Вміст тироксину значно зростав у фазу еструса щодо лютеальної на 8,2 % (1 охота), 18,2 % (2 охоти) і 45,7% (3 охоти). При цьому концентрація тироксину протягом експерименту зі збільшенням статевих циклів у фазу статевого спокою зменшилася на 30,1%. Динаміка кількості трийодтироніну мала протилежний характер – зниження рівня від лютеальної фази до еструса.

Вживання свиноматками вітамінної добавки істотно збільшувало вміст тироксину в період статевих спокою під час 2-го і 3-го статевих циклів відповідно на 15,2 % і 7,1%, порівняно з контрольною групою.

Поява виражених статевих циклів супроводжувалося збільшенням кількості прогестерону під час лютеальної фази в 2 рази (2 охота) і 6,7 рази (3 охота) після першої охоти. При цьому в фазу еструса, щодо періоду статевого спокою, кількість цього гормону істотно знижувалась на 21,5%, (1 охота), 39,6% (2 охота) і 64,4% (3 охота). При цьому вживання вітамінної добавки викликало збільшення амплітуди концентрації прогестерона, переважно в лютеальну фазу, та зниженням під час еструсу відповідно на 17,0 % і 10,5 % впродовж 1-го статевих циклу та 7,7 % і 24,5 % впродовж 3-го статевих циклу відносно контрольної групи.

У період становлення статевої функції у свинок відзначено істотне збільшення концентрації естрадіолу-17 β від першого до третього вираженого статевих циклу в 2,7 рази в період лютеальної фази.

Таблиця 3.88

Динаміка вмісту гормонів у крові свинок у період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n=10)

Показники	Групи	1 охота		2 охота		3 охота	
		Фази статевого циклу					
		лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Тироксин, нмоль/л	I	63,01 ± 16,73	68,19± 13,83	43,98± 7,24	51,99± 8,29	44,01± 7,28	64,12± 8,31
	II	50,21± 7,59	60,13± 8,13	50,68± 6,29	55,30± 6,94	47,14± 4,87	56,33± 7,50
Трийод- тиронін, нмоль/л	I	2,130± 0,502	2,015± 0,466	1,848± 0,209	1,678± 0,222	1,93± 0,275	1,37± 0,129
	II	1,94± 0,392	1,62± 0,365	2,03± 0,338	1,73± 0,227	2,28± 0,297	1,82± 0,301
Прогестерон, нмоль/л	I	5,22± 1,052	4,10± 0,973	10,18± 1,263	6,53± 1,321	34,90± 4,412	12,41± 1,779
	II	6,11± 1,156	3,67± 0,375*	8,48± 1,047	5,13± 0,401*	37,60± 7,698	9,37± 1,149**
Тестостерон, нмоль/л	I	3,84± 0,426	4,58± 0,338	5,69± 0,570	6,22± 0,689	6,15± 0,489	7,19± 0,490
	II	4,05± 1,088	3,77± 0,276	5,19± 0,776	5,93± 0,416	4,75± 0,435	5,31± 0,709
Естрадіол- 17β, нмоль/л	I	0,125± 0,016	0,179± 0,024	0,151± 0,019	0,236± 0,057	0,335± 0,056	0,53± 0,095
	II	0,117± 0,014	0,167± 0,026	0,241± 0,073	0,364± 0,125	0,410± 0,137	0,89± 0,152*

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01 – порівняно з показниками лютеальної фази.
1 – контрольна група; 2 – дослідна група.

Виявлено, що з настанням еструса кількість даного гормону підвищується на 43,2% (1 охота), 56,3 % (2 охота) і 58,2% (3 охота). Свинки, що споживали вітамінну добавку характеризувались істотним переважанням концентрації естрадіолу протягом 2-го і 3-го статевого циклу в лютеальну

фазу відповідно на 59,6% і 22,4%, еструса – 54,2% та 67,9%, відповідно контрольної групи.

Важливо відзначити, що динаміка кількості тестостерону була аналогічною до встановленої для естрадіолу-17 β . Очевидно, що така динаміка коливань рівня гормонів обумовлена віковими змінами в процесі розвитку і росту репродуктивних органів самок, появою статевих циклів і вторинних статевих ознак. У тварин досліджуваної групи вміст тестостерону в усі досліджувані періоди був нижчим проти контрольної.

Коливання рівня тироїдних і стероїдних гормонів у крові циклюючих свинок супроводжувалося змінами ПАГ (табл. 3.89, 3.90). Відзначено підвищення резистентності еритроцитів зі збільшенням віку і кількості статевих циклів свинок. При цьому спостерігалось збільшення гемолізу еритроцитів з настанням фази статевого збудження. Виявлено, що під час настання 2-го і 3-го еструса активність КСТ – активатора пероксидного окиснення, збільшувалася відповідно на 11,1% і 7,1%. Додаткове згодовування вітамінної добавки підвищувало стійкість еритроцитів до пероксидного гемолізу та спряло зростанню функціональної активності прооксидантного ензиму при настанні 3-го статевого циклу на 30,2 %

Отримані дані свідчать про прискорення процесів пероксидації – з настанням фази еструса у свинок – збільшується кількість дієнових кон'югатів під час 1-ї охоти на 38,6 %; 2-ї охоти на 6,2 %; 3-ї охоти на 87,3 %. Такі зміни відбувалися на тлі накопичення вторинних продуктів пероксидації – ТБК-активних комплексів при настанні еструса на 43,4 % під час 1-ї охоти, на 7,5 % – 2-ї охоти, на 43,8 % – 3-ї охоти, відносно лютеальної фази. У свинок дослідної групи із зміною статевих циклів динаміка первинних і вторинних продуктів пероксидації була аналогічною до контрольної. Однак, слід зазначити, кількість ДК і ТБК-активних комплексів була меншою у тварин, що вживали вітамінну добавку, особливо протягом 3-го статевого циклу, відповідно на 18,2 і 32,4% (лютеальна фаза) та 40,8 і 28,3% (естральна фаза).

Таблиця 3.89

Інтенсивність процесів пероксидації у крові свинок в період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n=10)

Показники	Групи	1 охота		2 охота		3 охота	
		Фази статевого циклу					
		лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Пероксидна резистентність еритроцитів, %	I	14,33±	16,24±	11,57±	15,36±	10,24±	13,71±
		1,44	1,28	0,97	1,37	1,14	1,32
	II	16,01±	18,92±	12,38±	14,91±	7,58±	9,31±
		1,53	1,22	1,07	1,22	1,05	1,45
Ксантинооксидаза, мккат /сек·л	I	37,36±	33,15±	36,37±	40,18±	32,75±	35,07±
		2,81	4,17	5,07	4,49	4,71	4,63
	II	28,93±	30,36±	39,12±	38,78±	35,63±	46,39±
		3,64	3,39	3,78	5,56	4,68	3,13
Дієнові кон'югати, ммоль/л	I	2,07±	2,87±	2,11±	2,24±	1,65±	3,09±
		0,159	0,180**	0,233	0,301	0,121	0,469*
	II	1,91±	2,71±	1,95±	2,62±	1,35±	1,83±
		2,66	0,440	0,297	0,341	0,188	0,205
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	I	8,95±	12,83±	15,24±	16,39±	11,86±	17,06±
		1,182	2,067	2,412	2,200	1,403	3,026
	II	9,29±	13,58±	11,37±	14,53±	8,07±	12,23±
		1,815	2,566	1,348	1,410	1,319	1,595
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	I	12,73±	14,94±	18,43±	17,06±	15,16±	18,27±
		1,319	1,643	1,848	1,658	2,201	1,464
	II	11,53±	16,31±	15,82±	16,18±	10,36±	6,87±
		1,935	2,104	1,926	1,379	1,636	1,815

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01 – порівняно з показниками лютеальної фази.

1 – контрольна група; 2 – дослідна група.

Функціональна активність СОД від лютеальної фази до еструса під час 1-ї та 2-ї охоти збільшувалася відповідно на 29,3 % і 47,9%, в той же час під

час 3-ї охоти – зменшувалася на 7,1%. Такі зміни рівня КСТ і СОД в фазу еструса вказують на одну з важливих ролей активних форм оксигену – забезпечення процесу запліднення. Однак включення до раціону свинок вітамінної добавки сприяло суттєвому переважанню активності СОД у дослідній групі, особливо при настанні 2-го і 3-го статевих циклів, відповідно в 2,1 і 1,9 раза (лютеальна фаза) та 1,8 і 1,7 раза (естральна фаза), порівняно із контрольною.

Отримані дані свідчать про прискорення процесів пероксидації, з настанням фази еструса у свинок, збільшується кількість ДК під час 1-ї охоти на 38,6 %; 2-ї охоти – на 6,2 %; 3-ї охоти – на 87,3 %. Такі зміни відбувалися на тлі накопичення вторинних продуктів – ТБК-активних комплексів, при настанні еструса на 43,4 % під час 1-ї охоти, на 7,5 % – 2-ї охоти і на 43,8 % – 3-ї охоти, відносно лютеальної фази. У свинок дослідної групи, із зміною статевих циклів, динаміка первинних і вторинних продуктів пероксидації була аналогічною до контрольної. Однак, слід зазначити, кількість ДК і ТБК-активних комплексів була меншою у тварин, що вживали вітамінну добавку, особливо протягом 3-го статевого циклу, відповідно на 18,2% і 32,4% (лютеальна фаза) та 40,8% і 28,3% (естральна фаза).

Рівень системи антиоксидантного захисту в крові свинок істотно змінювався як в період становлення статевої функції так і від споживання вітамінної добавки. Так, активність каталази під час лютеальної фази збільшувалася з 1-го до 3-го вираженого статевого циклу в 2,1 раза. При цьому з переходом лютеальної фази до еструсу рівень цього ензиму зростав в 2,3 (1 охота), 1,5 (2 охота) і 1,6 раза (3 охота). Вживання вітамінної добавки істотно знижує рівень даного ензиму, де найбільший вплив прослідковується протягом 3-го статевого циклу функціональна активність менша у 2,6 (лютеальна фаза) і 1,7 раза (естральна фаза) відносно контрольної групи.

Таблиця 3.90

Стан системи антиоксидантного захисту в свинок у період статевого дозрівання, $M \pm m$ (n=10)

Показники	Групи	1 охота		2 охота		3 охота	
		Фази статевого циклу					
		лютеальна	еструс	лютеальна	еструс	лютеальна	еструс
Супероксиддисмутаза, од.акт/мл	I	0,58± 0,072	0,75± 0,079	0,355± 0,065	0,525± 0,109	0,42± 0,092	0,39± 0,065
	II	0,695± 0,114	0,765± 0,091	0,73± 0,089	0,975± 0,093	0,825± 0,068	0,66± 0,107
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв·л	I	0,615± 0,077	1,385± 0,207**	0,77± 0,131	1,15± 0,131	1,27± 0,176	1,97± 0,152*
	II	0,55± 0,101	0,87± 0,111	0,678± 0,108	0,85± 0,136	0,483± 0,088	1,17± 0,111**
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I	0,483± 0,089	0,281± 0,035	0,522± 0,090	0,375± 0,071	0,419± 0,068	0,345± 0,058
	II	0,45± 0,072	0,397± 0,061	0,43± 0,053	0,365± 0,063	0,655± 0,108	0,525± 0,090
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	I	23,14± 3,320	21,95± 4,055	17,05± 2,829	12,91± 2,275	11,04± 2,106	9,34± 20,08
	II	20,57± 3,216	22,48± 1,371	24,93± 2,967	19,33± 2,123	27,09± 3,432	21,36± 2,179
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	I	18,44± 1,979	23,65± 3,793	19,58± 2,248	22,31± 2,929	10,49± 2,118	13,96± 2,082
	II	20,57± 3,216	29,63± 2,258*	23,71± 2,945	32,39± 3,181	20,84± 2,553	26,58± 3,077
Вітамін А, мкмоль/л	I	2,89± 0,488	4,65± 0,685	3,14± 0,445	3,46± 0,585	3,87± 0,483	5,24± 0,980
	II	3,04± 0,502	3,87± 0,649	4,45± 0,803	5,16± 0,901	4,85± 0,685	7,42± 0,731*
Вітамін Е, мкмоль/л	I	1,03± 0,111	1,43± 0,020*	0,97± 0,147	0,47± 0,068*	0,67± 0,109	1,178± 0,152*
	II	0,89± 0,163	1,49± 0,219	1,15± 0,142	1,87± 0,236*	1,43± 0,146	1,79± 0,222

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01 – порівняно з показниками лютеальної фази.

1 – контрольна група; 2 – дослідна група.

Зміна фаз статевого циклу впливала на рівень низькомолекулярних антиоксидантів – зниження змісту відновленого глутатіона і АК відповідно на 41,8 % і 5,1 % (1 охота), 28,2% і 24,3 % (2 охота), 17,7 % і 15,4% (3 охота).

Додаткове споживання вітамінної добавки сприяло насиченню крові АК, особливо при настанні 2-го і 3-го статевих циклів, відповідно в 1,5 і 2,5 рази (лютеальна фаза) та 1,4 і 2,3 рази (естральна фаза). Збільшення концентрації АК, очевидно сприяло більш повному відновленню глутатіону після участі в пероксидних процесах.

Концентрація вітаміну А в крові свинок у фазу еструса під час першого і третього статевого циклу істотно збільшувалася відповідно на 60,9 % і 35,4%. Вживання дослідними тваринами вітамінної добавки сприяло накопиченню даного вітаміну, де його вміст переважав протягом 2-го і 3-го статевого циклу відповідно на 41,7 % і 25,3% (лютеальна фаза) та 49,1 % і 41,6% (естральна фаза), порівняно із контрольною групою. Аналогічна закономірність до накопичення була характерною для вітаміну Е у свинок першої групи, а саме більша кількість протягом 2-го і 3-го відповідно в 1,2 і 2,1 рази (лютеальна фаза) та 3,9 і 1,5 рази (естральна фаза) відносно другої групи. Встановлені закономірності розподілу вмісту вітамінів антиоксидантної дії в крові свинок у період еструса, підтверджує їх провідну роль в процесах відтворення, особливо заплідненні.

Для з'ясування впливу вітамінної добавки на відтворювальну здатність свинок було проведено їх штучне осіменіння. Встановлено, що у за вживання вітамінної добавки свинками спостерігалась вища заплідненість після осіменіння на третю охоту на 21,2% (табл. 3.91). Додаткове згодовування вітамінної добавки сприяло підвищенню багатоплідності свинок, особливо після настання третьої охоти на 11,7% порівняно із контролем.

Дослідження показників великоплідності виявило позитивний вплив на ріст плодів, що підтверджується збільшенням великоплідності після осіменіння під час 3-ї охоти на 8,2%.

Таблиця 3.91

**Відтворювальні показники в свинок у період статевого дозрівання,
M±m (n=15)**

Відтворювальні показники	Групи	3 охота
Заплідненість, гол (%)	1	10 (66)
	2	12 (80)
Багатоплідність, гол	1	9,4±0,32
	2	10,5±0,18
Великоплідність, кг	1	1,22±0,17
	2	1,32±0,19

Таким чином, вживання вітамінної добавки в пубертатний період сприяло оптимізації гормонального фону - появи більш виразних гормональних коливань тироїдних і стероїдних гормонів. Насичення крові вітамінами антиоксидантної дії істотно змінювало стан ПАГ. Встановлені метаболічні перебудови викликані вживанням вітаміну А, вітаміну Е і вітаміну С сприяють покращенню відтворювальної здатності у свинок – заплідненості та багатоплідності. Позитивний вплив вітамінів-антиоксидантної дії на репродуктивні якості свинок підтверджується дослідженнями Єреміна А. П. [53], Удалової Т. А. [180]. Встановлене підвищення великоплідності відкриває можливість в подальшому отримати краще розвинений молодняк [181].

Економічний ефект, одержаний від використання підсисних свиноматок другої дослідної групи розраховано як вартість додатково отриманої продукції за рахунок підвищення відтворювальної продуктивності свиноматок. Виходячи з цього, за проведеними дослідженнями отримуємо річний економічний ефект 989,82 грн., або 82,48 грн. на один опорос:

$$E2 = 100,00 \text{ грн./кг} \times (9,4 \text{ кг} \times 11,7 \%) : 100\% \times 0,75 \times 12 = 989,82 \text{ грн.},$$

де: 100,00 грн./кг – ціна в господарстві 1 кг живої маси поросят в цінах 2020 року;

9,4 кг – маса гнізда поросят при народженні за базового (контрольного) варіанту;

11,7 % - середня прибавка маси гнізда поросят у другому (дослідному) варіанті;

12 - кількість опоросів.

Результати представлених у підрозділі досліджень опубліковані у роботі:

1. **Усенко С.О.,** Шостя А.М., Мироненко О.І., Шаферівський Б.С., Бірта Г.О., Флока Л.В. Формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок в період становлення статевої функції за корекції вітамінного живлення. *Аграрний Вісник Причорномор'я*, 2020. № 96. С. 25-33.

Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що в крові пубертатних свинок у період еструсу відбувається інтенсифікація проців пероксидного окиснення, що проявляється у підвищенні концентрації первинних і вторинних продуктів при настанні чітко вираженої першої охоти відповідно на 38,6% і 43,4%, другої охоти – на 6,2% і 7,5%, третьої охоти – на 87,3% ($p < 0,05$) і 43,8% порівняно із лютеальною фазою. Такі зміни відбуваються на тлі суттєвої лабільності гормонального фону, зокрема в період статевого збудження кількість прогестерону знижується на 21,5 %, (1 охота), 39,6 % (2 охота) і 64,4 % (3 охота), а естрадіолу підвищується відповідно на 43,2 % ; 56,3% і 58,2 %.

2. Зі зміною фізіологічного стану у пубертатних свинок стан системи антиоксидантного захисту змінюється, а саме зростають активності СОД і КТ від першого вираженого статевого циклу до третього. Однак при цьому з переходом лютеальної фази до еструса величина значення каталази вірогідно зростає в 2,3 ($p < 0,01$; 1 охота), 1,5 (2 охота) і 1,6 рази ($p < 0,05$; 3 охота). Виявлено, що зі зміною фаз статевого циклу кількість низькомолекулярних антиоксидантів зменшується: відновленого глутатіону та АК відповідно на 41,8 % і 5,1 % (1 охота), 28,2 % і 24,3 % (2 охота), 17,7 % і 15,4 % (3 охота).

При цьому в фазу еструса за третього статевого циклу концентрації вітаміну А зростає на 35,4 %, а вітаміну Е на 75,8 % ($p < 0,05$), що вказує на їх провідну роль у процесах запліднення.

3. Виявлено, що в період становлення статевих циклів додаткове згодовування вітамінної добавки з кормом на 20 % понад норму істотно впливає на формування ендокринного профілю свинок в період статевого дозрівання. Найбільші біологічні ефекти спостерігаються при настанні 2-го і 3-го статевих циклів, що проявляються у підвищеному рівні тироксину, прогестерону і естрадіолу-17 β , особливо під час настання фази еструсу. Такі зміни відбуваються на тлі сповільнення перебігу процесів пероксидації, що, зумовлено істотним насиченням у крові низькомолекулярних антиоксидантів – відновленого глутатіону, вітаміну А і вітаміну Е, однак загальна властивість

прооксидантних ензимів до генерування активних форм Оксигену залишається високою в період статевого збудження. Додаткове згодовування свинкам вітамінної добавки підвищувало заплідненість на 13,3 %, багатоплідність – 10,5 % та великоплідність – 7,6 %.

4. З'ясовано, що у свинок під час настання вперше еструса проникність цервікса залишається на доволі низькому рівні – 4,6 см, тоді як після другої охоти – 8,7 см, третьої – 11,6 см. Тобто при збільшенні кратності циклів прохідність цього каналу істотно збільшується у 1,9 ($p < 0,001$) за другого та у 2,5 рази ($p < 0,001$) за третього еструсів. Очевидно, що ця закономірність зумовлює підвищення рівня заплідненості у свинок, яке зі збільшенням кількості статевих циклів істотно зростає: на 18 % після осіменіння у другий еструс та на 25,6 % після третього еструса. Рівень проникності цервікса у свинок взаємопов'язаний з кількістю новонароджених поросят. Встановлено, що зі збільшенням кількості статевих циклів відбувається підвищення рівня багатоплідності у 2 рази ($p < 0,001$) за другого та 2,9 рази ($p < 0,001$) за третьою відносно тварин запліднених за першого еструсів. Внутрішньоцервікальне введення спермодози (2 млрд спермійів у 50 мл розріджувача) свинкам під час 3-го еструса дає можливість досягти рівня заплідненості свинок 86% та багатоплідності 10,2 поросят ($p < 0,001$).

5. У пубертатних свинок проникність цервікса зростає від початку встановлення еструса протягом 24 годин. Введення спермодози самицям на початку еструсу призводить до низьких показників заплідненості – 50 % та багатоплідності – 7,8 гол. поросят, що обумовлено низькою проникністю цервікального каналу. Максимальні показники їх репродуктивної здатності виявлено після введення спермодози через 24–36 годин після настання еструса. Кількість новонароджених живих поросят є максимальною при введенні сперматозоїдів у цервікс свинок через 12; 24 та 30 годин після початку еструса. Жива маса новонароджених поросят перебуває в залежності від часу введення сперматозоїдів свинкам, будучи максимальною на початку еструса та через 24 та 30 годин після введення сперматозоїдів.

Відтермінування цієї процедури до 36 годин призводить до зниження даного показника 12,2 % ($p < 0,001$) маси поросят. Подовження часу (24–30 год.) від початку еструсу до введення сперматозоїдів свинкам, у яких розтягнутий статевий цикл чи слабо проявляються ознаки статевого збудження, є доцільним для отримання максимального числа поросят.

6. Встановлено, що фізіологічні перебудови в організмі свинок насамперед пов'язані зі статевим циклом і поросністю та мають значні зміни метаболічних процесів, особливо ендокринного профілю - концентрація тиреоїдних і стероїдних гормонів у крові є лабільною та зумовлюється фізіологічним станом, а саме за еструсу, відносно лютеальної фази, підвищуються величини значень тироксину, трийодтироніну, естрадіолу-17 β ($p < 0,05$), прогестерону та тестостерону. Це зумовлює інтенсифікацію процесів пероксидного окиснення вірогідне підвищення концентрації - дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук, що очевидно обумовлено зростанням кількості прогестерону ($p < 0,05$) і естрадіолу-17 β ($p < 0,05$), які здатні змінювати стан ПАГ в організмі.

7. З настанням поросності лабільність ПАГ у крові свинок зростає в напрямку інтенсифікації пероксидації в критичні періоди розвитку ембріонів (імплантація, плацентація) та росту плодів. З появою домінанти поросності встановлено особливості перебігу процесів пероксидації у свинок залежно від напрямку продуктивності. Зокрема виявлено істотне підвищення концентрації дієнових кон'югатів встановлено на 15-у ($p < 0,05$), 30-у ($p < 0,05$), 113-у доби поросності ($p < 0,05$) і після опоросу ($p < 0,05$) у свинок сального напрямку продуктивності. По закінченні першого, другого і третього місяців поросності у свинок м'ясних порід встановлено максимальний вміст ТБК-активних сполук, але інтенсивність їх утворення у прооксидантному буфері була незначною від 6,3 до 9,8%. У тварин сального напрямку продуктивності вміст даного метаболіту був невисоким, але інтенсивність його утворення після інкубування зразків була досить високою, становлячи 49,0% на 30-у добу,

29,5% на 60-у та 21,1% на 90-у доби поросності, що свідчить про високу ємність системи антиоксидантного захисту та можливо обумовлює народження більш розвинених порослят.

8. З'ясовано, що у поросних свинок остання декада поросності характеризується вірогідним прискоренням перебігу процесів пероксидного окиснення: збільшення концентрації дієнових кон'югатів та особливо вміст ТБК-активних сполук починав зростати від 104-ї доби поросності в універсальних порід, 113-ї доби – у сальних і 104-ї доби – у м'ясних. При цьому свинки третьої групи у передопоросний період і після опоросу мали найменший вміст вторинних продуктів пероксидації, а другої – максимальний. Окреслені біохімічні перетворення відбуваються на тлі істотного зниження кількості аскорбінової кислоти ($p < 0,05 \dots 0,01$) і вітаміну Е ($p < 0,05 \dots 0,01$).

9. У післяопоросний період відбувалась подальша інтенсифікація пероксидного окиснення, особливо у сальних та універсальних порід, на рівні утворення первинних продуктів, але вміст вторинних продуктів вже спадав. Це відбувається на тлі зниження загального рівня антиоксидантного захисту.

10. Виявлено, залежність кількості вітаміну Е у тварин у зв'язку з біологічними особливостями. Так, у свинок універсального напрямку продуктивності з розвитком поросності вміст даного вітаміну знижується, надто відчутно на 90-у ($p < 0,05$), 104-у ($p < 0,01$), 113-ту ($p < 0,01$) та після опоросу ($p < 0,001$). У тварин сального напрямку виявлено, що порівняно з початком досліджень концентрація вітаміну Е зростає на 88,4% ($p < 0,05$) у період плацентації зародків з послідувачим зниженням до настання опоросу ($p < 0,05$). У свинок м'ясних порід після періоду статевого збудження відбулося поступове зниження кількості цього вітаміну, особливо суттєво воно відбувалось на 113-у добу ($p < 0,05$) поросності та після опоросу ($p < 0,01$).

11. Тривалість еякуляції у особин сильного нестримного, слабкого та сильного інертного типів є вірогідно меншою ($p < 0,001$) порівняно із тваринами сильного врівноваженого жвавого типів ВНД. Максимальною масою еякулятів характеризуються кнури-плідники сильного врівноваженого

жвавого типу, а мінімальною – слабого типу ($p < 0,001$). Найбільш насиченими сперміями є еякуляти у особин сильного врівноваженого жвавого та сильного неврівноваженого нестримного, найменш – сильного врівноваженого спокійного і слабого типів ВНД.

12. У другій фракції сперми кнурів-плідників рухливість і життєздатність сперматозоїдів є найбільшою. Максимальною функціональною активністю гамет характеризувались тварини сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальною – слабого ($p < 0,001$). Сперматозоїди четвертої фракції характеризувалися найнижчою рухливістю, зокрема у тварин сильного врівноваженого жвавого типу. У третій фракції сперми сперматозоїди більш швидко втрачають активність, зокрема у тварин сильного врівноваженого жвавого й сильного врівноваженого спокійного типів вищої нервової діяльності відповідно на 22,8 % та 17 %.

13. Встановлено, вплив типу ВНД на формування ПАГ в організмі кнурів-плідників. Так у крові та спермі тварин сильного неврівноваженого і слабого типів процеси пероксидації більш інтенсивні, які виснажують систему антиоксидантного захисту, що проявляється у нижчій активності супероксиддисмутази ($p < 0,05$) та вірогідному швидкому використанні низькомолекулярних антиоксидантів (аскорбінова кислота, вітаміни А і Е).

14. Друга і третя фракціях еякуляту кнурів-плідників характеризується вірогідно вищим протіканням процесів пероксидації, де максимальний вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук було встановлено у тварин сильного неврівноваженого і слабого типів ВНД. При цьому у кнурів-плідників сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД спостерігається вищий рівень ензиматичних (каталаза, супероксиддисмутаза), а також низькомолекулярних антиоксидантів (відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітаміну Е). У першій та четвертій фракціях еякулятів процеси пероксидації відбуваються більш сповільнено, що очевидно обумовлено наявністю сперматозоїдів та окреми секретів.

15. Тепловий стрес у кнурів-плідників інтенсифікує процеси пероксидації в крові, що проявляється у збільшенні вмісту дієнових кон'югатів ($p < 0,01$) і ТБК-активних сполук ($p < 0,05$), підвищенні на 54,2 % активності супероксиддисмутази та на 39,4 % ($p < 0,05$) каталази. Такі зміни відбуваються на тлі зменшення вмісту низькомолекулярних антиоксидантів: на 32,2 % ($p < 0,05$) – вітаміну А, на 37,1 % – вітаміну Е та на 28,7 % – аскорбінової кислоти. Додавання вітамінів антиоксидантної дії до раціону кнурів-плідників на 10% понад норму після 60-ти діб згодовування сприяє вірогідному підвищенню вмісту вітаміну А ($p < 0,05$), вітаміну Е ($p < 0,05$), відновленого глутатіону, а також знижує кількість первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення.

16. Тепловий стрес істотно знижує фізіологічні характеристики сперматозоїдів у спермодозах за різних умов зберігання: зменшилась активність ($p < 0,05 \dots 0,01$), виживання ($p < 0,05$) і їх загальні розміри. Найбільш істотний вплив вітамінної добавки за зберігання спермодоз упродовж 3-х годин за температури 38 °С проявлявся у підвищенні на 13,9 % ($p < 0,01$) активності сперматозоїдів, 20,2 % ($p < 0,05$) термостресстійкості, 11,8 % ($p < 0,05$) – терморезистентності та 26,7 % ($p < 0,01$) цілістності їх акросом у II групі та відповідно 26,4 % ($p < 0,001$), 26,1 % ($p < 0,01$), 27,5 % ($p < 0,001$) та 63,5 % ($p < 0,01$) у III групі. Найбільшою біологічною повноцінністю сперматозоїдів характеризувались спермодози, які інкубували за температури 17 °С, а за 5 °С спостерігалось зниження активності і ушкодження цілістності акросом гамет протягом 3-х та 24-х годин зберігання.

Кнури-плідники, які протягом двох місяців отримували вітамінну добавку, виділяли еякуляти сперматозоїди яких характеризувались вищою запліднювальною здатністю після 24-х годин зберігання за температур 38 °, 17 ° та 5 °С у II групі ($p < 0,05$) і III групі ($p < 0,05 \dots 0,01$).

17. Задавання вітамінів антиоксидантної дії у складі кормосуміші на 20 % більше від норми кнурам-плідникам, після місячного вживання гальмує процеси пероксидації - вірогідно зменшує кількість дієнових кон'югатів на

56,5% ($p < 0,01$) і ТБК-активних комплексів – 25,2% та супроводжується підвищенням кількості вітаміну А у 2,8 рази ($p < 0,01$), вітаміну Е – 2,6% ($p < 0,05$) та аскорбінової кислоти – 1,8 рази, рівень яких тримається щонайменше місяць після їх вживання.

18. Включення до кормосуміші мінеральної кормової добавки, що містить лактати Цинку, Селену, Купруму і Феруму, істотно змінює стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові кнурів-плідників, а величина змін залежала від кількості додатково згодовуваних лактатів мікроелементів. Додавання біологічно активних речовин на 10 % понад норму після 60-ти діб згодовування сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює на 50 % активність супероксиддисмутази і на 23,6 % каталази та супроводжується незначним сповільненням процесів пероксидації – зниженням вмісту дієнових кон'югантів і ТБК-активних сполук. Збільшення кількості лактатів мікроелементів на 20 % більше від норми у кормосуміші кнурам-плідникам, вже після 30-ти денного вживання прискорює процеси пероксидації, супроводжується інтенсивним використанням неензимних – вітаміну А ($p < 0,05-0,01$) та активацією ензимних антиоксидантів – супероксиддисмутази ($p < 0,05-0,01$) і каталази, що триває протягом 90-ти діб.

19. Зберігання спермодоз кнурів протягом 3-х годин за температури 38 °С супроводжується незначним зниженням активності, терморезистентності, термостресстійкості і цілісності акросом сперматозоїдів. Оптимальною температурою для зберігання є 17 °С, коли спостерігається найвища рухливість гамет. При зберіганні еякулятів за 5 °С істотно знижується терморезистентність і термостресстійкість, цілісність акросом. Додавання біологічно активних речовин на 10 % понад норму після 60-ти діб згодовування лактатів мікроелементів кнурам-плідникам забезпечує підвищення активності сперматозоїдів ($p < 0,05$) за різних режимів зберігання, терморезистентності ($p < 0,05$), термостресстійкості, а при згодовуванні на 20 %

понад норму збільшується кількість аномальних сперматозоїдів, пошкодження акросом, знижується їх терморезистентність і термостресстійкість ($p < 0,05$).

20. Згодовування лактатів Цинку, Магнію, Селену, Міді і Заліза у складі кормосуміші кнурам-плідникам істотно змінює процес формування ПАГ у еякулятах після 3-х і 24-х годинного зберігання за різних температурних режимів. Перебіг процесів пероксидації у інкубованій спермі за температури 38 °C відбувається інтенсивно, за 17 °C – сповільнюється, а при зниженні до 5 °C – гальмується в 2-3 рази. Додавання даних мікроелементів на 10 % понад норму після 60-ти діб згодовування сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює активність супероксиддисмутази і каталази та супроводжується незначним сповільненням процесів пероксидації. Згодовування кнурам-плідникам лактатів мікроелементів на 20 % понад норму прискорює процеси пероксидації при зберіганні сперми ($t=17$ і 38°C), де максимально вірогідна міжгрупова різниця переважання вмісту дієнових кон'югантів ($p < 0,05-0,01$) спостерігається на 60-ту добу вживання та триває щонайменше місяць. Такі зміни відбуваються на тлі інтенсивного використання вітаміну А ($p < 0,01$), вітаміну Е ($p < 0,01$), аскорбінової кислоти ($p < 0,05-0,01$) та активації СОД і каталази ($p < 0,05$), що триває до 60-ї доби вживання добавки мікроелементів.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлення особливостей формування відтворювальної здатності у свиней за дії різних факторів – фізіологічного стану, скоростиглості та живлення є одним із дієвих важелів інтенсивного нарощування поголів'я та підтримки структури стада. Однак в умовах сьогодення залишається проблемою введення молодих свинок до основного стада через врахування індивідуальних фізіологічних особливостей формування відтворювальної функції у самок у процесі статевого розвитку. Це спонукає до розроблення новітніх ефективних методів стимуляції і синхронізації статевої охоти, проте часто є неефективним для забезпечення продуктивного довголіття у свинок.

В основі високої репродуктивної здатності свинок лежить оптимальний ріст і розвиток, які забезпечуються певними метаболічними перетвореннями, особливо в період статевого дозрівання. Виявлено, що у крові свинок в препубертатний період спостерігається прискорення процесів пероксидації від 6-го до 7-го місяців розвитку, інтенсивність цих процесів регулюється високими лабільностями СОД і КТ [28].

Отримані нами результати досліджень свідчать, що в період становлення статевих циклів від чітко виражених першого до третього відбуваються істотні зміни гормонального фону в бік збільшення амплітуди, що супроводжується змінами ПАГ.

Збільшення концентрації тироксину і естрадіолу-17 β , з настанням фази еструса, викликало інтенсифікацію процесів пероксидації та супроводжувалося інтенсивним використанням низькомолекулярних антиоксидантів і збільшенням виходу вітамінів А і Е в кров. Це свідчить про глибокі гомеостатичні зрушення в період еструса, яке спрямоване на створення необхідних умов для запліднення шляхом фізіолого-біохімічних

змін репродуктивної системи у пубертатних свинок. Виявлена особливість інтенсифікації процесів пероксидного окиснення внаслідок гормональних змін в період статевого збудження підтверджується спільними дослідженнями А.М. Шості, І.І. Ступарь, С.О. Усенко та ін. [21]. При цьому доведено існування взаємозв'язків між стероїдними гормонами (прогестерон, естрадіол-17 β) та первинними ($r=0,53\dots0,84$), вторинними продуктами пероксидного окиснення ($r=0,75\dots0,95$). Репродуктивна здатність свинок знаходиться під значним впливом породного фактору. Насамперед це проявляється у термінах настання фізіологічної та господарської зрілості, які у свинок великої білої породи, порівняно з п'єтрен, менші на 14,5% (I охота), на 6,9% (III охота). Це перш за все відбивається на багатоплідності і великоплідності – у свинок великої білої породи, проти п'єтрен, перший показник вищий на 33,3%, а другий нижчий на 16,5%. Очевидно, це обумовлено різними концентраціями стероїдних гормонів та їх впливом на багатоплідність та масу гнізда при відлученні поросят [49].

Наведені матеріали експериментів свідчать про провідну роль ПАГ у формуванні відтворної функції свинок протягом статевого дозрівання та пубертатний період – забезпеченні чергування лютеальної та естральної фаз циклу.

Отримані нами дані експериментів свідчать, що істотні зміни ПАГ протягом відтворювального циклу співпадають із найбільшими фізіологічними навантаженнями у циклюючих та поросних свинок, а також є критичними для процесів злиття гамет, імплантації і плацентації зародків, росту і розвитку плодів. Так, встановлені циклічні метаболічні зрушення у крові, що відбуваються по досягненні фази еструса, відносно лютеальної, супроводжуються інтенсифікацією процесів пероксидного окиснення та активації системи АОЗ, яке відображає загальні зміни в організмі для забезпечення статевих рефлексів та підготовки до запліднення. Про те, дані досліджень свідчать про існування особливостей формування ПАГ у свинок

залежно від напрямку продуктивності – у сальних порід відбуваються більш істотні підвищення гомеостатичних констант: кількість дієнових кон'югатів ($p < 0,05$), активність СОД ($p < 0,05$), що очевидно обумовлює їх подальшу продуктивність. Існування істотної міжпорідної різниці у формуванні ПАГ у різних тканинах свиней підтверджується окремими експериментами [76, 79, 217]

В цілому зміни у стані ПАГ у період еструса відбувались паралельно зі збільшенням концентрації естрадіолу-17 β і тиреоїдних гормонів, що свідчить про напружене протікання процесів пероксидації [465]. Дані гормони спільно з нервовою системою визначають нормальний перебіг поросності, а оптимальне співвідношення естроген-прогестерон забезпечує процеси поділу зигот, міграцію, імплантацію і плацентацію ембріонів, а також секреторну функцію ендометрію [97].

Узагальнені отримані дані свідчать, що з настанням поросності лабільність ПАГ та гормонального фону (прогестерону, естрадіолу-17 β) у крові свинок зростає в напрямку інтенсифікації пероксидації в періоди імплантації і плацентації ембріонів, а також швидкого росту плодів. Дана закономірність узгоджується з твердженнями К. Duhig [278] та S.O. Ogbodo [110, 387]. При цьому у свинок сального напрямку продуктивності найбільш суттєве підвищення концентрації дієнових кон'югатів встановлено на 15-у ($p < 0,05$), 30-у ($p < 0,05$), 113-у доби поросності ($p < 0,05$) і після опоросу ($p < 0,05$). Однак, у тварин м'ясних порід по закінченні першого, другого і третього місяців поросності спостерігався максимальний вміст ТБК-активних речовин, але інтенсивність їх утворення у прооксидантному буфері була в межах 6,3 - 9,8%, що є свідченням виснаження системи антиоксидантного захисту. В той час, як у тварин сального напрямку продуктивності вміст даного метаболіту був невисоким, але інтенсивність його утворення після інкубування зразків цієї тканини була досить значною, становлячи 21,1 –

49,0% протягом поросності, що свідчить про високу ємність системи антиоксидантного захисту.

Після встановлення тісного взаємозв'язку плодів з материнським організмом відбувається утворенням проміжного органу плаценти – джерела синтезу окремих гормонів та депо амінокислот, вітамінів та мікроелементів [24, 138, 214]. Такі фізіологічні зміни супроводжувались сповільненням перебігу процесів пероксидного окиснення – зниження функціональної активності СОД, КТ та вмісту ДК і ТБК-активних комплексів. Дані зміни ПАГ часто є визначальним фактором у забезпеченні роботи судин у плаценті та післяпологовий період [465]. Однак передпологовий період характеризувався істотним максимальним рівнем статевих гормонів та інтенсивним перебігом процесів пероксидації ліпідів, що підтверджується даними В.Н. Романенко, І.А. Бойко [154], Митарєва Д.Н. [113], Коваленка В.Ф., Цебржинського О.І. [80]. При цьому зі зміною фази відтворювального циклу у післяпологовий період відмічається зміщення гомеостатичних констант, перш за все вмісту тиреоїдних і стероїдних гормонів, до рівня статевого спокою, що супроводжується зміною проксидантно-антиоксидантного гомеостазу в напрямі сповільнення пероксидації ліпідів.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що у крові свинок протягом відтворювального циклу найбільш лабільними серед ензимів є КСО і СОД, де максимальні значення виявлено перед пологами, а також низькомолекулярні антиоксиданти вітамін А та вітамін Е у післяпологовий період, порівняно із лютеальною фазою. Про лабільність концентрацій вітаміну А і вітаміну Е протягом останнього місяця поросності та після народження відмічають В. Г. Єфімов, Д. М. Софонова [55], Ушкова Ю. Ф. [193]. Дані вітаміни антиоксиданти знижують наслідки оксидативного стресу у порослят під час зміни типу дихання після народження, виконують роль адаптогенів в період розвитку температурного стресу та забезпечують оптимальний їх ріст та формування імунітету.

Виявлена динаміка вітаміну А і вітаміну Е у свинок – підвищення їх вмісту в період еструса, очевидно, обумовлена інтенсивним транспортом від печінки до тканин матки (ендометрію, міометрію) через кров. Дана особливість підтверджується дослідженнями Шості А.М. [214]. При цьому істотне зниження концентрації вітамінів антиоксидантної дії у крові, яке відбувалось протягом другої половини поросності, обумовлено становленням аккумуляційної функції печінки плодів 60-ти та 90-то денного розвитку. Такі зміни відбуваються на тлі зниження властивості до накопичення даних біологічно активних сполук плацентою протягом даного періоду [211].

Узагальнюючі особливості формування ПАГ у свинок протягом відтворювального циклу в цілому мають близьку динаміку до виявлених у міометрії та ендометрії порослих свиноматок [150]. Розкриті закономірності прискорення даних процесів співпадають із провідною роллю активних форм Оксигену у забезпеченням запліднення, імплантації і плацентації ембріонів, захисту плодів від окиснювального стресу, підготовкою та проведенням пологів. За зміною гомеостатичних констант у крові самок можна судити про морфофункціональний стан статевих органів та фетоплацентарної системи.

Отримані нами дані вказують на одну із особливостей відтворної функції свиноматок – циклічну лабільність гомеостазу у самок свиней, яка характеризується певними періодичними коливаннями, зумовленими зміною їх фізіологічного стану, що спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу метаболічних процесів, що забезпечують обмін білків, вуглеводів, ліпідів, амінокислот, вітамінів, макро і мікроелементів [199]. Так, у циклюючих свинок істотна лабільність гомеостазу спрямована на створення необхідних умов для запліднення. При настанні доміанти поросності зрушення гомеостатичних констант сприяє задоволенню потреб ембріонів, що ростуть і розвиваються.

Встановлені, особливості формування ПАГ у крові свинок різного напрямку продуктивності, свідчать про його лабільність залежно від інтенсивності ліпідного обміну та їх терміну поросності. Це очевидно обумовлено тим, що у тварин різних напрямків продуктивності процеси ліпідного обміну проходять з різною інтенсивністю [42]. Внаслідок чого різні породи характеризуються певними особливостями накопичення ліпідів і жирнокислотного складу у тканинах [1, 11, 204]. Біологічні особливості свиней різного напрямку продуктивності, очевидно, проявляються, ще на етапі утворення зиготи, а розвинені з них ембріони за своїми морфологічними і біохімічними властивостями характеризуються різною швидкістю росту і розвитку. Тобто після однакового періоду ембріонального розвитку народжуються поросята з різною біологічною повноцінністю, що підтверджується практичним досвідом, де поросята сальних порід характеризуються більшою життєздатністю порівняно із м'ясними.

Внаслідок дослідження особливостей процесів пероксидації в кнурів-плідників, встановлено істотний вплив типу вищої нервової системи на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Так, у крові і спермі особин сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів перебіг процесів пероксидації відбувається більш сповільнено – менша концентрація ДК і ТБК-активних комплексів. У представників сильного неврівноваженого і слабого типів ВНД дані процеси протікають більш інтенсивно, система антиоксидантного захисту знаходиться на нижчому рівні – менша активність супероксиддисмутази ($p < 0,05$), концентрація аскорбінової кислоти ($p < 0,001$), вітаміну А ($p < 0,01-0,001$) та вітаміну Е ($p < 0,001$). Про існування особливостей перебігу білкового і вуглеводного обміну в свиней залежно від типу ВНД відмічають Трокоз А.В., Карповський В.І., Данчук О.В. та інші [173, 174].

Про істотний вплив типу ВНД на процеси пероксидації та систему АОЗ у свиней стверджують Данчук О.В., Добровольський В.А., Чепурна В.А.

та інші [44]. Вони відмічають, що в умовах технологічного стресу істотно зростає кількість ТБК-активних продуктів у еритроцитах тварин у сильного врівноваженого рухливого типу ВНД на 49,3 %, тоді, як у тварин сильного врівноваженого інертного, сильного нерівноваженого та слабкого типу ВНД зростає відповідно на 67,3, 71,3 та 90,8 %. Це свідчить про те, що свині слабкого типу ВНД характеризуються найменшою адаптаційною здатністю. Це очевидно обумовлено перебігом кортикальних процесів, які визначають особливості функціонування гіпоталамо-гіпофізарної-надниркової системи та гормонального фону [281].

Дані зарубіжних вчених свідчать, про те, що фізіологічні особливості функціонування репродуктивної системи залежно від типу вищої нервової діяльності у ссавців супроводжується виділенням нейромедіаторів – дофаміну, мелатоніну, серотоніну та аденілциклази, які прямо регулюють процеси рухливості і капацитації сперміїв [415]. Це підтверджується проведеними нами дослідженнями, щодо проявлення статевого рефлексу залежно від типу вищої нервової діяльності кнурів-плідників, де встановлено, що час еякуляції у особин сильного нестримного, слабкого та сильного інертного типів є вірогідно меншим ($p < 0,001$) порівняно із тваринами сильного врівноваженого жвавого типів ВНД. В цілому встановлений час проявлення статевого рефлексу співпадає з даними отриманими Анисимовим А. Г. [3]. При цьому, що максимальною масою еякулятів характеризуються кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальною – слабкого типу ($p < 0,001$). Найбільш насиченими сперматозоїдами були еякуляти у особин сильного врівноваженого живого та сильного нерівноваженого нестримного, найменш – сильного врівноваженого спокійного і слабкого типів ВНД.

І сьогодні, ще залишається актуальним отримання еякулятів з високою біологічною повноцінністю. Тому дослідження кількісних і якісних характеристик пофракційних частин еякулятів представляє науковий та

практичний інтерес. Отримані нами дані свідчать про те, що у другій фракції сперми кнурів-плідників рухливість і виживаність сперматозоїдів є найбільшою. При цьому доведено, що на якість спермопродукції істотно впливає тип ВНД – максимальною функціональною активністю цих гамет характеризувались тварини сильного врівноваженого живого типу, а мінімальною – слабкого ($p < 0,001$). У третій фракції сперми ці гамети більш швидко втрачають функціональну активність, особливо у тварин сильного врівноваженого жвавого і сильного врівноваженого спокійного типів ВНД відповідно на 22,8% та 17%. Сперматозоїди четвертої фракції характеризуються найнижчою рухливістю, особливо у тварин сильного врівноваженого жвавого типу.

Встановлено, що функціональна активність сперматозоїдів і особливості формування ПАГ залежать від типів ВНД – вірогідне прискорення процесів пероксидації у сильного неврівноваженого і слабкого – більша концентрація дієнових кон'югантів, дегідроаскорбінової кислоти. Про існування даної особливості відмічає Федченко Е. О., Карповський В. І., Данчук О. В., Журенко О. В. [197]. У тварин сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД спостерігається вищий рівень антиоксидантного захисту – активність каталази, супероксиддисмутази, кількість відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е.

У першій і четвертій фракціях еякулятів встановлено відсутність активності СОД, вмісту вітаміну А та вітаміну Е, що визначає низьку функціональну активність та виживаність сперматозоїдів. Дані фракції від сильного неврівноваженого і слабкого типів ВНД характеризуються вірогідно вищим вмістом ДК ($p < 0,05-0,01$) і ТБК-активних комплексів ($p < 0,05-0,001$), а також нижчою кількістю АК ($p < 0,01$), відновленого глутатіону ($p < 0,05$) та активністю СОД.

У другій і третій фракціях сперми кнурів-плідників стан ПАГ зміщується в напрямі вірогідного прискорення процесів пероксидації

особливо у сильного неврівноваженого і слабого типів ВНД. Тварини сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД характеризуються вищим рівнем антиоксидантного захисту – активності каталази, супероксиддисмутази, вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е. Такий перерозподіл компонентів ПАГ, очевидно обумовлений різною стресстійкістю [222]. У першій та четвертій фракціях еякулятів процеси пероксидації відбуваються більш сповільнено.

Встановлений інтенсивний перебіг процесів пероксидного окиснення у спермі тварин сильного неврівноваженого і слабого типів, очевидно обумовлений невисоким рівнем каталази та низькомолекулярних антиоксидантів, що може супроводжуватись зниженням запліднювальної здатності сперматозоїдів [415].

Виявлена диференціація перебігу процесів пероксидного окиснення у фракціях еякуляту кнурів-плідників, насамперед обумовлена різним їх біохімічним складом і фізіологічною роллю при протіканні процесів еякуляції та дозрівання сперматозоїдів. Це насамперед полягає у відсутності активності СОД та кількості вітаміну А і вітаміну Е у першій та четвертій фракціях їх еякулятів. Про різну біохімічну і фізіологічну повноцінність різних фракцій еякулятів також відмічено у дослідженнях [416]. Істотний перебіг процесів пероксидного окиснення у другій фракції сперми обумовлений різкою зміною рН в напрямі лужного середовища за рахунок секретів передміхурової і цибулевидних залоз, що забезпечує активацію сперматозоїдів. Ступінь розрідження сперматозоїдів секретами статевих залоз істотно залежить від повного чи неповного їх вивільнення з сім'яників через індивідуальні особливості роботи м'язів кнурів-плідників, тонус яких може залежати типу їх ВНД.

Таким чином, викладені результати експерименту вказують на істотний вплив типу вищої нервової діяльності на якість спермопродукції та формування ПАГ у еякулятах у кнурів-плідників. Це очевидно відбувається

через центри регуляції еякуляції – окремі ділянки середнього мозку, мигдалевидне тіло і мозочок [312]. Ці структури мозку впливають прямо чи опосередковано через гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникову, а також гіпоталамо-гіпофізарно-гонадну системи на формування біологічної повноцінності сперматозоїдів в придатку сім'яника, тонус гладкої мускулатури сім'яного протоку, вивільнення секрету із цибулевидних і передміхурових залоз, скорочення тазових судин та м'язів [290].

Важливою особливістю діяльності центральної нервової та репродуктивної систем є відкриття спільних рис функціональної активності сперматозоїдів із нервовими клітинами, які їх об'єднують – властивість до екзоцитозу та рецепторної передачі сигналів за допомогою активних форм Оксигену [370, 407].

Протягом сперматогенезу та під час зберігання відбувається поетапна зміна умов дозрівання сперматозоїдів в абіотичному стані, їх розрідження секретами цибулевидних залоз після еякуляції з набуттям властивості до руху та капацитації. У розвитку цих процесів особливу увагу відводять активним формам Оксигену та інтенсивності перебігу процесів пероксидації. Саме накопичення ТБК-активних речовин у спермі сильних неврівноважених та слабких типів може супроводжуватись зниженням рухливості сперматозоїдів та підвищенням проникності їх мембран [243, 345, 442]. При цьому доведено, що високі рівні відновленого глутатіону у спермі тварин врівноваженого рухливого і інертного типів істотно підвищують систему антиоксидантного захисту та сприяють покращенню рухливості сперматозоїдів та цілісності їх акросом [365].

Встановлені особливості формування ПАГ у різних частинах еякуляту, особливо у F₂ і F₃ фракціях – інтенсивний перебіг процесів пероксидації, очевидно зумовлений сперматозоїдами, які здатні генерувати незначні кількості активних форм Оксигену. Про різний ПАГ у сім'яниках в процесі дозрівання сперматозоїдів також відмічає Koziogowska-

Gilun M. [339]. Встановлено, що в придатку сім'яника відмічається невисока активність СОД, глутатіонпероксидази та мінімальна активність каталази. Однак, у секретах передміхурової залози (спермальній плазмі) виявлено максимальні рівні СОД і каталази.

Отже, до дії технологічних факторів особливо вразливими виявляються тварини слабкого та сильного неврівноваженого жвавого типів вищої нервової діяльності, що проявляється прискоренням процесів пероксидації в репродуктивних органах, зокрема спермі. Це може призводити до зниження відтворювальної здатності у сільськогосподарських тварин [117, 298].

В умовах глобального потепління більшість сільськогосподарських тварин у літню пору року перебувають під дією теплового стресу. Свині є найбільш чутливими до дії теплового фактору, внаслідок чого знижується інтенсивність росту, погіршується якість туш та репродуктивна здатність [170, 171, 302].

Оптимальною температурою для кнурів-плідників є 12–20°C. Підвищення температури в приміщенні супроводжується прискореним диханням, розширенням судин, що обумовлено фізіологічними особливостями – недорозвинені пітні залози, мала поверхня легень, значна кількість підшкірного жиру [167]

Перебування тварин в період теплового стресу супроводжується розвитком адаптаційного синдрому, спрямованого на мобілізацію захистних сил організму. Це підтверджується отриманими даними наших експериментів, які свідчать про істотний вплив теплового стресу на стан ПАГ у крові кнурів-плідників, що проявляється у прискоренні процесів пероксидного окиснення та зміні співвідношення низькомолекулярних антиоксидантів, саме розвиток такого стану супроводжується змінами тіол-дисульфідного стану і в інших тварин, зокрема щурів [35]. Виявлені зміни стають більш відчутними із збільшенням терміну дії теплового фактору,

однак після зниження впливу даного стресу відбувається оптимізація процесів генерування активних форм Оксигену та підвищення сили системи антиоксидантного захисту.

По завершенні оцінки впливу теплового стресу на процеси пероксидного окиснення та стану системи антиоксидантного захисту у кнурів-плідників, нами було розроблено спосіб корекції стану ПАГ та підвищення якості отримуваних спермодоз на основі згодовування міцелярних форм вітаміну А, вітаміну Е та кристалічної аскорбінової кислоти, що підвищує їх високу біодоступність.

Встановлений відчутний вплив вітамінів антиоксидантної дії на формування ПАГ у крові кнурів-плідників, перш за все полягає у підвищенні стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу. Це, очевидно, обумовлено зниженням функціональної активності прооксидантного ензиму ксантинооксидази, стабілізацією цих клітин через вбудовування згодовуваних ліпідних антиоксидантів, насиченням цитозолу ізомерами аскорбінової кислоти, а також гальмуванням накопичення вмісту первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення, що узгоджується із твердженням Linster C.L., Van Schaftingen E. [357]. При цьому функціональна активність інактивації радикалів Оксигену та пероксиду гідрогену супероксиддисмутазою та каталазою була незначною. Особливої уваги заслуговує переважання вмісту аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, що очевидно пов'язано інтенсивним використанням глутатіону та вітаміну Е [270 380].

Ефект від вживання кнурами-плідниками вітамінів антиоксидантної дії у кількості 10% понад норму спостерігався вже по завершенню першого місяця вживання. Дія цих сполук проявлялась у незначному гальмуванні процесів пероксидації – мінімальна кількість дієвих кон'югантів та ТБК-активних сполук, при дещо нижчій активності ксантинооксидази, супероксиддисмутази та каталази відносно інтактних тварин. Такі зміни

відбувались на тлі зменшення інтенсивності окиснення аскорбінової кислоти та глутатіону, що збігається із твердженням про синергічний вплив останнього на формування ПАГ за рахунок відновлення дегідроаскорбінової кислоти тіоловими білками [286].

Даний адаптивний механізм в умовах теплового стресу запобігає розвитку апоптозу клітин [68, 357]. Про можливу стабілізуючу дію даних вітамінів антиоксидантної дії на клітинні мембрани сперматозоїдів, ооцитів та ембріонів також відмічає М. Takahashi [444]. Зазначена кількість згодовуваної легко засвоюваної вітамінної добавки сприяла підвищенню рівня вітаміну А і вітаміну Е протягом основного та знижувалась під час заключного періодів експерименту. У цієї групи тварин вітамінна добавка, очевидно стимулювала утворення фізіологічно нормальних рівнів активних форм кисню необхідного для проявлення реакцій імунітету [459], передавання клітинних сигналів [276, 384], формування гамет та їх злиття [213].

Підвищення дози згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії кнурам-плідникам на 20% понад норму істотно підсилювало систему антиоксидантного захисту за рахунок насичення крові вітаміном А, вітаміном Е та аскорбіновою кислотою. Це супроводжувалось зростанням концентрації відновленого глутатіону з паралельним зниженням функціональної активності антиоксидантних ензимів. На тлі зазначених змін відбувалось інгібування перебігу процесів пероксидного окиснення, що підтверджується мінімальною кількістю дієнових кон'югатів та ТБК-активних речовин. Викладені зрушення у формуванні ПАГ, спостерігались після надходження вітамінної добавки та депонування вітаміну А і вітаміну Е, тривали щонайменше протягом місяця після припинення згодовування. Це свідчить, про те, що вітаміни антиоксидантної дії надходячи із кормів кнурам-плідникам істотно змінюють процеси формування ПАГ, а їх ступінь впливу визначається згодовуваними дозами. Це відкриває можливість задовольняти

зростаючу потребу у вітамінах-антиоксидантах під час максимальних фізіологічних навантажень в організмі цього виду тварин, особливо в період теплового стресу під час парувальної компанії за сезонно-турової та промислової технології. Про позитивний вплив додатково згодовуваних вітамінів антиоксидантної дії та Селену на відтворювальну здатність кнурів-плідників в період теплового стресу відмічає Нарижный А. Г. зі співавторами [116].

За матеріалами наших досліджень, встановлено, що тривале перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зменшенням морфометричних параметрів, функціональної активності і виживаності сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах. Встановлені, закономірності підтверджуються даними отриманими Павловою І.В. [126], а саме погіршення якості еякулятів – збільшення кількості патологічних форм, зниження рухливості та виживаності цих гамет. При цьому особливої уваги заслуговує забезпеченість кнурів-плідників вітаміном С за тривалої дії теплового фактора, потреба організму в якому зростає.

Однак, згодовування додаткових кількостей вітамінів антиоксидантної дії проягом 60-ти діб сприяло покращенню функціональної активності сперматозоїдів у спермодозах інкубованих за різних температур, як за рахунок кількісних показників – зменшення аномалій у цих клітин, так і якісних – підвищення цілісності акросом, їх терморезистентності і термостресстійкості. Очевидно, це забезпечується насиченням жиророзчинними вітамінами мембран та аскорбіновою кислотою цитозоллю сперматозоїдів, протягом періоду формування та зберіганні в сім'яниках, що суттєво підвищує стійкість цих гамет до фізіологічних рівнів АФО – супероксиду, пероксиду і гідроксильних радикалів [227, 231]. Підвищення антиоксидантної ємності сперматозоїдів відіграє ключову роль у їх збереженні при еякуляції та протягом стабілізації коли вони зустрічаються з

атмосферним Оксигеном. Дана особливість є характерною при культивуванні ооцитів [235].

Як правило погіршення якості спермопродукції за дії теплового стресу супроводжується прискоренням процесів пероксидного окиснення та зниженням рівня високо та низькомолекулярних антиоксидантів [147]. Використання розробленого нами способу підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу, шляхом насичення їх організму вітамінами антиоксидантної дії, відкриває можливість покращити як морфо-фізіологічні показники сперматозоїдів так і оптимізувати стан ПАГ у спермі кнурів-плідників за дії високих температур.

Додаткове додавання вітамінної добавки кнурам-плідникам сприяло насиченості вітаміном А, вітаміном Е та аскорбіною кислотою сперми, що істотно змінювало функціональну активність сперматозоїдів. Такі зміни відбуваються на тлі зниження активності високомолекулярних антиоксидантів СОД та КТ, що свідчить про інгібуючу роль даних вітамінів на процеси пероксидного окиснення. Розкриті особливості впливу даних вітамінів співпадають із отриманими результатами F.V.Mendez і співавторами [373], щодо інгібування утворення ТБК-активних речовин ($p < 0,01$), а також J. Marin-Guzman зі співавторами – зменшення кількості аномалій у сперматозоїдів впродовж зберігання спермодоз (12 год і 24 год) [367]. Встановлені біологічні ефекти очевидно обумовлені перерозподілом та підвищенням стійкості до окиснення поліненасичених жирних кислот (22: 6n-3) у фосфоліпідах [299].

Встановлене нами підвищення активності СОД у зберігаємій спермі при температурах 5⁰С і 17⁰С супроводжувалось втратою цілістності акросом, рухливості та термостресстійкості. Це очевидно обумовлено збільшенням концентрації АФК і втратою цілістності мембранних структур [239, 283]. Вивченню активності СОД у спермі дослідники надають вагомого значення, перш за все через встановлені суттєві взаємозв'язки з рухливістю

сперматозоїдів ($r = -0,686$; $p < 0,05$) та виживаністю ($r = -0,513$; $p < 0,05$) після зберігання сперми. При цьому пороговим фізіологічно нормальним рівнем СОД є до 1,05 Од/мл, а вище дана величина корелює з пошкодженням цих гамет, що повністю узгоджується із отриманими нами результатами [409]. Про те на думку окремих вчених активність даного ензиму при зберіганні сперми 16 °С, є дуже низькою і потребує для визначення активності нагрівання в діапазоні від 20 до 45 °С [390]

Дія теплового стресу на організм кнурів-плідників супроводжувалась прискоренням процесів пероксидного окиснення у крові та спермі. Однак найбільша інтенсифікація даних процесів відбувалась при інкубуванні сперми за температури 37 °С, де індикативними показниками було зростання концентрації дієнових конюгатів і ТБК-активних речовин та зниження функціональної активності сперматозоїдів. При цьому, даними дослідників доведено негативне корелювання вмісту вторинних продуктів пероксидації із рухливістю цих гамет ($r = -0,480$; $p < 0,05$) [251].

Особливого значення набули дані щодо вмісту ізомерів аскорбінової кислоти у спермі за дії теплового стресу, температури і часу зберігання. Дія першого фактору проявлялась у зниженні кількості відновленої та підвищення окисненої форм даних кислот протягом експерименту. Виявлена різниця концентрацій була найбільш відчутною при збільшенні температури інкубування. Додаткове включення аскорбінової кислоти сприяло зростанню її вмісту у спермі та адаптації сперматозоїдів у спермодозах за різних умов зберігання. Отримані закономірності щодо впливу аскорбінової кислоти на функціональну активність сперматозоїдів у спермі підтверджуються даними J. Lechowski, A. Kasprzyk, B. Trawińska [348, 349], де виявлено підвищення концентрації і рухливості цих клітин на 30-ту і 60-у доби згодовування цим тваринам.

Зберігання спермодоз протягом 3-х і 24-х годин супроводжується зниженням рухливості, виживаності та термостресстійкості. Очевидно це

відбувається за рахунок прискорення процесів пероксидного окиснення яке ми спостерігали у інкубованих зразках сперми, де відмічено істотне зростання первинних і вторинних продуктів пероксидації. Близьку закономірність спостерігали А. Kumaresan із співавторами [345], яка полягала у зниженні функціональної активності і цілісності сперматозоїдів на тлі накопичені ТБК-активних комплексів, де взаємозв'язок між ними становив $r=-0,97$. Такі зміни свідчили про те, що пероксидне окиснення підвищує проникність мембран цих клітин при тривалому інкубування за температури 18°C .

Отже, дія теплового фактору супроводжується окисним стресом, а розкриття його механізмів відкриває можливість з'ясування закономірностей розвитку адаптації кнурів-плідників до нових умов існування. Це супроводжується зміною ПАГ в напрямі розвитку оксидативного стресу, який може слугувати моделлю для з'ясування адаптаційного механізму до нових умов існування [27], досліджувані компоненти є індикаторами фізіологічного стану організму, а рівень їх величин – прогностичним показником сили впливу факторів навколишнього середовища.

Загалом же порушення рівноваги між антиоксидантами, що містяться в більшій кількості, ніж це потрібно для виконання біологічних функцій, і високореакційними частинками спричинює антиоксидант-індукований стрес, одним із надійних шляхів боротьби з яким є збільшення ендогенного антиоксидантного захисту.

Таким чином, в умовах потокової технології у кнурів-плідників перебіг фізіологічних функцій відбувається напружено через перебування в умовах хронічного технологічного стресу та систематичного отримання еякулятів, що потребує оптимального забезпечення лімітуючими мікроелементами. Для зменшення екологічного навантаження після згодовування мінеральних солей, останнім часом використовують наноаквахелати біогенних мікроелементів. наночастки біогенних металів,

зокрема Zn, Cu, Fe та Se, що володіють більшою ефективністю. Крім цього, дані мікроелементи, будучи структурними частинами антиоксидантних ензимів, стимулюють систему АОЗ [115].

Отримані нами результати досліджень свідчать про відчутний вплив лактатів Цинку, Міді, Заліза і Селену на формування ПАГ у крові кнурів-плідників, який полягає перш за все у зменшенні стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу у тварин, що отримували максимальну кількість мікроелементів. Це очевидно обумовлено, підвищенням функціональної активності прооксидантного ензиму ксантинооксидази та прискореним накопиченням вмісту первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення. При цьому здатність до інактивації радикалів Оксигену та пероксиду Гідрогену залишалась на високому рівні – максимальні активності супероксиддисмутази та каталази. Особливої уваги заслуговує переважання вмісту аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, що очевидно пов'язано інтенсивним використанням глутатіону та вітаміну Е [270, 380]. Зазначені зміни спостерігались вже після 30-ти денного вживання лактатів даних мікроелементів. Незначний дисбаланс ПАГ у крові супроводжувався утворенням активних форм Оксигену, які окиснювали вітамін А і вітамін Е у мембранах еритроцитів, знижуючи їх стійкість до пероксидного гемолізу. Можливу пошкоджуючу дію активних форм Оксигену на клітини ембріонів також відмічає М. Takahashi [444].

Ефект від вживання кнурами-плідниками лактатів мікроелементів у кількості 10% понад норму спостерігався вже на 60-у добу. Дія цих сполук проявлялась у суттєвому гальмуванні процесів пероксидації у крові – мінімальна кількість дієвих кон'югантів та ТБК-активних сполук, назважаючи на переважання активності ксантинооксидази, супероксиддисмутази та каталази відносно інтактних тварин. Такі зміни відбувались на тлі максимальної концентрації аскорбінової кислоти, що очевидно супроводжувалось інтенсивним окисненням глутатіону, яке

збігається із твердженням про синегічний вплив останнього на формування ПАГ за рахунок відновлення дегідроаскорбінової кислоти тіловими білками та є сигналом зміни редокс-статусу організму та супроводжується активацією редокс-залежною регуляцією генів [68, 242].

Зазначена кількість згодовуваних мікроелементів сприяла незначному використанню вітаміну А та дозволяла накопичувати вітамін Е по закінченню основного та заключного періодів експерименту. У цієї групи тварин мінеральна добавка, очевидно, стимулювала утворення фізіологічно нормальних рівнів активних форм Оксигену необхідних для проявлення реакцій імунітету [276, 384]. У відповідь на дію кормового фактору (додаткової кількості двохвалентних катіонів) організм тварин відповів підвищенням активності ензимних антиоксидантів у спермі. Встановлена особливість співпадає із твердженням про важливість контролю рівня активних форм Оксигену у середовищах із розвитку гамет та доїмплантаційних ембріонів [372]. Це свідчить, про те, що мікроелементи поряд із антиоксидантами, що надходять із кормів кнурам-плідникам істотно змінюють процеси формування ПАГ, а їх ступінь впливу визначається згодовуваними дозами. Додавання органічних солей досліджуваних мікроелементів у корм у дозі 10% понад норму може бути використано для оптимізації процесів ПАГ у період максимальних фізіологічних навантажень в організмі цього виду тварин, особливо в період теплового стресу чи зміні режимів їх використання, коли інтенсифікуються процеси пероксидного окиснення [220].

Введення лактатів Цинку, Селену, Міді і Заліза у складі кормосуміші кнурам-плідникам істотно змінює стан ПАГ у крові залежно від кількості додатково згодовуваних лактатів мікроелементів. Додавання цих біологічно активних речовин на 10% понад норму після 60-ти діб згодовування сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює функціональну активність супероксиддисмутази на 50% і каталази

– 23,6% та супроводжується незначним сповільненням процесів пероксидації – зниженням концентрації дієвих кон'югантів і ТБК-активних комплексів. Додаванням лактатів мікроелементів до кормосуміші на 20 % більше від норми кнурам-плідникам, порівняно з контрольною групою, вже після 30-ти денного вживання стимулює процеси пероксидації, супроводжується інтенсивним використанням неензимних – вітаміну А ($p < 0,05-0,01$) та активацією ензимних антиоксидантів – супероксиддисмутази ($p < 0,05-0,01$) і каталази, що триває протягом 90-ти діб.

В системі штучного осіменіння вирішенню проблеми зберігання біологічної повноцінності сперматозоїдів у спермодозах присвячена значна кількість наукових досліджень, які свідчать про суттєві пошкодження в них акросомального апарату [359]. Зміна температури зберігання сперматозоїдів дозволяє їх утримувати в неповному чи глибокому анабіозі. Найчастіше для короткотермінового зберігання сперми використовують температуру 17°C [345]. Подальше зниження до температури до 5°C значно гальмує процеси дихання, однак, після відтавання спермійів їх рухливість, виживаність, а головне запліднююча здатність швидко знижується [296]. Такі закономірності підтверджуються отриманими нами даними, де процес зберігання еякулятів кнурів протягом 3-х годин при температурі 38°C супроводжується незначним зниженням активності, терморезистентності, термостресстойкості і цілісності акросом сперматозоїдів. Оптимальною температурою для зберігання є 17°C , коли зберігається найбільша функціональна активність сперматозоїдів. При зберіганні еякулятів при 5°C істотно знижується терморезистентність і термостресстойкість, цілісність акросом і запліднююча здатність сперматозоїдів.

В основі зниження запліднювальної здатності сперматозоїдів за кімнатних температур зберігання, лежить зростання надмірної кількості активних форм Оксигену [345], де рівень останнього істотно знижується за зберігання при температурі 5°C [327]. Дане твердження знаходить

відображення в результатах наших досліджень – інтенсивність процесів пероксидації суттєво підвищується із збільшенням температури зберігання спермодоз, що супроводжується зниженням життєздатності і пошкодженням акросом сперматозоїдів.

Враховуючи позитивний вплив мікроелементів на покращення якості спермопродукції – концентрацію, рухливість і виживаність сперматозоїдів [381] та результати досліджень після використання розробленого нами способу покращення відтворювальної здатності свиней на основі застосування наноаквахелатів, доведено, що життєздатність цих гамет знаходиться в істотному взаємозв'язку з кількістю додатково згодовуваних лактатів мікроелементів. Додавання цих біологічно активних речовин на 10% більше норми після 60-ти діб згодовування у отриманих спермодозах сприяє підвищенню функціональної активності сперматозоїдів ($p < 0,05$) при різних режимах зберігання, терморезистентності ($p < 0,05$), термостресстійкості, підвищує їх здатність до запліднення. Додавання цих біологічно активних речовин сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює активність СОД і КТ та супроводжується незначним сповільненням процесів пероксидації. Про провідне значення антиоксидантних ензимів (СОД, КТ) у зберіганні еякулятів наголошують [330, 391, 408]. Додаткове згодовування досліджуваних лактатів мікроелементів здійснює також і загальний вплив на організм кнурів, який перш за все полягає у перерозподілі кількостей андрогенів у системі гіпоталамус-гіпофіз-сім'яники, що забезпечує їх репродуктивну здатність. Включення мікроелементів у склад антиоксидантних ензимів, цитохрому С оксидази, церулоплазміну в клітинах сім'яників обумовлює їх участь у провідних процесах гаметогенезу [388]. При цьому окремим мікроелементам, зокрема Цинку належить провідне значення у забезпеченні нормального функціонування простати, розвитку реакції капацитації, синтезу

тестостерону, фолікулостимулюючого і лютеїнстимулюючого гормонів, що стимулює сперматогенез [284].

Досліджуваним мікроелементам належить провідне значення у збереженні сперматозоїдів від окиснювального стресу за рахунок високої активності антиоксидантних ензимів (супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази) плазми сперми, де активними центрами виступають ці есенціальні речовини [396, 366, 470].

Однак збільшення рівня згодовуваних лактатів мікроелементів на 20% більше норми кнурам у спермодозах істотно підвищує кількість аномальних сперматозоїдів, пошкодження акросом, знижує терморезистентність і їх термостресстійку здатність ($p < 0,05$), що знижує заплідненість свиноматок. В основі таких біологічних ефектів лежить стимуляція процесів пероксидації та зниження системи АОЗ. Це підтверджується істотними впливом процесів пероксидації у крові на функціональну активність сперматозоїдів у зберігаємих спермодозах кнурів-плідників, де вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних комплексів суттєво корелює з запліднювальною здатністю цих гамет у межах $r = 0,95 \dots 0,99$. При цьому рівень корелювання активності супероксиддисмутази і каталази із запліднювальною здатністю сперматозоїдів суттєво залежав від кількості додатково спожитих тваринами мікроелементів. У другій групі коефіцієнти кореляції склали відповідно $r = 0,98$ і $r = 0,97$, третій – $r = 0,12$ і $r = 0,96$, першій – $r = -0,58$ та $r = 0,80$. Встановлені біологічні ефекти очевидно обумовлені негативною дією високих кількостей згодовуваних мікроелементів. Tvrda E, Peer R, Sikka S, Agarwal A. [451], при мікроелементозах (Fe, Cu) відмічали порушення сперматогенезу, окислювальне пошкодження сім'яників та зниження запліднювальної здатності сперматозоїдів. Такі зміни викликаються порушенням функціональної активності антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази і каталази, які істотно взаємопов'язані з рухливістю і життєздатністю

сперматозоїдів [280, 309]. Було встановлено вірогідні негативні взаємозв'язки між високими концентраціями Купруму в плазмі сперми та рухливістю сперматозоїдів ($p < 0,01$), їх життєздатністю ($p < 0,01$).

Отже, згодовування кнурам-плідникам збагачених кормів вітамінами і мікроелементами з підвищеною конверсією дозволяє оптимізувати прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз та підвищити біологічну повноцінність сперматозоїдів та заплідненість свиноматок.

В галузі біотехнології розмноження свиней існує необхідність розробки атравматичних, способів введення спермодоз і ембріонів у матку базуючись на розкритих нових фізіологічних закономірностях функціонування цервікального каналу протягом статевого циклу [99]. Встановлена нам динаміка збільшення проникності цервікального каналу у пубертатних свинок протягом естрального циклу, відкрила можливість розроблення способу інтракопорального штучного осіменіння в оптимальній сперодозі (2 млрд сперматозоїдів у 50 мл розріджувача) свинкам під час 3-го еструса, що дає можливість досягти рівня заплідненості свинок 86% та багатоплідності 10,2 поросят ($p < 0,001$). Виявлений феномен проникності цервікса узгоджується з дослідженнями Чиркова О. Г., Денисюка П. В., Мартиненко Н.А. [207].

Доведено, що рівень функціональної активності сперматозоїдів після потрапляння у статевий апарат свиноматок зменшується у такій послідовності: яйцепровід → рога матки → тіло матки → цервікальний канал та залежить від розрідженості еякуляту [135]. При цьому автор стверджує, що потрапляння сперми в один із рогів матки внаслідок інтрацервікального штучного осіменіння стимулює секрецію рідини ендометрієм в об'ємі, що переважає вдвічі обсяг введеної спермодози. Перистальтичні рухи міометрію, дають можливість сперматозоїдам впродовж короткого часу потрапляти до яйцеводів свиноматок. Доведено, що незалежно від утворення ембріонів у будь якому розі матки, завдяки фізіологічному феномену їх розподілу

шляхом міграції забезпечується кожному з них достатня площа для формування плаценти.

З'ясовано, що найвищі відтворювальні показники після штучного осіменіння отримано за використання внутрішньоцервікального способу при 3 млрд сперматозоїдів у 100 мл розріджувача та 1,5 млрд у 50 мл розріджувача, що підтверджується численними дослідженнями [274, 400]. При цьому зменшення кількості сперматозоїдів до 0,5-1,0 млрд у спермодозі призводило до зменшення багатоплідності у свиноматок, з паралельним збільшенням великоплідності [143].

У досягненні високої заплідненості свинок важливу роль відіграє час проведення штучного осіменіння та максимальна проникність цервікального каналу. Встановлено, що у молодих свинок проникність цервікса зростає від початку встановлення еструса протягом 24 годин. Близьку закономірність спостерігав Чирков О.Г. [206] – збільшення під тиском рідинної прохідності цервікального каналу протягом перших 48 годин після встановлення охоти.

Найбільша кількість новонароджених живих поросят була отримана при введенні сперматозоїдів у цервікс свинок через 12; 24 та 30 годин після початку еструса, що, очевидно, обумовлено найвищим рівнем овуляції в обох яєчниках. Про такий феномен вивільнення максимальної кількості яйцеклітин на 18 – 24 годину після встановлення рефлексу нерухомості відмічає Конюхова Л.О. [83]. Вчасне осіменіння забезпечує запліднення фізіологічно дозрілих цих клітин, відтермінування періоду введення спермодози більше ніж на 12–18 годин знижує повноцінність утворених зигот, а в подальшому і нащадків. При цьому осіменіння свиноматок великими дозами сперматозоїдів істотно сповільнює інтенсивність поділу зигот.

Виявлена залежність більшої маси новонароджених поросят при осіменінні свинок через 24 та 30 годин від початку еструса, очевидно, обумовлена високою біологічною повноцінністю яйцеклітин. Це можливо

пояснює те, що відтермінування процесу введення сперматозоїдів до 36 годин призводить до зниження даного показника ($p < 0,001$).

Для підвищення рівня заплідненості свинок доцільним залишається розробка способів оптимізації умов дозрівання яйцеклітин в яєчниках, середовища у матці і яйцепровадах в період запліднення та імплантації ембріонів. Провідне значення у забезпеченні оптимального перебігу даних процесів належить ПАГ [246, 398, 458], регуляцію яких в основному проводять із використанням вітамінів антиоксидантної дії [266, 350, 454]. Це підтверджується встановленою динамікою вітаміну А, вітаміну Е та вітаміну С у крові свинок, де їх вміст зростає від початку до 24-ї години еструса, однак вже до 36-ї години істотно знижувався, що свідчить про інтенсивне використання даних антиоксидантів під час суттєвого прискорення процесів пероксидації. Встановлена динаміка вказує на провідне значення ПАГ у забезпеченні розвитку процесів капацитації та запліднення у кінці яйцеводу та верхівці рогу матки у свиней [199, 271, 291]. Про провідне значення вітамінного живлення самок свиней на процеси розмноження вказує їх позитивний вплив на оптимізацію гормонального фону, особливо концентрацій прогестерону і естрадіолу, де останні також здатні проявляти антиоксидантні властивості [317, 318, 483].

Однак, прояв антиоксидантних властивостей естрогену перебуває у залежності від концентрації АФО в середовищі [314, 375]. За умови прискорення перебігу процесів пероксидації вище фізіологічного рівня даний гормон здатний проявляти прооксидантні властивості [379]. Це підтверджується дослідженнями Trotter A., Ebsen M., Kiossis E [450], де парентеральне введення естрадіолу і прогестерону свиноматкам сприяє порушенню розвитку плаценти та легенів у новонароджених поросят [335].

Додаткове згодовування вітамінної добавки свинкам стимулювало функціонування їх репродуктивної системи, що проявлялось у підвищенні заплідненості, багатоплідності та великоплідності. Це очевидно обумовлено

впливом вітаміну А та аскорбінової кислоти на процеси формування яйцеклітин і зигот, що в подальшому істотно знижує рівень ембріональної смертності з подальшим підвищенням фактичної багатоплідності [158].

Встановлені особливості прооксидантно – антиоксидантного гомеостазу вказують на взаємозв'язок із фізіологічним станом, статтю, генотипом та умовами зовнішнього середовища. Виявлені закономірності змін досліджуваних сполук, які формують даний гомеостаз, стали базою для розроблення способів із забезпечення максимальної відтворювальної здатності свиней. Використання розроблених кормових добавок, сприятиме коригуванню ПАГ, який ініціюватиме утворення біологічно повноцінних гамет та забезпеченню їх високої функціональної активності в спермодозах.

Проведені дослідження відкрили можливість більш ґрунтовно формувати відтворювальну здатність у ремонтного молодняку та тварин основного стада, використовувати технологію штучного осіменіння свинок у визначені оптимальні строки, що дозволить істотно підвищити їх заплідненість, а встановлені особливості формування ПАГ у критичні періоди поросності істотно зменшать рівень ембріональної смертності, що дасть можливість знизити рівень вибракування тварин та отримувати добре розвинений молодняк. З'ясовані особливості формування ПАГ у кнурів-плідників дозволяють внести відповідні доповнення до механізмів розвитку оксидативного стресу та підвищити ефективність використання розроблених способів їх корекції.

Аналіз отриманих результатів дисертаційного дослідження, їх узагальнення і узгодженість із даними вітчизняних та закордонних дослідників дають нам право дійти до наступних висновків.

ВИСНОВКИ

У дисертації експериментально обґрунтовано й теоретично узагальнено стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней залежно від фізіологічного стану, віку і напряму продуктивності. Розкрито циклічну лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свинок у період статевого дозрівання та протягом відтворювального циклу. Розроблено ефективні способи підвищення репродуктивної здатності свинок. Доведено вплив типу вищої нервової діяльності на якість спермопродукції та перебіг пероксидних процесів у крові та спермі кнурів-плідників. За результатами кореляційного аналізу встановлено істотні взаємозв'язки між активністю сперматозоїдів та процесами пероксидного окиснення у крові та спермі кнурів-плідників. Запропоновано ефективні, принципово нові способи корегування вітамінно-мінерального живлення кнурів-плідників шляхом оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу для підвищення їх відтворювальної здатності.

1. У крові пубертатних свинок за еструсу прискорюються процеси пероксидного окиснення: збільшується кількість дієнових кон'югатів за 1-ї охоти на 38,6 %, 2-ї охоти – на 6,2 % і 3-ї охоти – на 87,3 % ($p < 0,05$). Такі зміни відбуваються на тлі підвищення вмісту ТБК-активних сполук за фази еструса на 43,4 % під час 1-ї охоти, на 7,5 % – 2-ї охоти і на 43,8 % – 3-ї охоти щодо лютеальної фази.

2. Зміна фаз статевого циклу у пубертатних свинок впливає на рівень низькомолекулярних антиоксидантів: знижується вміст відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 41,8 % і 5,1 % (1 охота), 28,2 % і 24,3 % (2 охота), 17,7 % і 15,4 % (3 охота). Однак концентрація вітамінів А і Е в фазу еструса за третього статевого циклу істотно збільшується відповідно на 35,4 % і 75,8 % ($p < 0,05$), що підтверджує їх провідну роль у процесах запліднення.

3. У період становлення статевих циклів відбуваються істотні зміни гормонального фону в напрямі збільшення амплітуди коливань, що супроводжується змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові. Збільшення концентрацій тироксину і естрадіолу-17 β за фази еструса прискорює процеси пероксидації та супроводжується інтенсивним використанням низькомолекулярних антиоксидантів і підвищенням вмісту вітамінів А і Е у крові. Додаткове згодовування вітамінної добавки з кормом істотно впливає на формування ендокринного профілю свинок у період статевого дозрівання. Найбільші біологічні ефекти спостерігаються за 2-го і 3-го статевих циклів, що характеризуються збільшеними концентраціями тироксину, прогестерону і естрадіолу-17 β , зокрема за фази еструсу. Встановлені зміни відбуваються на тлі сповільнення перебігу процесів пероксидації, що зумовлено істотним підвищенням кількості низькомолекулярних антиоксидантів у крові. Використання вітамінної добавки в годівлі свинок дає змогу отримувати додатково 82,48 грн. на один опорос.

4. Проникність цервікса у свинок підвищується зі збільшенням віку та кількості статевих циклів. У тварин за першого прояву еструсу прохідність цервікального каналу 4,6 см та інтенсивно зростає у 2 рази ($p < 0,001$) за 2-го та в 2,5 рази ($p < 0,001$) за 3-го еструсів. Інтрацервікальне введення спермодози (2 млрд сперматозоїдів у 50 мл розріджувача) свинкам під час 3-го еструса дає можливість досягти рівня заплідненості свинок 86 % та багатоплідності 10,2 поросят ($p < 0,001$).

5. У пубертатних свинок проникність цервікса зростає від початку еструса протягом 24 годин, а максимальні показники їх репродуктивної здатності виявлено через 24–36 годин після введення спермодози. Кількість новонароджених живих поросят є максимальною за введення сперматозоїдів у цервікс свинок через 12, 24 та 30 годин після початку еструса. Жива маса новонароджених поросят залежить від часу проведення штучного осіменіння свинок і є максимальною на початку еструса та через 24 і 30 годин після

введення сперматозоїдів. Відтермінування штучного осіменіння до 36 годин від настання еструса призводить до зниження великоплідності ($p < 0,001$).

6. У статевозрілих свинок циклічні зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу зумовлені фазами статевого циклу і поросністю. У період еструса у крові тварин зростає вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$), ТБК-активних сполук ($p < 0,05$), прогестерону ($p < 0,05$) і естрадіолу- 17β ($p < 0,05$). У вказаний період у свинок сальних порід підвищуються кількість дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) і активність супероксиддисмутази ($p < 0,05$).

7. За поросності стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в крові свинок змінюється: за імплантації, плацентації ембріонів та інтенсивного росту плодів прискорюються процеси пероксидації. Найбільш суттєве підвищення вмісту дієнових кон'югатів встановлено на 15-у ($p < 0,05$), 30-у ($p < 0,05$), 113-у доби поросності ($p < 0,05$) і після опоросу ($p < 0,05$) у свинок сального напрямку продуктивності. Із закінченням першого, другого і третього місяців поросності у свинок м'ясних порід встановлено максимальний вміст ТБК-активних сполук, але інтенсивність їх утворення низька (6,3–9,8 %). У тварин сального напрямку продуктивності вміст ТБК-активних сполук невисокий, але інтенсивність утворення стрімко зростає на 49,0 % на 30-у добу, 29,5 % на 60-у та 21,1 % на 90-у доби поросності.

8. У поросних свиноматок остання декада поросності характеризується вірогідним прискоренням перебігу процесів пероксидного окиснення: збільшується вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук у сальних ($p < 0,05$) та універсальних порід ($p < 0,05$). Це супроводжується зниженням кількості аскорбінової кислоти ($p < 0,05 \dots 0,01$) і вітаміну Е ($p < 0,05 \dots 0,01$). У післяопоросний період на тлі зниження загального рівня антиоксидантного захисту інтенсифікується пероксидне окиснення, особливо у сальних та універсальних порід, з утворенням первинних і зниженням концентрації вмісту вторинних продуктів.

9. Тривалість еякуляції у кнурів сильного нестримного, слабкого та сильного інертного типів є вірогідно меншою ($p < 0,001$) порівняно з тваринами сильного врівноваженого жвавого типів вищої нервової діяльності. Максимальну масу еякулятів мають кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальну – слабкого типу ($p < 0,001$). Найбільш насиченими сперматозоїдами є еякуляти в самців сильного врівноваженого жвавого та сильного неврівноваженого нестримного, а найменш – сильного врівноваженого спокійного і слабкого типів вищої нервової діяльності. У другій фракції сперми кнурів-плідників рухливість сперматозоїдів є найвищою. Максимальну активність статевих клітин мають еякуляти тварин сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальною – слабкого ($p < 0,001$).

10. У крові та спермі кнурів-плідників сильного неврівноваженого і слабкого типів вищої нервової діяльності процеси пероксидації інтенсивніші, а активність системи антиоксидантного захисту знижена: нижчі активність супероксиддисмутази ($p < 0,05$), вміст аскорбінової кислоти ($p < 0,001$), вітамінів А ($p < 0,01 \dots 0,001$) та вітаміну Е ($p < 0,001$). У другій і третій фракціях еякулятів кнурів-плідників стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу характеризується вірогідно вищими процесами пероксидації, зокрема, у кнурів сильного неврівноваженого і слабкого типів вищої нервової діяльності. Тварини сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів вищої нервової діяльності мають вищий рівень антиоксидантного захисту – активності каталази, супероксиддисмутази, вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е. У першій та четвертій фракціях еякулятів процеси пероксидації сповільнені.

11. Утримання кнурів-плідників за підвищеної температури супроводжується підвищенням процесів пероксидації та виснаженням системи антиоксидантного захисту у крові. Додавання вітамінів антиоксидантної дії на 10 % понад норму до раціону після 60-ти діб згодовування зумовлює вищий вміст відповідно на 77,3 % ($p < 0,05$) і на

220,0 % ($p < 0,05$) вітамінів А і Е та зниження на 41,3 % ($p < 0,01$) дієнових кон'югантів і на 20,1 % ТБК-активних сполук у крові. Згодовування вітамінів антиоксидантної дії на 20 % понад норму у складі кормосуміші вірогідно зменшує на 56,5 % ($p < 0,01$) вміст дієнових кон'югантів і на 25,2 % ТБК-активних сполук. Водночас встановлено збільшення вмісту вітаміну А на 280 % ($p < 0,01$), вітаміну Е на 260,0 % ($p < 0,05$) та аскорбінової кислоти на 80,6 %, величини значень яких утримуються щонайменше 30 діб після їх вживання.

12. Вплив теплового стресу на кнурів-плідників супроводжується зниженням активності ($p < 0,05 \dots 0,01$), виживання ($p < 0,05$) та розмірів сперматозоїдів. Згодовування вітамінної добавки кнурам-плідникам сповільнює розвиток оксидативного стресу у спермі за 38 °, 17 ° та 5 °С з підвищенням антиоксидантного захисту за рахунок збільшення вмісту вітамінів А ($p < 0,001$) і Е ($p < 0,001$). Найбільш істотний вплив вітамінної добавки виявлено за зберіганні спермодоз впродовж 3-х годин за 38 °С, що виявляється підвищеною на 13,9 % ($p < 0,01$) активністю, на 20,2 % ($p < 0,05$) термостресостійкістю, на 11,8 % ($p < 0,05$) терморезистентністю та на 26,7 % ($p < 0,01$) цілісністю акросом сперматозоїдів у II групі, та відповідно 26,4 % ($p < 0,001$), 26,1 % ($p < 0,01$), 27,5 % ($p < 0,001$) та 63,5 % ($p < 0,01$) в III групі.

Кнури-плідники, які протягом двох місяців отримували вітамінну добавку, мають вищу запліднювальну здатність сперматозоїдів після 24-х годин зберігання за 38 °, 17 ° та 5 °С у II групі ($p < 0,05$) і III групі ($p < 0,05 \dots 0,01$).

13. Введення лактатів Цинку, Селену, Купруму і Феруму у склад кормосуміші кнурам-плідникам змінює стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові, а величина змін залежить від кількості додатково згодовуваних лактатів мікроелементів. Додавання на 10 % понад норму лактатів мікроелементів після 60-ти діб згодовування сприяє збереженню вмісту вітамінів антиоксидантної дії, відновленого глутатіону, стимулює на 50 % активність супероксиддисмутази і на 23,6 % каталази та

супроводжується сповільненням процесів пероксидації: знижується концентрація дієнових кон'югантів і ТБК-активних сполук. Згодовування на 20 % понад норму лактатів мікроелементів у складі кормосуміші кнурам-плідникам порівняно з контрольною групою після 30-ти діб стимулює процеси пероксидації. Встановлені закономірності змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу відмічались у спермі.

14. Зберігання спермодоз кнурів протягом 3-х годин за 38 °С супроводжується незначним зниженням активності, терморезистентності, термостресстійкості і цілісності акросом сперматозоїдів. Оптимальною температурою для зберігання є 17 °С, за якої забезпечується найвища рухливість гамет. Зберігання еякулятів за 5 °С істотно знижує терморезистентність і термостресстійкість, цілісність акросом сперматозоїдів. Додавання на 10 % понад норму лактатів мікроелементів після 60-ти діб згодовування за різних режимів зберігання підвищує активність ($p < 0,05$), терморезистентність ($p < 0,05$) і термостресстійкість сперматозоїдів. Згодовування лактатів мікроелементів на 20 % понад норму кнурам-плідникам прискорює процеси пероксидації та знижує фізіологічні характеристики якості сперматозоїдів.

15. Умови зберігання спермодоз кнурів-плідників істотно впливають на запліднювальну здатність сперматозоїдів. Добове зберігання спермодоз було оптимальним за 17 °С, а найбільш вразливими до температурного шоку виявились гамети за 5 °С зберігання. Тварини II-ї групи мають максимальні показники запліднювальної здатності сперматозоїдів, а III-ї групи – мінімальні. Вміст первинних і вторинних продуктів пероксидації у крові позитивно корелює із запліднювальною здатністю сперматозоїдів ($r = 0,95 \dots 0,99$). Активності супероксиддисмутази і каталази у спермі характеризують запліднювальну здатність сперматозоїдів, у тварин першої групи коефіцієнти кореляції відповідно – $r = - 0,58$ та $r = 0,80$, другої групи $r = 0,98$ і $r = 0,97$, третьої – $r = 0,12$ і $r = 0,96$.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для поліпшення фізіологічних характеристик і запліднювальної здатності сперматозоїдів кнурів-плідників та підвищення заплідненості свинок необхідно згодовувати вітамінну-кормову добавку (Патенти України на корисну модель № 133103 «Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу» та № 118568 «Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней»).

2. Для оптимізації процесів сперміогенезу, підвищення активності та виживання сперматозоїдів, рівня ензимної ланки системи антиоксидантного захисту еякулятів, а також кількості отриманих спермодоз на станціях зі штучного осіменіння свиней доцільно до раціону кнурів-плідників додавати 10 % наноаквахелатів мікроелементів від загальної маси раціону (Патент України на корисну модель № 132475 «Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів»).

3. Для оцінювання якості сперми кнурів, що утримуються на станціях штучного осіменіння, доцільно використовувати спосіб прискореного визначення ізомерів аскорбінової кислоти (Деклараційний патент на винахід № 66518 А «Спосіб прискореного визначення вмісту вітаміну С та його ізомерів у спермі кнурів»).

4. Матеріали дисертації про особливості репродуктивної функції у кнурів-плідників і свинок, а також результати досліджень пропонуються до використання у навчальному процесі під час вивчення дисциплін «Загальна біотехнологія», «Біотехнологія у тваринництві», «Фізіологія сільськогосподарських тварин», «Фізіологія тварин», «Технологія виробництва продукції свинарства», «Морфологія, фізіологія, біохімія тварин» для підготовки студентів зі спеціальностей «Ветеринарна медицина», «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» та «Біотехнології та біоінженерія» у закладах вищої освіти України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алиев А.А., Гагарина А.А. Состав липидов печени, длиннейшего мускула спины, депонирование жиров и их жирнокислотный состав у свиней разных пород и пола/ В кн: Породы свиней. Всесоюз акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. Москва : 1981. С.148–168.
2. Андрушко О. Б., Шаран М. М., Корнят С. Б. Шляхи покращення умов для довготривалого зберігання сперми кнурів при заморожуванні. *Біологія тварин*. 2014. № 3, т. 16. С. 157.
3. Анисимов А. Г. Совершенствование способов повышения оплодотворяющей способности спермы хряков – производителей : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : 03.03.01. Дубровицы, 2018. 24 с.
4. Балацький В. М., Гришина Л. П., Саєнко А. М., Вовк В. О., Ващенко П. А. Асоціація поліморфізму ESR1 гена з репродуктивними якостями свиноматок великої білої і миргородської порід. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 150–158.
5. Барабой В. А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов. *Успехи совр. биол.* 1991. Вып. 6, т. 111. С. 923.
6. Барабой В. А., Орел В. Э., Карнаух И. М. Перекисное окисление и радиация. Київ : Наукова думка, 1991. 252 с.
7. Бахов Н. И., Александрова Л. З., Титов В. Н., Бахов Ю. И. Нейтрофилы, их роль в регуляции метаболизма тканей. *Успехи современной биологии*. 1987. Вып. 2(5), т. 104. С. 281–294.
8. Безверха Л. М., Трохименко В. З., Захарін В. В. Відтворювальна здатність свиноматок великої білої породи за використання біологічно активних препаратів «Глютам 1 м» та «Стимулін-вет». *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 1(104). С. 94–101.

9. Білявцева В. В. Продуктивність молодняку свиней за згодовування білково-вітамінно-мінеральної добавки «Енервік» : дис. ... кандидата с.-г. наук : 06.02.02. / Вінниця, 2017. 162 с.
10. Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин : підручник / за ред. М. І. Гиль. Миколаїв : Видавничий дім «Гельветика». 2018. 600 с.
11. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Фізико-хімічний та жирнокислотний склад сала. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. №1. С.66-69.
12. Бобрик Д. И., Разуванов С. А., Тямчик В. В. Стимуляция и синхронизация опороса у свиноматок аналогами простагландина F2A. *Ветеринарный журнал Беларуси*. 2016. Вып. 1(3). С. 45–49.
13. Бобрик Д. И., Рыбаков Ю. А., Яцына В. В. Биотехнологические приемы интенсификации воспроизводства стада свиней. *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. 2013. №1-1, т. 49. С. 4–6.
14. Бомко В. С., Бабенко С. П., Москалик О. Ю. Годівля сільськогосподарських тварин: підручник. Київ : Аграр. освіта., 2010. 278 с.
15. Бомко В. С., Баранюк О. М. Вплив змішанолігандного комплексу купруму на динаміку живої маси свиней на відгодівлі. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вып. 3(97). С. 19 – 24.
16. Бомко Л. Г., Гола В. В. Вплив металохелатів феруму на продуктивність і відтворну здатність свиноматок. *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва*. 2016. С. 61–62.
17. Босаневич Н. О., Лесик Я. В. Фізіолого-біохімічні показники організму та продуктивність кролів за дії кобальту цитрату. *Біологія тварин*. 2018. №4, т. 20. С. 89–89.

18. Бордуне А. Органічні форми мікроелементів – запорука здоров'я свиноматок і поросят. *Продуктивне свинарство*. 2014. №3(21). С. 81–84.
19. Брусов О.С., Герасимов А.М., Панченко Л.Ф. Влияние природных ингибиторов радикальных реакций на автоокисление адреналина. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1976. № 1. С.33–35.
20. Васильева Г.З. Морфологические изменения в желудке, печени, длиннейшей мышце спины плодов свиней при различных источниках протеина в рационах свиноматок : дисс... канд. био. наук, 16.00.02 / Л., 1984. 20 с.
21. Взаємозв'язок гормонального фону та прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок залежно від фаз статевого циклу / А. М. Шостя, І. І. Ступарь, С. О. Усенко [та ін.] // *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. 2018. № 2. С. 11–15.
22. Влияние фаз воспроизводительного цикла на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок / С. А. Усенко, А. М. Шостя, А. С. Сябро [и др.] // *Инновации в животноводстве – сегодня и завтра* : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по живноводству» (г. Жодино, 19–20 декабря 2019 г.). Минск : Беларуская навука, 2019. С. 146–150.
23. Влізло В. В., Федорук Р. С., Іскра Р. Я. Біологічна дія функціональних наноматеріалів у різних видів тварин. *Вісник аграрної науки*. 2018. №11 (788). С. 80–86.
24. Вітязь М.В. Особливості динаміки вмісту окремих мікроелементів в різних органах і тканинах свиноматок та їх плодів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : 03.00.13. Полтава, 1996. 24 с.
25. Вміст глюкози, лактату та пірувату у сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності / В. В. Шестеринська, В. О. Трокоз,

- В. І. Карповський [та ін] // *Біологія тварин*. Львів, 2014. Т. 16, № 2. С. 157–161.
26. Волмар Я. Штучне осіменіння свиноматок за датською технологією. *Тваринництво сьогодні*. 2013. №1. С. 42–46.
27. Воронкова Ю.С., Голобородько К.К., Маренков О.М., Горбань В.А. – Проблема дослідження оксидативного стресу у біологічних дослідженнях. *Питання біоіндикації та екології*. 2016. Вип. 21, № 1–2. С. 222–228.
28. Вплив гомогенату трутневих личинок на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у період статевого дозрівання / А. М. Шостя, Я. М. Ємець, Л. М. Кузьменко [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 134–140.
29. Вплив кортико-вегетативних механізмів регуляції на вміст лактату, пірувату та їх співвідношення у крові свиноматок / Р. В. Постой, В. І. Карповський, А. М. Шостя [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 4. С. 205–211.
30. Вплив лактатів мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22. № 92. С. 28–34.
31. Вплив наноаквахелатів на якість спермопродукції у кнурів-плідників / А. М. Шостя, В. О. Рокотянська, В. Г. Цибенко [та ін.] // *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2018. Вип. 7(35). С. 156–160.
32. Вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції у кнурів-плідників під час теплового стресу / Л. М. Степченко, І. В. Павлова, А. М. Шостя [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 4. С. 141–146.

33. Гаврилов В.Б., Мелкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови. *Лабораторное дело*. 1983. №3. С. 33–36.
34. Гиря В. М., Усачова В. Є., Мироненко О. І., Слинько В. Г. Температурний комфорт і продуктивність свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 105–112.
35. Горчакова Н. А., Беленичев И. Ф., Бухтиярова Н. В. Влияние селенсодержащих средств на уровень белков теплового шока и показатели тиолдисульфидной системы в мозговой ткани крыс в условиях острого нарушения мозгового кровообращения. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2017. Вып. 4, Т. 3 (141). С. 111-117.
36. Горшков Г. И., Нарижный А. Г. Влияние кормовой добавки гидролактив на повышение устойчивости спермы хряков к глубокому охлаждению. *Зоотехния*. 2014. № 5. С. 8–10.
37. ГОСТ 32277-2013. Средства воспроизводства. Сперма. Методы испытаний физических свойств и биологического, биохимического, морфологического анализов. 2013. 28 с.
38. Грушанська Н. Г., Якимчук О. М., Цвіліховський М. І. Показник обміну мінеральних речовин в організмі свиноматок за профілактики мікроелементозів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №1(71). 13 с.
39. Губський Ю. І., Левицький Е. Л. Вільнорадикальні механізми токсичної загибелі клітин. *Укр. біох. журнал*. 2002. № 4, т. 74. С. 96–97.
40. Губский Ю. И., Сильченко И. А., Селезнева А. И. Роль антиоксидантных витаминов в ограничении токсинов. В кн. : Биофизические и физико-химические исследования в витаминологии. Москва : Наука, 1981. С. 104.
41. Гуткин В. С., Горбачова В. А., Востряков А. П., Кадошников В.И. Бактерицидная активность и хемолюминисценция мононуклеарных фагоцитов животных. *Сельскохозяйственная биология*. 1986. №6. С. 78–86.

42. Данилюк Б.П. Інтенсивність росту м'язової, жирової та кісткової тканини у свиней різних порід. *Свинарство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 1972. Вип.17. С.100–103.
43. Данчук О. В. Пероксидне окиснення ліпідів та активність системи антиоксидантного захисту в організмі свиней з різними типами вищої нервової діяльності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : 03.00.13. Київ, 2018. 46 с.
44. Данчук О. В., Добровольський В. А., Чепурна В. А., Савчук Л. Б., Карповський В. В., Карповський П. В., Скрипкіна В. М., Ландсман А. О. Вміст ТБК-активних продуктів в еритроцитах свиней різних типів вищої нервової діяльності. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17, № 1. С. 43-47
45. Данчук О. В., Карповський В. І. Взаємозв'язки інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів із основними корковими процесами у поросят за стресу відлучення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. Серія: Ветеринарні науки. 2016. № 3, т. 18. С. 78–82.
46. Данчук А. В., Карповський В. И., Трокоз В. А., Каплуненко В. Г. Эффективность применения нанопрепарата микроэлементов Mg, Zn, Ge и Se для коррекции активности системы антиоксидантной защиты у свиней разных типов высшей нервной деятельности. *Перспективы развития свиноводства стран СНГ*. 2018. С. 243–247.
47. Деклараційний патент на винахід № 66518 А Україна, МПК (2013.01) А23К 1/00; А01К67/00. Спосіб прискороного визначення вмісту вітаміну С та його ізомерів у спермі кнурів / В.Ф. Коваленко, А.М. Шостя, С.О. Усенко Заявник Інститут свинарства імені О. В. Квасницького НААН. – № 2003065510; заявлений 13.06.2003; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.

48. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин [Текст] / [Ібатуллін І. І. та ін.] ; за наук. ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2016. 332 с.
49. Динаміка вмісту стероїдних гормонів та інтенсивність пероксидного окиснення у свинок у період становлення статевої функції / А. М. Шостя, І. І. Ступарь, С. О. Усенко [та ін.] // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава. 2019. Вип. 72. С. 83–93.
50. Долід С. В., Бомко В. С. Забійні показники і хімічний склад м'яса за згодовування змішанолігандного комплексу купруму молодняку свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. Вип. 10 (105). С. 31–34.
51. Евдокимов Н. В. Селекционно-генетические приемы повышения продуктивности хряков : учебное пособие. Чебоксары : Чувашская ГСХА, 2013. 245 с.
52. Евдокимов Н. В., Камалдинов И. Н. Воспроизводительная способность хряков с разными типами высшей нервной деятельности. *Ветеринарный врач*. 2020. №1. С.41–48.
53. Еремін А. П. Гиповітамінози А і Е ендогенного походження у поросят і застосування дипровіта для їх профілактики і терапії : дисс. ... канд. вет. наук : 16.00.01. / Воронеж, 2001. 126 с.
54. Єфімов В. Г. Біохімічні показники крові свиней на різних етапах вирощування за впливу вітаміну Е і Селену. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2015. Вип.16, №2. С. 24–29.
55. Єфімов В. Г., Софонова Д. М. Вміст вітамінів А і Е у крові свиноматок та отриманих від них поросят за внутрішньом'язового введення різних доз

- ретинолу ацетату. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. Вип. 3, № 4. С. 127-131. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ndbnndc_2015_3_4_26
- 56.Эффективность выращивания поросят при различных сроках их отъёма / Г. С. Походня, П. П. Корниенко, Т. А. Малахова [та ін.] // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2017. Вип. 33(1). С. 129–134.
- 57.Жао Ю., Найт К., Алі Г. Хелати у раціонах свиноматок: як покращити продуктивність та зменшити відсоток вибракування. *Продуктивне свинарство*. 2015. №3 (27). С. 96–98.
- 58.Жукорський О. М., Чорна О. О. Використання пробіотику "тім-с" в годівлі свиноматок. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*. 2019. №. 12. С. 195-206.
- 59.Журенко О. В., Карповський В. І., Данчук О. В. Вплив основних кортико-вегетативних механізмів регуляції на вміст Цинку в крові корів залежно від пори року. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. Науково-практичний журнал Харківської державної зооветеринарної академії*. 2018. № 2. С.27–30.
- 60.Запека І. Є. Патоморфічні особливості ешеріозів свиней за надлишку в кормах купруму, феруму та кобальту : дис. ... канд. вет. наук : 16.00.02 /. Харків, 2019. 268 с.
- 61.Запорожець М.Ф., Бурко Ю. А. Вплив солей мікроелементів цинку, марганцю, міді, заліза і препарату "Агровет Атлантик" в раціонах свиней на добові прирости в період їх відгодівлі. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2010. Том 2. С. 38–40.

- 62.Использование свежевзятой и криоконсервированной спермы хряков / А. Г. Нарижний, А. Т. Мысик, Ю. В. Засуха [та ін.] // *Зоотехнія*. 2018. № 10. С. 24–27.
- 63.Использование лактатов микроэлементов для повышения качества сохраняемой спермы хряков / В. П. Рыбалко, С. А. Усенко, А. М. Шостя [и др.] // *Зоотехнія*. Москва, 2020. № 7. С. 23–29.
- 64.Іванов В. О., Волощук В. М., Іванова Л. О., Попова Н. В. Вплив стрессхильності свиней на їх продуктивність. *Свинарство*. 2013. Вип. 63. С. 12–18.
- 65.Інструкція з бонітування свиней. Київ. 2004. ППНВ. 64 с.
- 66.Інструкція із штучного осіменіння свиней / Відповідальний за випуск Ю.Ф.Мельник. Київ : Аграрна наука. 2003. 56 с.
- 67.Кайдашев І.П. Посібник з експериментально–клінічних досліджень з біології та медицини. Полтава, 1996. С. 123-128.
- 68.Калинина Е. В., Чернов Н. Н., Новичкова М. Д. Роль глутатиона, глутатионтрансферазы и глутаредоксина в регуляции редокс-зависимых процессов. *Успехи биологической химии*. 2014. Т. 54. С. 299–348.
- 69.Капралов О. О. Роль вітаміну Е у процесах функціонування клітинних ядер та мітохондрій печінки щурів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біологічних наук : 03.00.04. Націон. університет ім. Т. Шевченка. Київ, 2000. 33 с.
- 70.Карповський В. І., Данчук О. В., Журенко О. В. Вплив типу вищої нервової діяльності на активність супероксиддисмутази та вміст купруму і цинку в крові корів. *Біологія тварин : науково-теоретичний журнал*. 2018. № 4, т. 20. С. 55–60.
- 71.Карповський В. В., Карповський П. В., Скрипкіна В. М., Ландсман, А. О., Постой Р. В., Криворучко Д. І., Трокоз В. О., Карповський В. І. Вміст насичених жирних кислот в ліпідах плазми крові поросят залежно від

- особливостей коркової та вегетативної нервової регуляції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 227. С. 118–123.
72. Карповський В.І., Усенко С.О., Шостя А.М. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на функціональну активність сперміїв кнурів за корекції мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. 2020. № 6 (88). Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14678/12826>
73. Квасницький А.В. Искусственное осеменение свиней. Київ : Урожай, 1983. 183 с.
74. Квасницький А. В., Мартыненко Н. А., Близнюченко А. Г. Трансплантация эмбрионов и генетическая инженерия в животноводстве. Київ : Урожай, 1988. 264 с.
75. Кичун І. В. Гормональний статус і показники метаболізму в крові свиноматок у зв'язку з фізіологічним станом та вмістом у раціоні обмінної енергії і селену: дис.. канд. біол.. наук: 03.00.13. Львів, 2000. 18 с.
76. Коваленко В. Ф., Шостя А. М. Особенности процессов пероксидации липидов и гистологического строения легких свиней разных типов продуктивности. *Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации* : материалы 12-го заседания межвузовского координационного совета по свиноводству и республиканской научно-производственной конференции. Персиановка, 2003. С. 96–98.
77. Коваленко В.Ф., Шостя А.М., Усенко С.О. Методика визначення вітамінів А, Е і загального холестерину в різних тканинах свиноматок плодів. *Сучасні методи в свинарстві* / за ред. В.П. Рибалка. Полтава, 2005. С. 114–118.

- 78.Коваленко В. Ф., Шостя А. М., Усенко С. А. Физиологические аспекты метаболизма в системе мать-плацента-плод свиней. Полтава : ООО Фирма "Техсервис", 2012. 204 с.
- 79.Коваленко В. Ф., Шостя А. М., Усенко С. О., Цебржинський О. И. Взаимосвязь процессов перекисного окисления липидов и особенности гистоструктуры в печени свиней различных генотипов. *Материалы международной научно-практической конференции к 75-летию ВИЖА / Труды ВИЖА*. Дубровицы, 2004. Вып. 62, т. 2. С. 229–233.
- 80.Коваленко В. Ф., Шостя А. М., Усенко С. О., Цебржинський О. И. Особливості гістологічної будови та процесів ПОЛ–АОЗ у нирках свиней різних порід. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2005. Вип. 31. С. 89–91.
- 81.Ковальчук І. І., Р.С. Федорук Р. С., Ковальська Л.М. Вплив цитратів германію та селену на вміст важких металів в продукції бджільництва. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. №2 (59), т. 16. С. 146–151.
- 82.Колоскова Е. М., Галочки В. А. Новый селеносодержащий антиоксидант широкого спектра действия. *«Биоантиоксиданты»*: сб. материалов докл. Учасн. V Международной конференции,. 18–19 ноября 1998 г. Москва : Россия, 1998. С. 238.
- 83.Конюхова Л. А. Физиологическое обоснование кратности покрытия свиноматок: Автореф дис... канд. биол. наук / Харьковский ветеринарный институт. Харьков, 1952.14 с.
- 84.Корольок М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев Е.В. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16–19.

- 85.Костенко С. О., Драгулян М. В. Прогнозування багатоплідності свиней за допомогою цитогенетичних та ДНК-маркерів. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип.78, ч.2 (1). С.105–109.
- 86.Котляр О. С., Саприкін В. О. Ефективність дії сольових і хелатних мікроелементів у годівлі свиней. *Вісник аграрної науки*. 2014. С. 25–28.
- 87.Котляр О.С. Система застосування гумінових добавок з мікроелементами в годівлі свиней. *Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві : матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. 2017. С. 74–76.
- 88.Котляр О. С., Маменко О. М. Порівняння ефективності дії гумінових кормових добавок та комбігуматів мікроелементів в годівлі ремонтних свинок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2016. Вип. 32(1). С. 189–202.
- 89.Кравченко-Довга Ю. В., Карповський В. І., Данчук О. В., Журенко О. В. Мінеральний статус організму корів різних типів вищої нервової діяльності. [Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Ветеринарні науки](#). 2018. № 92, т. 20. С. 109–112.
- 90.Кравців Р. Й., Янович Д. О. Роль селену в життєдіяльності тварин (біологічні, ветеринарно-медичні, екологічні аспекти). *Біологія тварин*. 2003. №1-2, т.5. С. 23–38.
- 91.Кубинский В. И., Колесниченко Л. С. Обмен глутатиона. *Успехи биологической химии*. М. : Наука. 1990. Т. 31. С.157–179.
- 92.Ланкин В. З., Тихазе А. К. Свободно–радикальные процессы при заболеваниях сердечно–сосудистой системы. *Кардиология*. 2000. №7. С. 48–61.

93. Лихолат Т. Ю., Лихолат О. А. Вплив синтетичних естрогенів на показники прооксидантно-антиоксидантної системи органів щурів різного віку в дослідах *in vitro*. *Біологічні системи*. Вип. 1, т. 8. 2016. С. 9-14.
94. Лоза Г.М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Москва : Россельхозиздат, 1999. 111 с.
95. Мамченко В. Ю. Використання металохелатів у раціонах тварин. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2013. № 2. С. 145–148.
96. Малахова Т. А. Стимуляция половой функции у свиноматок за счет скармливания им препарата «Мивал-Зоо» : дис. ... кандидата с.-х. наук : 06.02.10 / Белгород, 2015. 148 с.
97. Мартиненко Н. А. Эмбриональная смертность сельскохозяйственных животных и ее предупреждение. Киев : Урожай, 1971. 299 с.
98. Мартиненко Н. А., Коваленко В. Ф., Ильченко М. О., Базалевич А. В. Фактори спермальної плазми, що контролюють кріотолерантність сперміїв кнура. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. №1. С. 179–183.
99. Мартиненко Н. А., Чирков О. Г., Денисюк П. В., Лобченко В. О. Трансцервікальна трансплантація ембріонів у свинарстві ХХІ століття: проблеми і перспективи. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2008. № 4. С. 187–192.
100. Мартинюк І. М., Беліков А. А. Наукові досягнення лабораторії відтворення свиней інституту тваринництва НААН. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. №119. С.91–99.

101. Мартинюк І. М. Штучне осіменіння – базовий метод ведення галузі свинарства. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН №112*. 2014. С. 76–81.
102. Марченков Ф. С., Сторожук Т. В. Хелатні мікроелементи – важливий компонент комбікормів та преміксів. *Зернові продукти і комбікорми*. 2010. №1. С. 37–38.
103. Маршалок В. А. Показники забою свиней породи ландрас на відгодівлі за дії змішанолігандного комплексу Цинку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 2. С. 125–129.
104. Маршалок В. А., В. С. Бомко. Вплив змішанолігандного комплексу Цинку на ріст і розвиток свиней породи велика біла на відгодівлі. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип.8. С. 65–68.
105. Меликова Ю. Н., Писаренко Н. А., Скрипкин В. С. Повышение воспроизводительной функции свиней : монография. Ставрополь : АГРУС, 2011. 104 с.
106. Мельник В.О., Кравченко О. О., Когут О. С. Ефективність внутрішньо маткового осіменіння племінних свиноматок. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип.53. С. 254–259.
107. Мельник В. О., Кравченко О. О., Бондар А. О., Карпенко Д. А. Особливості сперматогенезу та спермопродукції самців. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв : МНАУ, 2013. Вип. 2 (72). С. 116-122.
108. Мельник В. О., Бондар А. О., Кравченко О. О. Технологія відтворення свиней в умовах племінних господарств. *Збірник наукових праць ХДЗВА : Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2011. Вип. 22, ч.1, т.1. С. 153–159.
109. Мельник В. О., Поручник М. М., Бондар А. О. Синхронізація пологів свиноматок комплексом біологічно активних препаратів. *Свинарство*. 2015. Вип.67. С. 165–168.

110. Мельник В. О., Поручник М. М., Бондар А. О., Шакурн А. П. Гематологічні показники ремонтних свинок і основних свиноматок. *Науково-технічний бюлетень*. 2016. № 116. С. 84-89. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb_2016_116_15.
111. Методичні рекомендації з оцінки якості призначеної до кріоконсервації спермопродукції та структурної цілісності сперматозоїдів кнурів / за редакцією С. І. Ковтун. К., 2018. 28 с.
112. Мысик А. Т., Клементьев М. И., Некрасов Р. В., Чабаяев М. Г., Цис Е. Ю., Сахабутдинова Г. В. Апробация хелатных соединений селена в рационах свиноматок в условиях производства. *Зоотехния*. 2018. № 3. С. 9–13.
113. Мытарев Д. Н. Ранняя диагностика беременности свиней методом иммуноферментного анализа (ИФА): автореф. дисс. на соиск. науч. степени канд. вет. наук : 16.00.07. Краснодар, 2009. 19 с.
114. Морару И., Фольмайр Т., Гисслер А. Энциклопедия воспроизводства. ООО «Агро Медиен Украина», 2012. 223 с.
115. Наноматериалы и нанотехнологии в ветеринарной практике [Текст] : учеб. и практ. пособие / под ред. д-ра ветеринар. наук, проф. В. Б. Борисевича, д-ра техн. наук, проф. В. Г. Каплуненко. Киев : Авіцена, 2012. 511 с.
116. Нарижный А. Г., Джамалдинов А.Ч., Крейндлинка Н. И., Файнов А. А. Снижение последствий теплового стресса у хряков-производителей в жаркое время года. *Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины*. 2014. № 112. С. 97–102.
117. Нежданов А.Г., Смирнова Е.В. Этологическая активность дойных коров как показатель их репродуктивного здоровья. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2014. Вип. 13 (108). С. 163–166.

118. Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства / С. О. Усенко, А. С. Сябро, А. А. Поліщук [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 1. С. 121–129.
119. Нор В. Ю. Спосіб ранньої оцінки потенціалу фертильності кнурів за ДНК-маркерами. *Свинарство*. 2015. Вип.67. С. 113–119.
120. Овсієнко М. А. Порівняльна оцінка кормових добавок для відлучених поросят за умов їх годівлі комбікормом-престартером. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 206–211.
121. Овсієнко М. А. Кормова добавка для відлучених поросят та її вплив на їх збереженість, перетравність поживних речовин, біохімічні і морфологічні показники крові. *Розведення і генетика тварин*. 2015. № 50. С. 67–73.
122. Органические микроэлементы в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // *Зоотехния*. 2015. № 1. С. 14–17.
123. Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Слинько [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 2. С. 93–97.
124. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення / С. О. Усенко, А. М. Шостя, Г. О. Бірта [та ін.] // *Науково-практичний журнал «Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування»*. Харків, 2020. № С. 198–205.
125. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок впродовж відтворювального циклу / С. О. Усенко, А. М. Шостя,

- А. А. Поліщук [та ін.] // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2019. № 2 (68). С. 230–233.
126. Павлова І.В. Морфо-фізіологічні особливості сперміїв кнурів-плідників різних порід під частеп-лового стресу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 189–195
127. Пантюшенко В. Т. Активация свободнорадикального окисления липидов крови поросят при раннем отъеме и отечной болезни: автореф. дис... канд. биол. наук.: спец. 03.00.04.; 03.00.02 / Москва, 1989. 22 с.
128. Патент на корисну модель № 67835 Україна, МПК (2006.01), А61D 19/02. Катетер для осіменіння свиноматок / Коваленко В.Ф., Гетья А.А., Шостя А.М. Заявник Інститут свинарства і АПВ НААН. – у 2011 08809; заявлений 13.07.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5.
129. Патент України на корисну модель №38649 U, МПК (2006.01), А61D 19/02. Спосіб локально-фіксованого внутрішньо-маткового осіменіння свиноматок / Коваленко В.Ф., Мартиненко Н. А., Біндюг О. А., Зінов'єв С. Г., Кудюкін П. В. Заявник Інститут свинарства імені О.В. Квасницького НААН. – у 2011 08809; заявлений 04.07.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.
130. Патент на корисну модель № 133103 Україна, МПК А23К 50/30 (2016.01), А23К 20/174 (2016.01). Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу/ Усенко С.О., Шостя А.М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Поліщук А.А., Березницький В.І., Усенко О.О., Павлова І.В., Ступарь І.І., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2018 09964; заявлений 05.10.2018; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6.
131. Патент на корисну модель № 118568 Україна, МПК (2017.01) А61D 19/00. Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней/ Усенко С.О., Шостя А.М., Поліщук А.А., Сарнавська І.В., Рибас М.В., Гиря В.М.,

- Стояновський В.Г., Цибенко В.Г., Засуха Ю.В., Волощук В.М. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2017 02534; заявлений 20.03.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.
132. Патент на корисну модель № 132475 Україна, МПК (2019.01) А61D 19/00, А61К 31/385 (2006/01), А61Р 15/00, В82У 5/00. Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів/ Усенко С.О., Шостя А.М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Каплуненко В.Г., Пащенко А.Г., Усенко О.О., Павлова І.В., Ступарь І.І., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2018 09937; заявлений 05.10.2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 4.
133. Патент на корисну модель № 119099 Україна, МПК А61D 19/02 (2006.01). Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок/ Усенко С.О., Шостя А.М., Поліщук А.А., Гиря В.М., Рокотянська В.О., Горб О.О., Волощук О.В., Стояновський В.Г., Засуха Ю.В., Цибенко В.Г., Кузьменко Л.М., Ступарь І.І. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2017 03185; заявлений 03.04.2017; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17.
134. Патент на корисну модель № 46935 Україна, МПК (2009) А61D 19/00. Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів / Коваленко В.Ф., Шостя А.М., Біндюг О.А., Зінов'єв С.Г., Усенко С.О., Ільченко М.О., Вагідова О.О. Заявник Інститут свинарства і АПВ НААН. – № у 200907659; заявлений 21.07.2009; опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1.
135. Пилипенко С.В. Фізіологічне обґрунтування та удосконалення внутрішньо маткового осіменіння свиней: дис... кандидата сільськогосподарських наук : 03.00.13 / Полтава, 2006

136. Пилипчук О. С. Відтворювальна здатність свиноматок за використання різних нейротропно-метаболического препарату. *Animal science and food technology*. 2019. Вип.10, №1. С.27–33.
137. Пилипчук О. С. Обґрунтування біотехнологічних способів стимуляції відтворювальної здатності свиноматок : дис.. кандидата с.-г. наук: 03.00.20 / Київ, 2017. 157 с.
138. Підтереба О.І. Вивчення динаміки вмісту вільних амінокислот у тканинах окремих органів свиноматок і плодів : автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. : 03.00.13. Полтава, 1994. 25 с.
139. Пірова Л.В., Косіор Л. Т., Машкін Ю. О., Ластовська І. О. Хімічний, мінеральний і амінокислотний склад м'яса свиней за введення селеновмісних добавок у раціон. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. №7(2). С. 223–229.
140. Попсуй В. В., Корж О. В., Опара В. О., Бордун О. М. Визначення оптимальних строків відлучення поросят. *Біологічні аспекти технологій тваринництва і виробництва продукції*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв, 2017. С.125–130.
141. Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В. Вміст триацилгліцеролів та холестеролу в крові холостих свиноматок залежно від особливостей діяльності нервової системи. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 5(81).
URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.05.014>
DOI: 10.31548/dopovidi2019.05.014
142. Потребность свиней в питательных веществах / пер. с англ. А. В. Кременецкой. Киев, 1991. 83 с.
143. Походня Г. С. Свиноводство и технология производства свинины : монография. Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2004. 516 с.

144. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / під ред. академіка НААН України І. І. Ібатулліна. К.: 2015. 422 с.
145. Проникність цервікса та оптимальні строки запліднення у пубертатних свинок / С. О. Усенко, А. М. Шостя, А. А. Поліщук, О. Г. Мороз, В. Г. Стояновський, В. І. Карповський, С. М. Білаш // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2018. № 3 (65). С. 223–226.
146. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в інкубованій спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів мікроелементів / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2020. № 29 (84). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13948>
147. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників залежно від умов утримання / А. М. Шостя, І. В. Сарнавська, В. С. Тендітник [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2020. № 3. С. 167–173
148. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, С. О. Усенко, А. М. Шостя [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 3. С. 196–204.
149. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, С. О. Усенко, А. М. Шостя [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22, № 93. С. 3–9.
150. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у тканинах матки свині залежно від періодів відтворювального циклу / Л. М. Кузьменко, А. А. Поліщук, С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський,

- В. І. Карповський, С. М. Білаш // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2018. № 2 (64). 2018. С. 198–203.
151. Рекомендації з нормованої годівлі свиней [за ред. Є. В. Руденка, Г. О. Богданова, В. М. Кандиби та ін.]. Київ : Аграрна наука, 2012. 112 с.
152. Репродуктивні якості свинок різних порід / А.М. Шостя, І.І. Ступарь, С.О. Усенко [та ін.] // *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. 2019. № 3. С. 230–236.
153. Рибалко В. П., Сагло О. Ф. М'ясні генотипи свиней та їх подальше використання. *Свинарство*. 2019. Вип. 72. С. 145–146.
154. Романенко В.Н., Бойко И.А. Гормонокорригирующие свойства синтетического тимогена при стимуляции воспроизводительной функции у свиноматок. *Вестник Краснодарского ГАУ*. 2015. №4. С. 144-149.
155. Рокотянська В.О. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.13 "фізіологія людини і тварин". Львів, 2015. 22 с.
156. Рядчиков В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебник. Краснодар : КГАУ. 2014. 616 с.
157. Сагло О.Ф., Матюшко В.К., Бородай О.В. Прискорений метод взяття крові у свиней. *Сучасні методи в свинарстві* / за ред. В.П. Рибалка. Полтава, 2005. С. 205–206.
158. Сарычева М. М. Влияние витамина А и комплекса витаминов А и С на генеративную функцию яичников свиноматок : автореф. дисс. на соиск. научн. степени канд. биол. наук / Полтава, 1968. 22 с.
159. Свинарство / [В.М.Волощук, В. П. Рибалко, М. Д. Березовський, О. І. Костенко, В. О. Іванов, Л. О. Іванова, Л. І. Подобед, В. М. Нагаєвич, І. М. Ксьонз, В. В. Замикула, А. М. Шостя, К. Ф. Почерняєв,

- П. А. Ващенко, І. Б. Баньковська, М. Г. Повод, О. Ф. Сагло] ; під ред В. М. Волощука. К. : Аграрна наука, 2014. 592 с.
160. Седіло Г. М., Пундик В. П., Каплінський В. В., Тесак Г. В. Раннє відлучення поросят: переваги та проблеми. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип.55 (2). С. 174–180.
161. Семенов С. О., Біндюг О. А., Зінов'єв С. Г., Біндюг Д. О. Якість спермопродукції кнурів за умов згодовування їм біопротектора мінерального «Mg⁺⁺». *Свинарство*. 2015. Вип. 66. С. 96–105.
162. Сивик Т. Л., Пірова Л. В. Вплив згодовування селену на вміст важких металів у продуктах забою свиней. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : Зб. наук. праць. Біла Церква, 2010. Випуск 2 (70). С. 36–39.
163. Снітинський В. В., Шах А. Є., Данчук В. В. Активність антиоксидантних ферментів та фізіологічний стан поросят за умов технологічного стресу. *Науково-технічний бюлетень ІЗ і БТ, серія: Фізіологія і біохімія*. Львів. 1999. Вип. 1(3). С. 60–62.
164. Спіцина Т. Л., Ракитянський В. М., Сухін В. М. Корекція фізіологічного статусу та відтворювальної функції свиноматок за впливу біологічно активної добавки. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 1. С.47–49.
165. Ступарь І. І. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свинок у різні фази статевого циклу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №4. С. 178–184.
166. Сурай П.Ф., Ионов И. А. Биохимические методы контроля метаболизма в органах и тканях птиц и их витаминной обеспеченности (методические рекомендации). Харьков. 1990. С. 68–69.
167. Сурай П.Ф., Фотина Т.И. Физиологические механизмы и практические приемы снижения отрицательного влияния теплового стресса в свиноводстве. *Свинарство України*. 2013. № 6 (25). С. 14–15.

168. Таран Е. В., Горбенко Н. І., Кондратюк Ж. А., Яременко Ф. Г. Порівняльний аналіз антиоксидантних властивостей 17 β -естадіолу та його 16-ариліденпохідних в умовах *in vitro*. *Український біофармацевтичний журнал*. 2010. № 2 (7). С. 6–10.
169. Теорія циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу усвинок / С. О. Усенко, В. Ф. Коваленко, В. Г. Стояновський, А. М. Шостя [та ін.] // *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 22–23 жовтня 2020 р.) Полтава: Астроя, 2020. С. 236–238.
170. Теплостійкість свиней різних порід / В. Є. Усачова, В. М. Гиря, Т. М. Рак [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 2. С. 149–155.
171. Топчій Л. І. Вплив сезонності на відтворювальні якості свиноматок української степової білої породи свиней. *Науковий вісник Асканія-Нова*. 2009. №2. С. 155–160.
172. Трансцервікальне штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми / С. О. Усенко, А. М. Шостя, А. В. Базалевич [та ін.] // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2016. Вип. 68. С. 68–74.
173. Трокоз А. В., Карповський В. І., Трокоз В. О., Криворучко Д. І., Василів А. П. Вміст загального білка та його фракцій у сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14, № 1-2. С. 202–206.
174. Трокоз В. О., Шестеринська В. В. Особливості обміну вуглеводів у свиней різних типів вищої нервової діяльності : монографія. Київ : Експодрук, 2017. 111 с.
175. ТУ РБ 88.03535291.237-93. Инкубационная среда для радиоиммунологического определения прогестерона.

176. ТУ РБ 02906029.001-95. Радиоиммунологического определения тироксина.
177. ТУ РБ 02906029.003-95. Радиоиммунологического определения трийодтиронина.
178. ТУ РБ 100185129.046. Иммуноферментное определения тестостерона в сыворотке крови.
179. ТУ РБ 03535291.003-94. Инкубационная среда для радиоиммунологического определения эстрадиола.
180. Удалова Т. А. Эффективность уровня и различного соотношения витамина Е и селена в рационах ремонтных свинок : дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Красноярск, 2001. 102 с.
181. Урбан Г. А. Формирование продуктивных качеств, репродуктивной и защитных функций у свиней при использовании естественных метаболитов : автореф. дисс. на соиск. научн. степени докт. с.-г. наук : 06.02.10. Новочеркасск, 2018. 46 с.
182. Усенко С.А. Динамика процессов перекисного окисления в свинок крупной чёрной породы в разные периоды репродуктивного цикла. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов* / гл. редактор В. В. Великанов. Горки: БГСХА, 2020. Вып. 23. Ч. 1. С. 55–62.
183. Усенко С. А. Формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок в период становления половой функции. *Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов* / вед. редактор М.В. Джумкова. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2020. Т. 55. В 2 ч. Ч. 1. С. 188–194.
184. Усенко С.О. Особливості методичних підходів до штучного осіменіння свиней. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий*

- збірник *Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 64. Полтава, 2014. С. 105–110.
185. Усенко С.О. Оптимальні строки штучного осіменіння свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2020. Вип. 74. С. 81–87.
186. Усенко С.О. Особливості формування гомеостазу у циклюючих та поросних свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2019. Вип. 73. С. 226–233.
187. Усенко С.О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення. *Актуальні питання технології продукції тваринництва: Збірник статей за результатами V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 29–30 жовтня 2020 р.)* Полтава, 2020. С. 17–23.
188. Усенко С.О. Циклічна лабільність гомеостазу у свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 3. С. 125–131.
189. Усенко С.О. Циклічна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок. *Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020 р.)*. Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 100–101.
190. Усенко С. О., Шостя А. М. Новий метод штучного осіменіння свиноматок. *Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта : матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (12–13 березня 2020 року, м. Полтава)*. Полтава : ПУЕТ, 2020. С. 179-181.

191. Усенко С.О., Шостя А.М. Штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми. *Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (3-5 травня 2018 року, м. Чернігів). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018. С. 89-90.
192. Усенко С.О., Шостя А.М. Пероксидне окиснення у спермі при різних температурах зберігання за корекції мінерального живлення кнурів-плідників. *Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів (м. Дніпро, 6-7 травня 2020 р.). Дніпро, 2020. С. 62-64.
193. Ушкова Ю. Ф. Природна резистентність поросних свиноматок і одержаних від них поросят за дії препарату "Інтерфлок". *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького*. 2011. № 2 (48), т. 13. С. 284–288.
194. Федак Н. М., Вовк Я. С., Чумаченко С. П., Душара І. В. Мінеральні речовини в годівлі сільськогосподарських тварин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. 1. С.128–135.
195. Федорина Т. А., Надеев В. П. Эффективность использования органической формы меди в кормлении молодняка свиней и влияние на гистологические структур тонкой кишки, желудка и печени. *Зоотехния и ветеринария*. 2012. №1(25). 9 с.
196. Федоров А. В. Рациональное использование хряков-производителей в соответствии с типами высшей нервной деятельности : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : 03.00.13. Дубровицы, 1984. 24 с.

197. Федченко Е. О., Карповський В. І., Данчук О. В., Журенко О. В. Роль типів вищої нервової діяльності в регуляції активності супероксиддисмутази свиней. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*. 2017. Вип. 273. С. 225-230.
198. Федяева А. С. Морфофункциональные показатели спермиев у хряков разных генотипов. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. №115. С. 214-218.
199. Физиологические аспекты метаболизма в системе «мать–плацента–плод» у свиньи / [В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, С. А. Усенко, А. И. Подтереба, Р. В. Булавенко, О. А. Титаренко, М. В. Витязь.] ; под. ред. В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя – Полтава : ООО «Фирма «Техсервис», 2012. 204 с.
200. Физиологические факторы формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок / В. П. Рыбалко, С. А. Усенко, А. М. Шостя [и др.] // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. Теоретический и научно-практический журнал*, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Белгород, 2020. Вып. 2 (16). С. 106–113.
201. Фоміна М. В., Паска М. З., Калин Б. М., Коваль Г. М., Іванюк Н. Т. Вплив різних сполук і доз заліза на морфологічний склад туш свиней. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2015. Вип. 30(2). С. 262–264.
202. Формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок в період становлення статевої функції за корекції вітамінного живлення / С. О. Усенко, А. М. Шостя, О. І. Мироненко [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я*. Одеса, 2020. № 96. С. 25–33.
203. Хелатні форми заліза у годівлі супоросних та лактуючих свиноматок / В. О. Саприкін, І. А. Іонов, О. М. Жукорський [та ін.] // *Біологія та екологія*. 2016. №2, т. 2. С. 70–79.

204. Хомин М. М., Ковальчук І. І., Кропивка С. Й., Цап М. М. Біохімічний профіль крові та молока корів за згодовування цитратів селену, хрому, кобальту і цинку. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2015. № 1, т. 16. С. 47–53.
205. Чирков О.Г. Обмеження і ризику застосування внутрішньо маткового катетера у зв'язку з особливостями просторової організації матки свині. *Свинарство*. 2014. Вип.64. С.110–123.
206. Чирков О. Г. Фізіологічні фактори оптимізації умов розвитку в матці реципієнта ембріонів свині, трансплантованих нехірургічно (трансцервікально) : дис... канд. с.-г. наук: 03.00.13 / Інститут свинарства ім. О.В.Квасницького. Полтава, 2005
207. Чирков О. Г., Денисюк П. В., Мартиненко Н. А. Нехірургічна трансплантація ембріонів свині: динаміка цервікальної проникності. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2003. № 3-4. С. 33–38
208. Чорний М. В., Сілінська О. І., Щепетільников Ю. О., Мачула О. С. Використання халатних комплексів для забезпечення здоров'я та підвищення продуктивності свиней. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. Вип. 32(1). С. 313–318.
209. Чухліб Є., Бондаренко О. Хімічний склад і оцінка якості м'яса свиней різного напрямку продуктивності. *Тваринництво України*. 2004. № 1–2. С. 6–8.
210. Шабунин С.В. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления в системе антиоксидантной защиты организма. Воронеж, 2010. С. 36-37; 51-52.
211. Шавкун В.Е. Особенности обмена веществ между организмом свиноматки и плодами: автореф. дис... док. биол. наук: 03.102. Львов, 1970. 30 с.

212. Шастак Е. Витамин А в рационах для свиней. *Животноводство России*. 2019. № 9. С. 24-26.
213. Шестакова М. А., Киселёва М. В., Проскурнина Е. В. Окислительный стресс в фолликуле и его влияние на исход экстракорпорального оплодотворения: состояние проблемы. *Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева*. 2017. № 4 (3). С. 137–144.
214. Шостя А.М. Особливості динаміки вмісту вітамінів антиоксидантної дії в різних тканинах свиноматок та плодів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.13. Полтава, 1998. 18 с.
215. Шостя А. М. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней : дис. ...д-ра с.-г. наук : 03.00.13 / Львів. нац. ун-т вет. мед. та біотехн. ім. С.З. Гжицького. Львів, 2015. 474 с.
216. Шостя А. М. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 03.00.13 "фізіологія людини і тварин". Львів, 2015. 39 с.
217. Шостя А. М. Особливості перебігу процесів пероксидного окислення ліпідів у тканинах свиней різних порід. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 3. С. 47–49.
218. Шостя А. М., Рокотянська В. О. Динаміка якості спермопродукції у кнурів-плідників залежно від пори року та інтенсивності їх використання. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава. 2018. Вип. 71. С. 116–123.
219. Шостя А. М., Рокотянська В. О., Невідничий О. С., Цибенко В. Г. Особливості формування прооксидантно антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні вітамінної добавки. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2018. Вип. 2. С. 260–264.

220. Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Сокирко М. П. Особливості процесів пероксидного окиснення у спермі кнурів-плідників залежно від пори року та інтенсивності їх використання. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 4. С. 34–38.
221. Шубенко А. И. Условные рефлексы, поведение и типологические особенности высшей нервной деятельности у свиней : дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Укр. орд. Труд. Кр. Зн. с.-х. академия. Киев, 1984. 204 с.
222. Шульженко Н. М. Зв'язок типів стресостійкості з типами вищої нервової діяльності корів. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2014. Вип. 29(2). С. 276-279.
223. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Стояновський, С. Усенко, А. Шостя [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я*. Одеса, 2020. № 97. С. 14–23.
224. Adeoye O., Olawumi J., Opeyemi A. Review on the role of glutathione on oxidative stress and infertility. *JBRA Assist Reprod*. 2018. №22 (1). P. 61–66.
225. Agarwal A. Virk G., Ong, C. Effect of Oxidative Stress on Male Reproduction. *World J Mens Health*. 2014. №32 (1). P. 1–17.
226. Agarwal A., Gupta S., Sikka S. The role of free radicals and antioxidants in reproduction. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*. 2006. Vol. 18. P. 325–332.
227. Agarwal A., Prabakaran S., Said M. Prevention of Oxidative Stress Injury to Sperm. *Journal of Andrology*. 2005. Vol. 26, № 6.
228. Ahlemeyer B., Bauerbach E., Plath M., Steuber M., Heers C. Retinoic acid reduces apoptosis and oxidative stress by preservation of SOD protein level. *Free Radical Biology and Medicine*. 2001. Vol. 30. Issue 10. P. 1067–1077.
229. Al-Gubory K. H., Faure P., Garrel C. Different enzymatic antioxidative pathways operate within the sheep caruncular and intercaruncular endometrium

- throughout the estrous cycle and early pregnancy. *Theriogenology*. 2017. Vol. 99. P. 111–118.
230. Allen R., Tresini M. Oxidative stress and gene regulation. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 28. Issue 3. P. 463–499.
231. Anghel A., Zamfirescu S., Dragomir C., Nadolu D., Elena S., Florica B. The effects of antioxidants on the cytological parameters of cryopreserved buck semen. *Romanian Biotechnological Letters*. 2010. Vol. 15. No. 3. P. 26–32.
232. Antony I., Lerebours G., Nitemberg A. Loss of flow-dependent coronary artery dilatation in patients with hypertension. *Circulation*. 1995. Vol. 91. P. 1624–1628.
233. Arias-Alvarez M., Garcia-Garcia R. α -Tocopherol modifies the expression of genes related to oxidative stress and apoptosis during in vitro maturation and enhances the development. *Reproduction Fertility and Development*. 2018. 30 (12). P. 1728–1738.
234. Armour J., Tysl K., Lidington D. Ascorbate prevents microvascular dysfunction in the skeletal muscle of the septic rat. *Physiol*. 2001. Vol 90. P. 795–803.
235. Ashibeab S., Miyamoto R., Katob Y., Nagaoab Y. Detrimental effects of oxidative stress in bovine oocytes during intracytoplasmic sperm injection (ICSI). *Theriogenology*. 2019. Vol. 133. P. 71–78
236. Assar M. E., Angulo J., Rodríguez-Mañas L. Oxidative stress and vascular inflammation in aging. *Free Radical Biology and Medicine*. 2013. Vol. 65. P. 380–401.
237. Atiba A. S., Niran-Atiba T. A., Akindele R.A., Jimoh A. K., Oparinde D. P., Dudyemi B. M., & Ghazali M. S. (2013). Effect of Weight Gained In Pregnancy on Lipid Peroxidation Product. [*Journal of Asian Scientific Research*](#). Vol.3(2). P. 122–127.

238. Audet I., Laforest J.-P., Martineau G. P., Matte J. J. Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *Journal of Animal Science*. 2004. Vol. 82(2). P. 626–633.
239. Awda B. J., Mackenzie-Bell M., Buhr M. M. Reactive oxygen species and boar sperm function. *Biol Reprod*. 2009. Vol. 81 (3). P. 553–561.
240. Azenabor A. A., L. Hoffman-Goetz. Intrathymic and intrasplenic oxidative stress mediates thymocyte and splenocyte damage in acutely exercised mice. *J. Appl. Physiol*. 1999. Vol. 86. № 6. P. 1823–1827.
241. Bathgate R., Eriksson B. M., Thomson P. C., Maxwell W. M., Evans G. Field fertility of frozen-thawed boar sperm at low doses using non-surgical, deep uterine insemination. 2008. January. 10. P. 323–335.
242. Bánhegyi G., Csala M., Szarka A., Varsányi M., Benedetti A., Mandl J. Role of ascorbate in oxidative protein folding. *Biofactors*. 2003. Vol. 17(1–4). P. 37–46.
243. Barranco I., Tvarijonaviciute A., Perez-Patiño C., Parrilla I., Ceron J.J., Martinez E. A., Rodriguez-Martinez H., Roca J. High total antioxidant capacity of the porcine seminal plasma (SP-TAC) relates to sperm survival and fertility. *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5. Iss. P. 18538.
244. Barbera T., Borr E., Toressa L. Vitamin A deficiency causes oxidative damage to liver mitochondria in rats. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 29. P. 1–7.
245. Bassi R., Kaur M., Sharma S. Study of Changes in Lipid Profile, Lipid Peroxidation and Superoxide Dismutase during Normal Pregnancy. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 2011. № 1(3). P. 249–254.
246. Basini G., Simona B., Santini S.E., Grasselli F. Reactive oxygen species and anti-oxidant defences in swine follicular fluids. *Reprod Fertil Dev*. 2008. Vol. 20(2). P. 269–274.

247. Bekenev, V., Garcia, A., & Hasnulin, V. Adaptation of Piglets Using Different Methods of Stress Prevention. *Animals*. 2015. Vol. 5. P. 349–360.
248. Biemond P., Van Eijk H. G., Antonius J. G. Iron Mobilization from Ferritin by Superoxide Derived from Stimulate Polymorphonuclear Leukocytes Possible Mechanism in Inflammation Dises. *J. Clin. Invest. The American Society for Clinical Investigation Inc.* 1984. Vol. 73. P. 1576–1579.
249. Bortolozzo F. P., Menegat M. B., Mellagi A. P. G., Bernardi M. L., Wentz I. New Artificial Insemination Technologies for Swine. *Reproduction in Domestic Animals*. 2015. Vol. 50(2). P. 80–84.
250. Breitbart H., Finkelstein M. Regulation of Sperm Capacitation and the Acrosome Reaction by PIP 2 and Actin Modulation. *Asian J Androl*. 2015. №17 (4). P. 597–600.
251. Breininger E., Beorlegui N. B., O’Flaherty C. M., Beconi M. T. Alpha-tocopherol improves biochemical and dynamic parameters in cryopreserved boar semen. *Theriogenology*. 2005. Vol. 63, Iss. 8. P. 2126–2135.
252. Brezezińska-Slebodzińska E., Ślebodziński A., Pietras B., Wieczorek G. Antioxidant effect of vitamin E and glutathione on lipid peroxidation in boar semen plasma. *Biol. Trace Elem. Res.* 1995. Vol. 47. P. 69–74.
253. Bisht S., Faiq M., Tolahunase M. Oxidative stress and male infertility. *Nature Reviews Urology*. 2017. Vol.14. P. 470–485.
254. Brossaud J., Pallet V., Corcuff J. B. Vitamin A, endocrine tissues and hormones: interplay and interactions. *Endocr Connect*. 2017. Vol. 9. № 6 (7). P. 121–130.
255. Burtseva S. V., Pushkarev I. A., Trebukhov A. V., Vladimirov N. I., Tkachenko L. V., Klimenok I. I. Productive qualities and quality of large white pigs' meat using vitamin feed additive. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 341, P. 1-7.

256. Cand F., Verdeti J. Superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, and lipid peroxidation in the major organs of the aging rats. *Free Radic Biol Med.* 1989. Vol. 7(1). P. 59–63.
257. Cao J., Guo F., Zhang L., Dong B., Gong L. Effects of dietary Selenomethionine supplementation on growth performance, antioxidant status, plasma selenium concentration, and immune function in weaning pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2014. Vol. 5 (46). 1–7.
258. Campbell J. M., Crenshaw J. D., Polo J. The biological stress of early weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2013. Vol. 4 (19), P. 1–4.
259. Chade A. R., Bentley M. D., Zhu X. [et al.] Antioxidant intervention prevents renal neovascularization in hypercholesterolemic pigs. *J. Am Soc Nephrol.* 2004. Vol. 15(7). P. 1816–1825.
260. Chandel N. S., Maltepe E., Goldwasser E. [et al.] Mitochondrial reactive oxygen species trigger hypoxia-induced transcription. *Cell Biology.* 1998. Vol. 95. P. 1715–1720.
261. Chanapiwat P., Olanratmanee E. O., Kaeoket K., Tummaruk P. Conception Rate and Litter Size in Multiparous Sows after Intrauterine Insemination Using Frozen-hawed Boar Semen in a Commercial Swine Herd in Thailand. *The Journal of Veterinary Medical Science.* 2014. Vol. 76(10). P. 1347–1351.
262. Chen H., Liao S., Cheung M., Chow P., Cheung A., Sum W. Effects of sperm DNA damage on the levels of RAD51 and p53 proteins in zygotes and 2-cell embryos sired by golden hamsters without the major accessory sex glands. *Free Radical Biology and Medicine.* 2012. Vol. 53. Issue 4. P. 885–892.
263. Chen Z., Oberley T. D., Ho Y. S. [et al.] Overexpression of CuZnSOD in coronary vascular cells attenuates myocardial ischemia/reperfusion injury. *Free Radical Biology and Medicine.* 2000. Vol. 29. P. 589–596.

264. Chunyan X., Wu. X. Chitosan oligosaccharide affects antioxidant defense capacity and placental amino acids transport of sows. *BMC Veterinary Research*. 2016. P. 1–8.
265. Chow C. K., Ibrahim W., Chan A. C. Vitamin E regulates mitochondrial hydrogen peroxide generation. *Free radical Biology and Medicine*. 1999. Vol. 27. P. 580–587.
266. Clagett-Dame M., Knutson D. Vitamin A in Reproduction and Development *Nutrients*. 2011. Vol. 3(4). P. 385–428.
267. Clanton T. L., Oxidants and skeletal muscle function: physiologic and pathophysiologic implications. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1999. Vol. 222. P. 253–262.
268. Clanton T. L., Zuo L., and Klawitter P. Oxidants and Skeletal Muscle Function: Physiologic Implications. *Transplantation*. 2000. Vol. 70. P. 15–21.
269. Crouzin N., Jesus M., Cohen–Solal C., M'Kadmi C. [et al.] α -Tocopherol and α -tocopheryl phosphate interact with the cannabinoid system in the rodent hippocampus. [*Free Radical Biology and Medicine*](#). 2011. [Vol. 51. Iss. 9](#). P. 1643–1655.
270. Csala M., Szarka A., Margittai E., Mile V., Kardon T., Braun L., Mandl J., Bánhegyi G. Role of vitamin E in ascorbate-dependent protein thiol oxidation in rat liver endoplasmic reticulum. *Arch Biochem Biophys*. 2001. Vol. 388(1). P. 55-59.
271. Das S., Chattopadhyay R., Ghosh S., Ghosh S., Goswami S.K., Chakravarty B.N., Chaudhury K. Reactive oxygen species level in follicular fluid—embryo quality marker in IVF? *Human Reproduction*. 2006. Vol. 21(9). P. 2403-2407.
272. Debski B. Supplementation of pigs diet with zinc and copper as alternative to conventional antimicrobials. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2016. Vol. 19 (4). P. 917–924.

273. Didion S. P., Ryan M. J., Didion L. A. [et al.] Increased Superoxide and Vascular Dysfunction in CuZnSOD-Deficient. *Circulation Research*. 1991. Vol. 49. Iss. 3. P. 619–627.
274. Dimitrov S., Żmudzki J. Post-cervical insemination of sows with low sperm concentration dose in the commercial pig farm. *Bull Vet Inst Pulawy*. 2009. Vol. 5. P. 225-228.
275. Dominguez-Perles R., Gil-Izquierdo A., Ferreres F., & Medina S. Update on oxidative stress and inflammation in pregnant women, unborn children (nasciturus), and newborns – Nutritional and dietary effects. *Free Radical Biology and Medicine*. 2019.
276. Dröge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev*. 2002. Vol. 82(1). P. 47–95.
277. Dziekońska K., Świąder, Koziorowska-Gilun M., Mietelska K., Zasiadczyk Ł., Kordan W. Effect of boar ejaculate fraction, extender type and time of storage on quality of spermatozoa. *Polish journal of veterinary sciences*. 2017. Vol. 20, Iss. 1. P. 77–84.
278. Duhig K., Chappell L. C., Shennan A. H. Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstet Med*. 2016. Vol. 9(3). P. 113–116.
279. Echeverria-Alonzo S., Santos-Ricalde R., Centurion-Castro F., Ake-Lopez R., Alfaro-Gamboa M., Rodriguez-Buenfil J. Effects of Dietary Selenium and Vitamin E on Semen Quality and Sperm Morphology of Young Boars During Warm and Fresh Season. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2009. Vol. 8. P. 2311–2317.
280. Eidi M., Kram Eidi A., Pouyan O., Shahmohammadi P., Fazaeli R., Bahar M. Seminal plasma levels of copper and its relationship with seminal parameters. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*. 2010. Vol. 8. Vol. 2. P. 60-65.

281. Einarsson S., Brandt Y., Lundeheim N., Madej A. Stress and its influence on reproduction in pigs: a review. *Acta Vet Scand.* 2008. Vol. 50 (1). P. 48.
282. Etsuo N. Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: in vitro and in vivo evidence. *Free Radical Biology and Medicine.* 2014. Vol. 66. P. 3–12.
283. Eskiocak S., Gozen A. S., Kilic A. S., Molla S. Association between mental stress and some antioxidant enzymes of seminal plasma. *Indian. J. Med. Res.* 2005. Vol. 122. P. 491–496.
284. Fallah A., Mohammad-Hasan A., Hosseinzadeh Colagar A. Zinc is an Essential Element for Male Fertility: A Review of Zn Roles in Men's Health, Germination, Sperm Quality and Fertilization. *J. Reprod Infertil.* 2018. Vol. 19(2). P. 69–81.
285. Fanaei H., Khayat S., Effects of ascorbic acid on sperm motility, viability, acrosome reaction and DNA integrity in teratozoospermic samples. *Iran J. Reprod Med.* 2014. Vol.12 (2). P. 103–110.
286. Fang Y.Z., Yang S, Wu G. Free radical homeostasis. *Sheng Li Ke Xue Jin Zhan.* 2004. Vol. 35(3). P. 199-204.
287. Figtree G. A., Karimi G. K., Liu C., Rasmussen H. H Oxidative regulation of the Na⁺-K⁺ pump in the cardiovascular system. *Free Radical Biology and Medicine.* 2012. Vol. 53. Iss. 12. P. 2263–2268.
288. Figueroa-Méndez R., Rivas-Arancibia S. Vitamin C in Health and Disease: Its Role in the Metabolism of Cells and Redox State in the Brain. *Front Physiol.* 2015.
289. Flowers W. L. Factors Affecting the Efficient Production of Boar Sperm. *Reprod Dom Anim.* 2015. Vol. 50 (Suppl. 2). P. 25–30.
290. Fode M., Krogh-Jespersen S., Brackett N. L., Ohl D. A., Lynne C. M., Sonksen J. Male sexual dysfunction and infertility associated with neurological disorders. *Asian J. Androl.* 2012. Vol. 14(1). P. 61–68.

291. Ford W.C.L. Regulation of sperm function by reactive oxygen species. *Human Reproduction*. 2004. Vol. 10(5). P. 387-399.
292. Folgero T., Bertheussen K., Lindal S. Mitochondrial disease and reduced sperm motility. *Human Reproduction*. 1993. Vol. 8. P. 1863–1868.
293. Forman H. J. Use and abuse of exogenous H₂O₂ in studies of signal transduction. *Free Radical Biology and Medicine*. 2007. Vol. 42. Iss.7. P. 926–932.
294. Fransoa A. A., Odoma R. S., Rando T. A. Regulation of antioxidant enzyme gene expression in response in oxidative stress and during differentiation of mouse skeletal muscle. *Free Radical Biology and Medicine*. 1999. Vol. 27. P. 1122–1132.
295. Freeman B. A., Turrens J. F., Mirza Z. [et al.] Modulation of oxidant lung injury by using liposome–entrapped superoxide dismutase and catalase. *Fed Proc*. 1985. Vol. 44(10). P. 2591–2595.
296. Gączarzewicz D., Udała J., Piasecka M., Błaszczyk B., Stankiewicz T. Storage temperature of boar semen and its relationship to changes in sperm plasma membrane integrity, mitochondrial membrane potential, and oxidoreductive capability. *Turk. J. Biol*. 2015. № 39. P. 582-594.
297. Gannon D. E., Ward P. A., Varani J. [et al.] Time–dependent inhibition of oxygen radical induced lung injury. *Inflammation*. 1990. Vol. 14(5). P. 509–522.
298. García-Díaz E. C., Gómez-Quiroz L. E., Arenas-Ríos E., Aragón-Martínez A., Antonio Ibarra-Arias J., Retana-Márquez M. S. I. Oxidative status in testis and epididymal sperm parameters after acute and chronic stress by cold-water immersion in the adult rat. *Journal Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2015. Vol. 61. Iss. 3. P. 150-160.

299. Gerolini S., Maldjian A., Surai P., Noble R. Viability, susceptibility to peroxidation and fatty acid composition of boar semen during liquid storage. *Anim Reprod Sci.* 2000. Vol. 58(1-2). P. 99-111.
300. Golagar A. H., Karimi F., Jorsaraei S. G. Correlation of Sperm Parameters With Semen Lipid Peroxidation and Total Antioxidants Levels in Astheno- and Oligoasheno-Teratospermic Men *Iran Red Crescent Med J.* 2013. Sep; 15(9). P. 780–785.
301. Gomez–Cabrera M. C. Antioxidants in skeletal muscle physiology, a radically different approach. *Free Radical Biology and Medicine.* 2014. Vol. 75. P.1–2.
302. Gourdine J. L., Riquet J., Rosé, R., Pouillet N., Giorgi M., Billon Y., Renaudeau D., Gilbert H. Genotype by environment interactions for performance and thermoregulation responses in growing pigs. *Journal of Animal Science.* 2019. Vol. 97 (9), P. 3699–3713.
303. Green H. Antioxidant enzyme gene transcription in copper–deficient rat liver. *Free Radical Biology and Medicine.* 1996. Vol. 21. P. 233–240.
304. Guthrie H. D., Welch G. R. Effects of reactive oxygen species on sperm function. *Theriogenology.* 2012. Vol. 78. Iss. 8. P. 1700–1708.
305. Hanada H., A. Kashiwagib, Y. Takeharac [et al.] Do reactive oxygen species underlie the mechanism of apoptosis in the tadpole tail free radical. *Biology and Medicine.* 1997. Vol. 23. Iss 2. P. 294–301.
306. Hartnett P., Boyle L., Younge B., O'Driscoll K. The Effect of Group Composition and Mineral Supplementation during Rearing on Measures of Cartilage Condition and Bone Mineral Density in Replacement Gilts. *Animals (Basel).* 2019. Vol. 30. Iss. 9(9). P.
307. Harvey A. J., Kind K. L., Thompson J. G. Redox regulation of early embryo development. *Reproduction.* 2002. Vol. 123. P. 479–486.

308. Hensley K., Robinson K. A., Gabbita S. P., Salsman S., Floyd R. A. Reactive Oxygen Species, Cell Signaling, and Cell Injury. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 28. Iss.10. P. 1456–1462.
309. Herman S., Lipiński P., Ogórek M., Starzyński R., Grzmil P., Bednarz A., Lenartowicz M. Molecular Regulation of Copper Homeostasis in the Male Gonad during the Process of Spermatogenesis. *Int. J. Mol. Sci.* 2020. Vol. 28. Iss. 21(23). P. 9053.
310. Hernandez A., Pluske J. R., D'Souza D. N., Mullan B. P. Levels of copper and zinc in diets for growing and finishing pigs can be reduced without detrimental effects on production and mineral status. *Animal*. 2008. Vol. 2(12). P. 1763–1771.
311. Hollander J., Fiebig R., Gore M. [et al.]. Superoxide dismutase gene expression in skeletal muscle: fiber – specific adaptation to endurance training. *Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 1999. Vol. 277. P. 856–862.
312. Holstege G., Georgiadis J. R., Paans A. M. J., Meiners L. C., Graaf F. H. and Reinders A. A. Brain Activation during Human Male Ejaculation. *Journal of Neuroscience*. 2003. Vol. 23 (27). P. 9185-9193
313. Hu Q., Corda S., Zweier J. L. [et al.] Hydrogen peroxide induces intracellular calcium oscillation in human aortic endothelial cells. *Circulation*. 1998. Vol. 97. P. 268–275.
314. Huang M., Li J., Ricky H. T., Man Y.K. Low concentrations of 17 β -estradiol reduce oxidative modification of low-density lipoproteins in the presence of vitamin C and vitamin E. *Free Radical Biology and Medicine*. 1999. Vol. 27, Iss. 3–4. P. 438-441.
315. Ibrahim W., Lee U., Yen H. [et al.] Antioxidant and oxidative status in tissues of manganese superoxide dismutase transgenic mice. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 28. Iss 3. P. 397–402.

316. Ickowicz D., Finkelstein M. Mechanism of sperm capacitation and the acrosome reaction: role of protein kinases. *Asian J Androl.* 2012. №14 (6). P. 816–821.
317. Irwin R.W., Yao J., Hamilton R.T., Cadenas E., Brinton R.D., Nilsen J. Progesterone and estrogen regulate oxidative metabolism in brain mitochondria. *Endocrinology.* 2008. Vol. 149(6). P. 3167–3175.
318. Ishihara Y., Takemoto T., Ishida A., Yamazaki T. Protective Actions of 17 β -Estradiol and Progesterone on Oxidative Neuronal Injury Induced by Organometallic Compounds. *Oxid Med Cell Longev.* 2015. P. 343706.
319. Issa L., Eisa T., Manijeh J. Total Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation in Semen of Patient with Hyperviscosity. *PMC.* 2015. P. 554 – 559.
320. Izquiedo A. C. Effect of addition of antioxidants in the freezing of boar semen on the motility and viability of sperm. *International Journal of Current Research.* 2017. Vol. 9. Iss. 3. P. 47599–47600.
321. Jelezarsky L., Vaisberg Ch., Chaushev T., Sapundjiev E. Localization and characterization of glutathione peroxidase (GPx) in boar accessory sex glands, seminal plasma, and spermatozoa and activity of GPx in boar semen. *Theriogenology.* 2007. Vol. 69 (2). P. 139–45.
322. Jialal I., Fuller C. J., Huet B. A. The Effect of Tocopherol Supplementation on LDL Oxidation A Dose–Response Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology.* 1995. Vol. 15. P. 190–198.
323. Jiang Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. *Free Radical Biology and Medicine.* 2014. Vol. 72. P. 76–90.
324. Jonson K. J., Fantone J. C., Kaplan J. [et al.]. In Vivo Damage of Rat Lungs by Oxygen Metabolites. *Clin. Invest. The American Society for Clinical Investigation, Inc.* 1981. Vol. 67. P. 983–993.

325. Kadirvel G., Bujarbaruah K. M., Kumar S., Ngachan S. V. Oestrus synchronization with fixed-time artificial insemination in smallholder pig production systems in north-east India: Success rate and benefits. *South African Journal of Animal Science*. 2017. Vol. 47(2), P. 140–145.
326. Kankofer M., Albera E., Feldman M. Comparison of antioxidative/oxidative profiles in blood plasma of cows with and without retained fetal placental membranes. *Theriogenology*. 2010. Vol. 74. Iss. 8. P. 1385–1395.
327. Kankofer M., Kolm G., Aurich J., Aurich C. Activity of glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase and lipid peroxidation intensity in stallion semen during storage at 5 degrees C. *Theriogenology*. 2005. Vol. 63 (5). P. 1354–1365.
328. Kaul N., Devaraj S., Jialal I. α -Tocopherol and Atherosclerosis Experimental. *Biology and Medicine*. 2001. Vol. 226. P. 5–12.
329. Kawasaki S., Sugiyama S., Ishiguro N. [et al]. Implication of superoxide radicals on ischemia–reperfusion–induced skeletal muscle injury in rats. *Eur Surg Res*. 1993. Vol. 25(3). P. 129–36.
330. Kim S., Lee Y.-J., Kang T.-W. and Kim Y.-J. The reduction of hydrogen peroxide in viable boar sperm cryopreserved in the presence of catalase. *Journal of Veterinary Clinics*. 2011. Vol. 28(1). P. 13–19.
331. Khand F. D., Gorge M. P., Robertson W. G. [et al.] Mitochondrial superoxide production during oxalate–mediated oxidative stress in renal epithelial cells. *Free Radic Biol Med*. 2002. Vol. 32 (12). P. 1339–1350.
332. Knox R. V. The Fertility of Frozen Boar Sperm When used for Artificial Insemination. *Reproduction in Domestic Animals*. 2015. Vol. (2). P. 90–97.
333. Knox R.V. Artificial insemination in pigs today. *J. Theriogenology*. 2017. Vol. 92. P.197–203

334. Knox, R. V. Recent advancements in the hormonal stimulation of ovulation in swine. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2015. Vol. 6. P. 309-320.
335. Klimek J., Woźniak M., Szymańska G., Żelewski L. Inhibitory Effect of Free Radicals Derived From Organic Hydroperoxide on Progesterone Synthesis in Human Term Placental Mitochondria. *Free Radical Biology and Medicine*. Vol. 24. Issues 7-8. May 1998. P. 1168-1175.
336. Klouberta V., Blaabjergb K., Dalgaardc T. S., Poulsenb H. D., Rinka L., Wesselsa I. Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pig. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2018. Vol. 49. P. 231–240.
337. Kobayashi C., Suda T. Regulation of reactive oxygen species in stem cells and cancer stem cells. *J. Cell Physiol*. 2012. Vol. 227. Iss. 2. P. 421–430.
338. Kołodziej A., Jacyno E. Effect of selenium and vitamin E supplementation on reproductive performance of young boars. *Arch. Tierz.* 2005. Vol. 48. Iss. 1. P. 68–75.
339. Koziorowska-Gilun M., Koziorowski M., Fraser L., Strzeżek J. Antioxidant defence system of boar cauda epididymidal spermatozoa and reproductive tract fluids. *Reprod Domest Anim*. 2011. Vol. 46(3). P. 527-33.
340. Kouamo J., Kamga-Waladjo A. R. State-of-art in Estrus Synchronization in Sows. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*. 2013. Vol.11. Iss. 3–4. P. 155–159.
341. Kourie J. I. Interaction of reactive oxygen species with ion transport mechanisms. *Am J. Physiol Cell Physiol*. 1998. Vol. 275. P. 121–124.
342. Kraeling R. R., Webel S. K. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 6(3). P. 1-14.

343. Kresmas G. Localization of superoxide dismutase activity in rat tissues. *Free Radical Biology and Medicine*. 1997. Vol. 22. Iss. 1–2. P. 241–248.
344. Kumar S., Lata K., Mukhopadhyay S., Mukherjee T. K. Role of estrogen receptors in pro-oxidative and anti-oxidative actions of estrogens: a perspective. *Biochim Biophys Acta*. 2010. Vol. 10. P. 1127–1135.
345. Kumaresan A., Kadirvel G., Bujarbaruah K. M., Bardoloi R. K., Das A., Naskar S. Preservation of boar semen at 18 °C induces lipid peroxidation and apoptosis like changes in spermatozoa. *Animal Reproduction Science*. 2009. Vol. 110. Iss. 1–2. P. 162–171.
346. Lane D., Richardson D. The active role of vitamin C in mammalian iron metabolism: Much more than just enhanced iron absorption! *Free Radical Biology and Medicine*. 2014. Vol. 75. P. 69–83.
347. Larsson N. G., Oldfors A. Mitochondrial myopathies. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2001. Vol. 171. Iss. 3. P. 385.
348. Lechowski J., Kasprzyk A., Trawińska B. Variability of semen in boars treated with vitamin C in food ration. *Med. Weter.* 2018. Vol. 74 (1). P. 48–53.
349. Lechowski J. Effect of vitamin C on semen quality of duroc breed boars and their crossbreds with hampshire and pietrain. *Annales UMCS. Zootechnica v.* Vol. 27, № 2. P. 12-18.
350. Lechowski J., Kasprzyk A., Tyra M., Trawinska B. Effect of ascorbic acid as a feed additive on indicators of the reproductive performance of Pulawska breed gilts. *Medycyna Weterynaryjna*. 2016. Vol.72(6). P. 378-382.
351. Lee T. M., Chen C. C., Hsu Y. J. Differential effects of NADPH oxidase and xanthine oxidase inhibition on sympathetic reinnervation in postinfarct rat hearts. *Free Radical Biology and Medicine*. 2011. Vol. 50. P. 1461–1470.
352. Leonarduzzi G., Arkan M. C. Lipid oxidation products in cell signaling. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 28. Iss. 9. P. 1370–1378.

353. Leong C., D'Souza U. A. Lipid peroxidation and decline in antioxidant status as one of the toxicity measures of diazinon in the testis. *Redox Report*. 2013. Vol. 18 (4). P. 155–164.
354. Li Y., Hansen S. L., Borst L. B., Spears J. W., Moeser A. J. Dietary Iron Deficiency and Over supplementation Increase Intestinal Permeability, Ion Transport, and Inflammation in Pigs. *The Journal of Nutrition*. 2016. P. 1499–1505.
355. Lim J., Lawson G., Nakamura B. Glutathione-deficient mice have increased sensitivity to transplacental benzo[a]pyrene-induced premature ovarian failure and ovarian tumorigenesis. *Cancer Res*. 2013. Vol. 73 (2). P. 908–917.
356. Lindsay T., Walker P. M., Mickle D. A. [et al.] Measurement of hydroxyl-conjugated dienes after ischemia-reperfusion in canine skeletal muscle. *Annel. J. Physiol*. 1988. Vol. 254. P. 578–583.
357. Linster C.L., Van Schaftingen E. Vitamin C. *Biosynthesis, recycling and degradation in mammals*. 2007. Vol. 274(1). P.1-22.
358. Liu M. Capacitation-Associated Glycocomponents of Mammalian Sperm. *Reprod Sci*. 2016. Vol. 23 (5). P. 574–594.
359. Liu T., Han Y., Zhou T., Zhang R., Chen H., Chen S. and Zhao H. Mechanisms of ROS-induced mitochondria-dependent apoptosis underlying liquid storage of goat spermatozoa. *Aging (Albany NY)*. 2019. Vol. 11(18). P. 7880–7898.
360. Liu Q., Zhou Y.F., Duan R.J., Wei H.K., Peng J., Jiang S.W. Dietary n-6:n-3 ratio and Vitamin E improve motility characteristics in association with membrane properties of boar spermatozoa. *Asian. J. Androl*. 2017. Vol. 19. P. 223–229.
361. Liu Q., Zhou Y., Duan R., Wei H., Jiang S., Peng J. Lower dietary n-6 : n-3 ratio and high-dose vitamin E supplementation improve sperm morphology and

- oxidative stress in boars. *Reproduction, Fertility and Development*. Vol. 29 (5). P. 940–949.
362. Liu C. D., Davies K.J.A. Adaptive homeostasis and the free radical theory of ageing. *Free Radical Biology and Medicine*. 2018. P. 420–430.
363. Lugar D. W., Harlow K. E., Hundley J., Goncalves M. Effects of increased levels of supplemental vitamins during the summer in a commercial artificial insemination boar stud. *Published online by Cambridge University Press*. 2019. Vol. 13. Iss. 11. P. 2556–2568.
364. Lunney J. K. Advances in Swine Biomedical Model Genomics. *Int J. Biol. Sci.* 2007. Vol. 3 (3). P. 179–184.
365. Martins V.E.D., Pinto S.C.C., Chaves R.M., Barros Filho A.K.D., Laskoski L.M., Souza F.A. Antioxidant effect on viability of boar semen cooled to 15°C. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2020. Vol.72. P.89.
366. Martins S. K., Afonso E.R., Parazzi L. J., Leal D. F. Organic selenium supplementation is cost-effective for increasing the number of seminal doses produced by sexually mature boars. *Brazilian Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 47. P. 2018.
367. Marin-Guzman J., Mahan D. C., Chung Y. K., Pate J. L., Pope W. F. Effects of dietary selenium and vitamin E on boar performance and tissue responses, semen quality, and subsequent fertilization rates in mature gilts. *J Anim Sci.* 1997. Vol. 75(11). P. 2994-3003.
368. Massányi P., Trandžík J., Nad P., Koréneková B., Skalická M., Toma R. Concentration of Copper, Iron, Zinc, Cadmium, Lead, and Nickel in Boar Semen and Relation to the Spermatozoa Quality. *Journal of Environmental Science and Health Part A*. 2003. Vol. 38 (11). P. 2643–2651.
369. Maya J. M., Zhi-Chao Q., Whitesell R. R. [et al.] Ascorbate recycling in human erythrocytes: role of GSH in reducing dehydroascorbate. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 20, Iss. 4. P. 543–551.

370. Meizel S. The sperm, a neuron with a tail: 'neuronal' receptors in mammalian sperm. *Biol Rev Camb Philos Soc*, 2004. Vol. 79(4). P. 713-32.
371. Mehmet S. B., Merih B., Zuhail A. K. The Effects of Ascorbic Acid on the Estrogen. Progesteron Levels in the Isolated Rabbit Uterine Muscle. *Journal de gynécologie et d'obstétrique cliniques*. 2012. Vol. 1, Iss. 4–5. P. 63–66.
372. Ménézo Y, Guérin P. Gamete and embryo protection against oxidative stress during medically assisted reproduction. *Bull Acad Natl Med*. 2005. Vol. 189(4). P. 715–726.
373. Mendez F.B., Zangeronimo M.G., Rocha L.G.P., Faria B.G., Pereira B.A., Fernandes C.D., Chaves B.R., Murgas L.D.S., Sousa R.V. Effect of the addition of IGF-I and vitamin E to stored boar semen. *Animal*. 2013. Vol. 7, Iss. 5. P. 793–798.
374. Middelkoop A., Costermans N., Kemp B., Bolhuis E. Feed intake of the sow and playful creep feeding of piglets influence piglet behaviour and performance before and after weaning. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–13.
375. Moradi F., Stuart J., Fonseca J. C. Estradiol and estrogen receptor- α and β agonist's effects on ROS and RNS depend on cell culture oxygen levels. *Free Radical Biology and Medicine*. 2018. Vol. 128, P. 89.
376. Morre D. M., Lenaz G., Morre D. L. Surface oxidase and oxidative stress propagation in aging. *Journal of Experimental Biology*. 2000. Vol. 203. Iss.10. P. 1513–1521.
377. Muzykantov V. R. Delivery of antioxidant enzyme proteins to the lung. *Antioxid Redox Signal*. 2001. Vol. 3 (1). P. 39–62.
378. Nakane H. I., Chu Y., Faraci F. M. Gene Transfer of Extracellular Superoxide Dismutase Increases Superoxide Dismutase Activity in Cerebrospinal Fluid. *Stroke*. 2001. Vol. 32. P. 184.

379. Nathan L, Chaudhuri G. Antioxidant and prooxidant actions of estrogens: potential physiological and clinical implications. *Semin. Reprod Endocrinol.* 1998. Vol. 16 (4). P. 309–14.
380. Nardai G., Braun L., Csala M., Mile V., Csermely P., Benedetti A., Mandl J., Banhegyi G. Protein-disulfide isomerase- and protein thiol-dependent dehydroascorbate reduction and ascorbate accumulation in the lumen of the endoplasmic reticulum. *J. Biol Chem.* 2001. Vol. 276 (12). P. 8825–8828.
381. Nenkova G., Petrov L., Alexandrova A. Role of Trace Elements for Oxidative Status and Quality of Human Sperm Balkan. *Med J.* 2017. Vol. 34 (4). P. 343–348.
382. Nieves–Cruz B., Rivera A., Cifuentes J. [et al.]. Clinical surfactant preparations mediate SOD and catalase uptake by type II cells and lung tissue / B. Nieves–Cruz, *Am J. Physiol.* 1996. Vol. 270 (4 Pt 1). P. 659–667.
383. Northway W. H., Rezeau L., Petriceks R. [et al.] Oxygen toxicity in the newborn lung: reversal of inhibition of DNA synthesis in the mouse. *Pediatrics.* 1976. Vol. 57(1). P. 41–6.
384. Nowicka-Bauer K., Nixon B. Molecular Changes Induced by Oxidative Stress that Impair Human Sperm. *Motility Antioxidants (Basel).* 2020. Vol. 9 (2). P. 134.
385. Nunes G. L., Sgoutas D. S., Redden R. A. Combination of vitamins C and E alters the response to coronary balloon injury in the pig. *Atheroscler Thromb Vasc Biol.* 1995. Vol. 15. P. 156–165.
386. Ogata K., Sasaki A. Glutathione supplementation to semen extender improves the quality of frozen-thawed canine spermatozoa for transcervical insemination. *J Reprod Dev.* 2015. Vol. 61 (2). P. 116–122.

387. Ogbodo S. O., Okaka A. N., Nwagha U. I., Ejezie F. E. Free Radicals and Antioxidants Status in Pregnancy: Need for Pre- and Early Pregnancy Assessment. *Am. J. Med. and Med. Sc.* 2014. Vol. 4 (6). P. 230–235.
388. Ogórek M., Gąsior Ł., Pierzchała O., Daszkiewicz R. Role of copper in the process of spermatogenesis. *Postepy Hig Med Dosw.* 2017. Vol. 71. P. 662–680.
389. Oropeza-Moe M., Grontvedt C. A., Phythian C. J., Sorum H., Fauske A.K., Framstad T. Zinc oxide enriched peat influence. *Porcine Health Management.* 2017. 3(14). P. 1–12.
390. Orzolek A., Wysocki P., Strzeżek J., Kordan W. Superoxide dismutase (SOD) in boar spermatozoa: Purification, biochemical properties and changes in activity during semen storage (16 °C) in different extenders °C) in different extenders. *Reproductive Biology.* 2013. Vol. 13, Iss. 1. P. 34–40
391. Pagl R., Aurich C., Kankofer M. Anti-oxidative status and semen quality during cooled storage in stallions. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 2006. Vol. 53(9). P. 486–489.
392. Palacea V. P., Hilla M. F., Khapera N. [et al.]. Metabolism of vitamin A in the heart increases after a myocardial infarction. *Free Radical Biology and Medicine.* 1999. Vol. 26. Iss. 11–12. P. 1501–1507.
393. Palludan B. Direct Effect of Vitamin A on Boar Testis. *Nature volume.* 1966. Vol. 211. P. 639–640.
394. Pana Y. J., Loo G. Effect of copper deficiency on oxidative DNA damage in Jurkat T-lymphocytes. *Free Radical Biology and Medicine.* 2000. Vol. 28. Iss. 5. P. 824–830.
395. Panus P. S., Shearer J., Freeman B. A. Pulmonary metabolism of reactive oxygen species. *Exp Lung Res.* 1988. Vol. 14. P. 959–976.

396. Parrilla I., Martinez E., Gil M., Cuello C., Roca J., Martinez H., Martinez C. Boar seminal plasma: current insights on its potential role for assisted reproductive technologies in swine. *Anim. Reprod.* 2020. Vol. 17. P. 3
397. Parvin S., Soheila P., Tahereh R. Etiologies of sperm oxidative stress. *Int. J. Reprod. Biomed. (Yazd)*. 2016. Vol. 4 (14). P. 231–240.
398. Pasqualotto F.F., Pasqualotto E.B. Reactive oxygen species and oocyte fertilization. *Hum. Reprod.* 2007. Vol. 22(3). P. 901.
399. Pati S. B., Kodliwadmam M. V., Kodliwadmam S. M. Lipid peroxidation and nonenzymatic antioxidants in normal pregnancy. *J. Obstet Gynecol India*. 2006. Vol. 5. P. 399–401.
400. Pelland C., Cassar G., Friendship R. M. Fertility after intrauterine insemination with conventional or low numbers of spermatozoa in sows with synchronized ovulation. *Journal of Swine Health and Production*. 2008. Vol.16(4). P.188–192.
401. Peña S.T. Jr., Gummow B., Parker A. J., Paris D. Antioxidant supplementation mitigates DNA damage in boar (*Sus scrofa domesticus*) spermatozoa induced by tropical summer. *PLoS ONE*. 2019. Vol.14(4).
402. Peng Z., Shi S. Impact of oxygen concentrations on fertilization, cleavage, implantation, and pregnancy rates of in vitro generated human embryos. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015. Vol. 8. P. 6179–6185.
403. Perrone S., Tataranno M.L., Stazzoni G. and Buonocore G. Biomarkers of oxidative stress in fetal and neonatal diseases. *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med.* 2012. Vol. 25 (12). P. 2575–2578.
404. Peters J. C., Mahan D. C., Wiseman T. G., Fastinger N. D. Effect of dietary organic and inorganic micromineral source and level on sow body, liver, colostrum, mature milk, and progeny mineral composition over six parities. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88. P. 626–637.

405. Piantadosi C. A., Suliman H. B. Redox regulation of mitochondrial biogenesis. *Free Radical Biology and Medicine*. 2012. Vol. 53. P. 2043–2053.
406. Piedrafita G., Keller. M. The Impact of Non-Enzymatic Reactions and Enzyme Promiscuity on Cellular Metabolism during (Oxidative) Stress Conditions. *Biomolecules*. 2015. Vol. 5 (3). P. 2101–2122.
407. Pierce A., Miller G., Arden R., Gottfredson L. S. Why is intelligence correlated with semen quality? Biochemical pathways common to sperm and neuron function and their vulnerability to pleiotropic mutations. *Commun. Integr. Biol.* 2009. Vol. 2(5). P. 385–387.
408. Pipan M. Z., Mrkun J., Strajn B. J., Vrtač K. P., Kos J., Pišlar A., Zrimšek P. The influence of macro- and microelements in seminal plasma on diluted boar sperm quality. *Acta Vet Scand.* 2017. Vol. 59 (1). P. 11.
409. Pipan Z. M., Mrkun J., Kosec M., Nemeč Svete A., Zrimšek P. Superoxide Dismutase: A Predicting Factor for Boar Semen Characteristics for Short-Term Preservation . *Biomed Res Int.* 2014. 2014. P. 1–7.
410. Pomar C., Remus A. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers*. 2019. Vol. 9 (2). P. 52–59.
411. Purdey M.S., Connaughton H., Whiting S. Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radic Biol Med.* 2015. Vol. 81. P. 69-76.
412. Quesnel H., Renaudin A., Le Floc'h N., Jondreville C., Père M. C., Taylor-Pickard J. A., Le Dividich J. Effect of organic and inorganic selenium sources in sow diets on colostrum production and piglet response to a poor sanitary environment after weaning. *Animal*. 2008. Vol. 2(6). P. 859–866.
413. Quirino M., Raquel A., Pinheiro A., Tonello J., Ulguim R., Paula Ana., Mellagi G., Bortolozzo Fernando. Reproductive performance of fixed-time artificial insemination in swine and factors for the technology success. *Ciência Rural*. 2019. 49 (2). P. 1–7.

414. Rajagopalan S., Kurz S., Munzel T. [et al.] Angiotensin II-mediated hypertension in the rat increases vascular superoxide production via membrane NADN/NADOH oxidase activation: contribution to alterations of vasomotor tone. *J. Clin. Invest.* 1996. Vol. 97. P. 1916–1923.
415. Ramírez-Reveco A., Villarroel-Espíndola F., Rodríguez-Gil J. E., Concha I.I. Neuronal signaling repertoire in the mammalian sperm functionality. *Biology of Reproduction.* 2017. Vol. 96, Iss. 3. P. 505–524.
416. Ratchamak R., Vongpralub T., Boonkum W., Chankitisaku V. Cryopreservation and quality assessment of boar semen collected from bulk samples. *Veterinarni Medicina.* 2019. Vol. 64 (05). P. 209–216.
417. Reid M. B., Durham W.J. Generation of Reactive Oxygen and Nitrogen Species in Contracting Skeletal Muscle Potential Impact on Aging. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2002. Vol. 959. P. 108–116.
418. Reid M.B., Haack K.E., Franchek K.M. [et al.] Reactive oxygen in skeletal muscle. I. Intracellular oxidant kinetics and fatigue in vitro. *J. Appl. Physiol.* 1992. Vol.73. P. 1797–1804.
419. Reid M. B. Plasticity in Skeletal, Cardiac, and Smooth Muscle. Invited Review: Redox modulation of skeletal muscle contraction: what we know and what we know and what we don't. *Journal of Applied Physiology.* 2001. Vol. 90. Issue 2. P. 724–731.
420. Ren-Kea L., Cowana D. B., Micklea D. G. [et al.] Effect of vitamin E on human glutathione peroxidase (GSH-PX1) expression in cardiomyocytes. *Free Radical Biology and Medicine.* 1996. Vol. 21. Issues 4. P. 419–426.
421. Rey A. I., López-Bote C. J., & Litta G. Effects of dietary vitamin E (DL- α -tocopheryl acetate) and vitamin C combination on piglets oxidative status and immune response at weaning. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 2017. Vol. 26. P. 226–235.

422. Reza Amini M., Kohram H. The effects of different levels of catalase and superoxide dismutase in modified Beltsville extender on rooster post-thawed sperm quality. *Cryobiology*. 2015. Vol. 70 (3). P. 226–232.
423. Rodríguez A. L. Boar seminal plasma components and their relation with semen quality. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2013. Vol. 59. P. 5–12.
424. Roberts R. M., Xie S., Trout W. E. Embryo–uterine interaction in pigs during week 2 of pregnancy. *J. Reprod. Fert.* 1993. Vol. 48. P. 171–186.
425. Roca J. M. Va'zquez, Gil M. A., Cuello C., Parrilla I., Marti'nez E. A. Challenges in Pig Artificial Insemination. *J. Reprod. Dom. Anim.* 2006. Vol. 41. Iss. 2. P. 43–53.
426. Rush J.W., Turk J. R., Laughlin M. H. Exercise training regulates SOD–1 and oxidative stress in porcine aortic endothelium. *Am Physiol Heart Circ Physiol*. 2003. Vol. 284. Issue 4. P.1378–1387.
427. Sakkas D., Ramalingam M., Garrido N. Sperm selection in natural conception: what can we learn from Mother Nature to improve assisted reproduction outcomes? *Hum Reprod Update*. 2015. Vol. 21 (6). P. 711–726.
428. Salahudeen A.K. Role of lipid peroxidation in H₂O₂–induced renal epithelial (LLC–PK1) cell injury. *Am. J. Physiol.* 1995. Vol. 268. P. 30–38.
429. Seale l., Ogawa-Wong A. N., and Berry M. J. Sexual dimorphism in selenium metabolism and selenoproteins. *Free radical biology and medicine*. 2018. Vol.127. P. 198–205.
430. Sen C. K. Oxidants and antioxidants in exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1995. Vol.79. P. 675–686.
431. Schieber M., Chandel N. ROS function in redox signaling and oxidative stress. *Curr Biol*. 2014. Vol. 24, Iss. 10. P. 453–462.
432. Schjoldager J. G., Paidi M. D., Lindblad M. M., Birck M. M., Kjergaard A. B., Dantzer V., Lykkesfeldt J., Tveden-Nyborg P. Maternal vitamin C

- deficiency during pregnancy results in transient fetal and placental growth retardation in guinea pigs. *Eur J. Nutr.* 2015. Vol. 54 (4). P. 667–676.
433. Schjoldager J. G., Paidi M. D., Lindblad M. M., Birck M. M., Kjergaard A. B., Dantzer V., Lykkesfeldt J., Tveden-Nyborg P. Maternal vitamin C deficiency during pregnancy results in transient fetal and placental growth retardation in guinea pigs. *Eur J. Nutr.* 2015. Vol. 54 (4). P. 667–676.
434. Shaua H., Kima A. T., Hedrick C. C. [et al.] Endogenous Natural Killer Enhancing Factor–B increases Cellular Resistance to Oxidative Stresses. *Free Radical Biology and Medicine.* 1997. Vol. 22. Iss. 3. P. 497–507.
435. Sivertsen T., Vie E., Bernhoft A., Baustad B. Vitamin E and selenium plasma concentrations in weanling pigs under field conditions in Norwegian pig herds. *Acta Veterinaria Scandinavica.* 2007. Vol. 49(1). P. 1–9.
436. Sies H., Stahl W., Sundquist A. R. Antioxidant functions of vitamins. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids. *Annals. of the New York Academy of Sciences.* 1992. Vol. 669. Iss. 1. P. 7–20.
437. Smith R., Vantman D., Ponce J. [et al.] Total antioxidant capacity of human seminal plasma. *Human Reproduction.* 1996. Vol. 11. P. 1655–1660.
438. Stoyanovskyy V. G., Usenko S. O., Shostya A. M., Kuzmenko L. M., Slynko V. G., Tenditnyk V. S. Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences,* 2020. Vol. 3. № 3. P. 39-43.
439. Szudzik M., Starzynski R. R., Jonczy A., Mazga J. R., Lenartowicz M., & Lipinski P. Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals.* 2018. Vol.11 (4), Iss. 12. P. 1-13.
440. Swindle M. M., Makin A., Herron A. J., Clubb F. J. Jr., Frazier K.S. Swine as models in biomedical research and toxicology testing. *Vet. Pathol.* 2012. Vol. 2. P. 344–356.

441. Surai P., Fisinin V. Natural antioxidants in hens' embryogenesis and antistress defence in postnatal development. *Сельскохозяйственная биология*. 2013. С. 3–18.
442. Surai P. F., Fisinin V. I., Selenium in Pig Nutrition and Reproduction: Boars and Semen Quality-A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 2015. Vol. 28(5). P. 730-746.
443. Sutovsky P., Kerns K., Zigo M., Zuidema D. Boar semen improvement through sperm capacitation management, with emphasis on zinc ion homeostasis. *Theriogenology*. 2019. Vol. 137. P. 50–55.
444. Takahashi M. Oxidative stress and redox regulation on in vitro development of mammalian embryos. *J Reprod Dev*. 2012. Vol. 58(1). P. 1–9.
445. Traystman R. J., Kirsch J. R., Koehler R. C. Oxygen radical mechanism of brain injury following ischemia and reperfusion. *J. Appl Physiol*. 1999. Vol. 171. P. 1185–1195.
446. Terentis A. C., Terentis A. C., Thomas S. R., Burr J. A. [et al.] Vitamin E Oxidation in Human Atherosclerotic Lesions. *Circulation Research*. 2002. Vol. 90(3). P. 333–339.
447. Thamilselvan S., [Byer](#) K. J., [Hackett](#) R. L., [Khan](#) S. R. Free radical scavengers, catalase and superoxidedismutase provide protection from oxalate-associated injury to llc-pk1 and mdck cells. *Journal of urology*. 2000. Vol. 164 (1). P. 224–229.
448. Tonkonogi M., Walsh B., Svensson M. Mitochondrial function and antioxidative defence in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *The Journal of Physiology*. 2000. № 528. P. 379–388.
449. Torres M. A., Ravagnani G. M., Leal D. F. Seminal plasma arising from the whole boar sperm-rich fraction increases the stability of sperm membrane after thawing. *American Society of Animal Science*. 2016. Vol. 94. P. 1906–1912.

450. Trotter A., Ebsen M., Kiossis E. Prenatal Estrogen and Progesterone Deprivation Impairs Alveolar Formation and Fluid Clearance in Newborn Piglets. *Pediatric Research*. 2006. Vol. 60(1). P. 60-64.
451. Tvrda E., Peer R., Sikka S., Agarwal A. Iron and copper in male reproduction: a double-edged sword. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2015. Vol. 32 (1). P. 3–16.
452. Uchida K. Role of reactive aldehyde in cardiovascular diseases. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000. Vol. 28. Iss. 12. P. 1685–1696.
453. Unfer T. C., Figueiredo C. G., Zanchi M. M., Maurer L. H., Kemerich D. M., Duarte M. M., Konopka C. K., Emanuelli T. Estrogen plus progestin increase superoxide dismutase and total antioxidant capacity in postmenopausal women. *Climacteric*. 2015. Jun.18 (3). P. 379–388.
454. Umesiobi D. O. Vitamin E Supplementation to Sows and Effects on Fertility Rate and Subsequent Body Development of their Weanling Piglets. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 2009. Vol. 110, № 2. P. 155–168.
455. Usenko S. O., Shostya A. M., Stoianovskyi V. G., Tenditnyk V. S., Birta G. O., Kravchenko O. I., Kuzmenko L. M. Influence of vitamins on the prooxidant-antioxidant homeostasis in boars under the conditions of heat stress. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2020. Vol. 3. № 2. P. 30-35.
456. Vaca C. E., Harms–Ringdane M. *Biochem. Biophys.* 1989. Vol. 269. P. 548–554.
457. Vahjen W., Pietruszynska D., Starke I. C., Zentek J. High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pig. *Gut Pathog.* 2015. Vol. 7(23). P.1–5.

458. Valdez K. E., Cuneo S. P., Turzillo A. M. Regulation of apoptosis in the atresia of dominant bovine follicles of the first follicular wave following ovulation.
459. Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T., Mazur M., Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol.* 2007. Vol. 39(1). P. 44-84.
460. Vasilaki A., Jackson M. J. Role of reactive oxygen species in the defective regeneration seen in aging muscle. *Free Radical Biology and Medicine.* 2013. Vol. 65. P. 317–323.
461. Velayutham M., Hemann C., Zweier J. Removal of H₂O₂ and generation of superoxide radical: Role of cytochrome *c* and NADH. *Free Radical Biology and Medicine.* 2011. Vol. 51. Iss. 1. P. 160–170.
462. Veum T. L., Carlson M. S., Wu C. W., Bollinger D. W., Ellersieck M. R. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. *Journal of Animal Science.* 2004. Vol. 82(4). P. 1062–1070.
463. Vicari E. Effectiveness and limits of antimicrobial treatment on seminal leukocyte concentration and related reactive oxygen species production in patients with male accessory gland infection. *Human Reproduction.* 2000. Vol. 15. Iss.12. P. 2536–2544.
464. Villamor E., Kessels C. G., Fischer M.A. [et al.] Role of superoxide anion on basal and stimulated nitric oxide activity in neonatal piglet pulmonary vessels. *Pediatr Res.* 2003. Vol. 54(3). P. 372–381.
465. Villamor E., Moreno L., Mohammed R. Reactive oxygen species as mediators of oxygen signaling during fetal-to-neonatal circulatory transition. *Free Radical Biology and Medicine.* 2019. Vol. 142. P. 82-96.

466. Wagner H., Cheng J., Ko E. Role of reactive oxygen species in male infertility: An updated review of literature. *Arab Journal of Urology*. 2018. Vol. 16. Iss. 1. P. 35–43.
467. Walker P. M. Ischemia/reperfusion injury in skeletal muscle. *Ann Vasc. Surg.* 1991. Vol. 5(4). P. 399–402.
468. Wang L., Xu Z.. Effects of Arsenic (AsIII) on Lipid Peroxidation, Glutathione Content and Antioxidant Enzymes in Growing Pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2006. Vol. 19. Iss. 5. P. 727–733.
469. Warshaw J. B., Wilson C.W., Saito K. [et al.] The responses of glutathione and antioxidant enzymes to hyperoxia in developing lung. *Pediatr Res.* 1985. Vol. 19 (8). P. 819–23.
470. Wise T., Lunstra D. D., Rohrer G. A., Ford J. J. Relationships of testicular iron and ferritin concentrations with testicular weight and sperm production in boars. *Journal of Animal Science*. 2003. Vol. 81(2). P. 503–511.
471. Witztum J. L., Steinberg D. Role of oxidized low-density lipoprotein in atherogenesis. *J. Clin. Invest.* 1991. Vol. 88. P. 1785–1792.
472. Wongtawan T., Saravia F., Wallgren M., Caballero I., Rodríguez-Martínez H. Fertility after deep intra-uterine artificial insemination of concentrated low-volume boar semen doses. *J. Theriogenology*. 2006. Vol. 65(4). P. 773–787.
473. Xia Y., Zweier J. L. Substrate Control of Free Radical Generation from Xanthine Oxidase in the Postischemic. *Heart Journal The American Society for Biochemistry and Molecular Biology*. 1995. Vol. 270. Issue 11. P. 18797–18803.
474. Yam J., Roberts R. J. Oxygen-induced lung injury in the newborn piglet. *Early Hum Dev.* 1980. Vol. 4(4). P. 411–424.
475. Yan L., Liu J. Seminal superoxide dismutase activity and its relationship with semen quality and SOD gene polymorphism. *J. Assist Reprod Genet.* 2014. Iss. 31 (5). P. 549–554.

476. Yang K., Bonini M. G., Dudley S. C. Mitochondria and arrhythmias. *Free Radical Biology and Medicine*. 2014. Vol.71. P. 351–361.
477. Yeste M., Rodríguez-Gil J. E., Bonet S. Artificial insemination with frozen-thawed boar sperm. *Molecular reproduction development*. 2017. Iss. 84. P. 802–813.
478. Yin L., Ran J., Lian T., Yang C., Li S., Liu Y. Effects of vitamin e supplementation on serum hormones and gene expression of anti-season breeding xingguo grey geese (*anser cygnoides*). *Braz. J. Poult. Sci.* 2019. Vol. 21, Iss. 4.P.
479. Yinghui Wu, Zihui Liu L., Wei H., Zhou Y., Tan J., Sun H., Li Sh., Jiang S. Microelements in seminal and serum plasma are associated with fresh semen quality in Yorkshire boars. *Theriogenology*. 2019. Vol.132, Iss.1. P. 88–94.
480. Yla-Herttuala S. Role of lip id and li poprotein oxidation in the pathogenesis of atherosclerosis. *Drugs Today*. 1994. Vol. 30. P.507–514.
481. Yokoi O., Sodeyama M., Kondo S. Oxidative stress and haematological changes in immobilized rats. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1999. Vol. 165. Iss. 1. P. 65–69.
482. Zakošek-Pipan M., Mrkun J., Kosec M., Nemeč A., Zrimšek P. Superoxide Dismutase: A Predicting Factor for Boar Semen Characteristics for Short-Term Preservation. *Bio.Med. Research. International*. 2014. Vol. 4. P. 7–14.
483. Zal F., Miladpour B., Taheri R., Heidari I., Mostafavi Z. Estrogen and/or Progesterone Effects on HepG2 Human Cell Lines; Oxidant or Antioxidant? *Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies*. 2015. Vol.1, Iss. 1. P. 35–41.
484. Zelko I. N., Marcus W. S., J. Y. Rodney, Folz J. Regulation of Decidual Protein Induced by Progesterone (DEPP) Gene Expression by Extracellular Oxidative Stress. *Free Radical Biology and Medicine*. 2011. Vol. 51. P. 18.

485. Zhang T., Zhang T., Sun P., Geng Q., Fan H., Gong Y., Hu Y., Shan L. Disrupted spermatogenesis in a metabolic syndrome model: the role of vitamin A metabolism in the gut–testis axis. *Gut microbiota*. 2021. Vol.1. P. 1–10.
486. Zhao J. Allee G., Gerlemann G., Ma L., Gracia M. I., Parker D., Vazquez-Anon M., Harrell R.J. Effects of a Chelated Copper as Growth Promoter on Performance and Carcass Traits in Pigs. *Asian-Australas J. Anim.* 2014. Vol. 27(7). P. 965–973.
487. Zhang H. Y., McPherson B., Liu C. [et al.] H₂O₂ opens mitochondrial KATP channels and inhibits GABA receptors via protein kinase C – in cardiomyocytes *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2002. Vol. 282. P. 1395–1403.
488. Zhang J., Chen J., Tian J., Wang A., Liu H., Hu S., Che X., Ma Y., Wang J., Wang, C., Du G., Ma X. Effects of magnesium on the performance of sows and their piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2014. Vol. 5 (39). P. 1–8.
489. Zhang G., Wang Z., Ling X. Mitochondrial Biomarkers Reflect Semen Quality: Results from the MARCHS Study in Chongqing, China. *Plos one*. 2016. P. 1–14.
490. Zhang Yixuan J., N. Jin, Y. Liu [et al.] Hydrogen Peroxide Stimulates Extracellular Signal–regulated Protein Kinases in Pulmonary Arterial Smooth Muscle cells *Am. J. [Free Radical Biology and Medicine](#)*. 2012. Vol. 53. Iss. 2. P.1531–1540.
491. Zhang S., Wu Z., Heng J., Song H., Tian M., Chen F., Guan W. Combined yeast culture and organic selenium supplementation during late gestation and lactation improve preweaning piglet performance by enhancing the antioxidant capacity and milk content in nutrient-restricted sows. *Animal Nutrition Journal*. 2020. P. 1–30.

492. Zheng W., G. Song. Sperm DNA damage has a negative effect on early embryonic development following in vitro fertilization. *Asian J. Androl.* 2018. Iss. 20. P. 75–79.
493. Zhu J., Xu X., Cosgrove J. R. and Foxcroft G. R. Effects of semen plasma from different fractions of individual ejaculates on ivf in pigs. *Theriogenology.* 2000. Vol. 54. P. 1443-1452.
494. Zubair M. Effects of dietary vitamin E on male reproductive system. *Asian Pacific Journal of Reproduction.* 2017. Vol. 6. Iss. 4. P. 145–150.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Статті у наукових фахових виданнях України**

1. Роль активних форм кисню в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 55. Полтава, 2007. С. 66–73. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
2. Оцінка стану проксидантно-антиоксидантної системи у тварин та птахів / В. Ф. Коваленко, О. І. Цебржинський, А. М. Шостя, **С. О. Усенко** [та ін.] // *Птахівництво. Міжвідомчий тематичний збірник*. Вип. 60. Харків, 2007. С. 390–396. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
3. Вплив інтенсивності перебігу процесів перекисного окислення ліпідів та антиоксидантного захисту на репродуктивну функцію самок у ссавців / А. М. Шостя, В. Ф. Коваленко, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** // *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 56. Полтава, 2008. С. 78–85. (Здобувач провів дослідження матеріалів, проаналізував їх та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
4. Усенко С.О. Особливості методичних підходів до штучного осіменіння свиней. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Вип. 64. Полтава, 2014. С. 105–110.
5. Трансцервікальне штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, А. В. Базалевич [та ін.] //

- Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2016. Вип. 68. С. 68–74. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
6. Формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок в період становлення статевої функції за корекції вітамінного живлення / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, О. І. Мироненко [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я. Одеса, 2020. № 96. С. 25–33. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
7. Якість спермопродукції у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Стояновський, **С. Усенко**, А. Шостя [та ін.] // *Аграрний Вісник Причорномор'я. Одеса, 2020. № 97. С. 14–23. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних

8. Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану / **С. О. Усенко**, А. М. Шостя, В. Г. Слинько [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2019. № 2. С. 93–97. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
9. Усенко С.О. Циклічна лабільність гомеостазу у свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2019. № 3. С. 125–131.*
10. Усенко С.О. Особливості формування гомеостазу у циклюючих та порослих свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2019. Вип. 73. С. 226–233.*

11. Новітні аспекти мінерального живлення свиней / С. О. Усенко, А. С. Сябро, В. І. Березницький [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2019. № 4. С. 126–133. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
12. Усенко С.О. Оптимальні строки штучного осіменіння свинок. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2020. Вип. 74. С. 81–87.
13. Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства / С. О. Усенко, А. С. Сябро, А. А. Поліщук [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 1. С. 121–129. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
14. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в інкубованій спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів мікроелементів / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2020. № 29 (84). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/13948> (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
15. Вплив лактатів мікроелементів на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників / С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Стояновський [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22. № 92. С. 28–34. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
16. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення / С. О. Усенко,

- А. М. Шостя, Г. О. Бірта [та ін.] // *Науково-практичний журнал «Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування»*. Харків, 2020. № С. 198–205. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
17. Influence of vitamins on the prooxidant-antioxidant homeostasis in boars under the conditions of heat stress / **S. O. Usenko**, A. M. Shostya, V. G. Stoianovskiy [et al.] // *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*. Lviv, 2020. Vol. 3. № 2. P. 30–35. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
18. Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts / V. G. Stoyanovskyu, **S. O. Usenko**, A. M. Shostya [et al.] // *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Science*. Lviv, 2020. Vol. 3. № 3. P. 39–43. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
19. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, **С. О. Усенко**, А. М. Шостя [та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2020. № 3. С. 196–204. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
20. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від типів вищої нервової діяльності / В. Г. Стояновський, **С. О. Усенко**, А. М. Шостя [та ін.] // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22, № 93. С. 3–9. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).

21. Карповський В.І., Усенко С.О., Шостя А.М. Вплив прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на функціональну активність сперматозоїдів кнурів за корекції мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2020. № 6 (88). Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14678/12826>
(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).

Статті у фахових наукових виданнях іноземних держав

22. Усенко С.А. Динамика процессов перекисного окисления в свинок крупной чёрной породы в разные периоды репродуктивного цикла. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов* / гл. редактор В. В. Великанов. Горки: БГСХА, 2020. Вып. 23. Ч. 1. С. 55–62.
23. Физиологические факторы формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок / В. П. Рыбалко, С. А. Усенко, А. М. Шостя [и др.] // *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. Теоретический и научно-практический журнал*, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Белгород, 2020. Вып. 2 (16). С. 106–113. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
24. Использование лактатов микроэлементов для повышения качества сохраняемой спермы хряков / В. П. Рыбалко, С. А. Усенко, А. М. Шостя [и др.] // *Зоотехния*. Москва, 2020. № 7. С. 23–29. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).
25. Усенко С. А. Формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок в период становления половой функции. *Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов* / вед. редактор М.В. Джумкова. РУП

«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2020. Т. 55. В 2 ч. Ч. 1. С. 188–194.

26. Влияние фаз воспроизводительного цикла на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у свинок / С. А. Усенко, А. М. Шостя, А. С. Сябро [и др.] // *Инновации в животноводстве – сегодня и завтра* : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (г. Жодино, 19–20 декабря 2019 г.). Минск : Беларуская навука, 2019. С. 146–150. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

Статті у виданні,

включеному до міжнародної наукометричної бази Web of Science

27. Проникність цервікса та оптимальні строки запліднення у пубертатних свинок / С. О. Усенко, А. М. Шостя, А. А. Поліщук, О. Г. Мороз, В. Г. Стояновський, В. І. Карповський, С. М. Білаш // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2018. № 3 (65). С. 223–226. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*
28. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок впродовж відтворювального циклу / С. О. Усенко, А. М. Шостя, А. А. Поліщук [та ін.] // *Світ медицини і біології*. Полтава, 2019. № 2 (68). С. 230–233. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготовці статті до друку).*

Монографії

29. Физиологические аспекты метаболизма в системе «мать–плацента–плод» у свиньи / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, **С. А. Усенко** [и др.]; под. ред. В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя. Полтава : ООО «Фирма «Техсервис», 2012. 204 с. *(Дисертант виклав результати своїх досліджень, а також брав участь в упорядкуванні розділів).*

Патенти на корисну модель

30. Деклараційний патент на винахід № 66518 А Україна, МПК (2013.01) А23К 1/00; А01К67/00. Спосіб прискороного визначення вмісту вітаміну С та його ізомерів у спермі кнурів / Коваленко В. Ф., Шостя А. М., **Усенко С. О.** Заявник Інститут свинарства і АПВ НААН. – № 2003065510; заявлений 13.06.2003; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
31. Патент на корисну модель № 118568 Україна, МПК (2017.01) А61D 19/00. Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней/ **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Поліщук А. А., Сарнавська І. В., Рибас М. В., Гиря В. М., Стояновський В. Г., Цибенко В.Г., Засуха Ю.В., Волощук В.М. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № и 2017 02534; заявлений 20/03/2017; опубл. 10/08/2017, Бюл. № 15. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
32. Патент на корисну модель № 119099 Україна, МПК А61D 19/02 (2006.01). Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок/ **Усенко С.О.**, Шостя А.М., Поліщук А. А., Гиря В. М., Рокотянська В. О., Горб О. О., Волощук О. В., Стояновський В. Г., Засуха Ю. В., Цибенко В. Г., Кузьменко Л. М., Ступарь І. І. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № и 2017 03185; заявлений 03/04/2017; опубл. 11/09/2017, Бюл. № 17. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
33. Патент на корисну модель № 133103 Україна, МПК А23К 50/30 (2016.01),

- A23K 20/174 (2016.01). Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу/ **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Поліщук А. А., Березницький В. І., Усенко О. О., Павлова І. В., Ступарь І. І., Бондаренко О. М., Сокирко М. П., Невідничий О. С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2018 09964; заявлений 05/10/2018; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*
34. Патент на корисну модель № 132475 Україна, МПК (2019.01) А61D 19/00, А61К 31/385 (2006/01), А61Р 15/00, В82У 5/00. Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів/ **Усенко С. О.**, Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Каплуненко В. Г., Пащенко А. Г., Усенко О. О., Павлова І. В., Ступарь І. І., Бондаренко О. М., Сокирко М. П., Невідничий О. С. Заявник Полтавська державна аграрна академія. – № у 2018 09937; заявлений 05/10/2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. № 4. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*

Статті в інших наукових виданнях

35. Методика визначення вітамінів А, Е і загального холестерину в різних тканинах свиноматок і плодів / В. Ф. Коваленко, А. М. Шостя, О. І. Цебржинський, **С. О. Усенко** *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава, 2005. С. 114–118. *(Дисертант модифікував методику визначення вітамінів А і Е у тканинах тварин та виклав результати досліджень).*
36. Коваленко В.Ф., Шостя А.М., **Усенко С.О.** До методики визначення вітаміну С у тканинах тварин. *Сучасні методики досліджень у свинарстві*. Полтава, 2005. С.119–121. *(Дисертант модифікував методику визначення вітаміну С у тканинах тварин та виклав результати досліджень).*

Опубліковані праці апробаційного характеру

37. Сучасні методи підвищення відтворювальної функції свиней / А. М. Шостя, **С. О. Усенко**, О. С. Невідничий [та ін.] // *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України*. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 12 жовтня 2017 р.) / за заг. ред. проф. М.В. Гриньової. Полтава: Астроя, 2017. С. 75–79. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
38. **Усенко С.О.**, Шостя А.М. Штучне осіменіння свиноматок малими дозами сперми. *Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Чернігів, 03–05 травня 2018 р.). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018. С. 89–90. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
39. Ефективні репродуктивні біотехнології у свинарстві / **С.О. Усенко**, А. М. Шостя, Ю. С. Скрипник, О. О. Усенко *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ; за заг. ред. проф. Пилипенка С.В. Полтава: Астроя, 2018. С. 236–238. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).
40. **Усенко С. О.**, Шостя А. М. Новий метод штучного осіменіння свиноматок. *Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта* : матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 12–13 березня 2020 р.). Полтава : ПУЕТ, 2020. С. 179–181. (Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).

41. **Усенко С.О.**, Шостя А.М. Пероксидне окиснення у спермі при різних температурах зберігання за корекції мінерального живлення кнурів-плідників. *Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів* (м. Дніпро, 6–7 травня 2020 р.). Дніпро, 2020. С. 62–64. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).*
42. Усенко С.О. Циклічна лабільність прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок. *Актуальні проблеми фізіології тварин* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020 р.). Полтава : РВВ ПДАА, 2020. С. 100–101.
43. Теорія циклічної лабільності прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу усвинок / **С. О. Усенко**, В. Ф. Коваленко, В. Г. Стояновський, А. М. Шостя [та ін.] // *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 22–23 жовтня 2020 р.) Полтава: Астроя, 2020. С. 236–238. *(Здобувач провів дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготовці статті до друку).*
44. Усенко С.О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників за корекції мінерального живлення. *Актуальні питання технології продукції тваринництва: Збірник статей за результатами V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції* (м. Полтава, 29–30 жовтня 2020 р.) Полтава, 2020. С. 17–23.

Патенти України на корисну модель



УКРАЇНА

(19) (UA)

(11) **67054 A**

(51) 7 **A61B5/00,
C07D307/62**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**

**Деклараційний патент
на винахід**

видано відповідно до Закону України
"Про охорону прав на винаходи і корисні моделі"

Голова Державного Департаменту
інтелектуальної власності

М. Паладій



(21) 2003065510

(22) 13.06.2003

(24) 15.06.2004

(46) 15.06.2004. Бюл. № 6

(72) Коваленко Віктор Федорович, Шостя Анатолій Михайлович, Усенко Світлана
Олексіївна

(73) ІНСТИТУТ СВИНАРСТВА ІМ. О.В.КВАСНИЦЬКОГО УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК

(54) СПОСІБ ПРИСКОРЕНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВІТАМІНУ С ТА ЙОГО
ІЗОМЕРІВ У СПЕРМІ КНУРІВ









Акти про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес ВНЗ України

<p style="text-align: center;">Погоджено</p> <p>Проректор з навчальної і виховної роботи ІНУ БіП України  Кваша С.М. « » 20 р.</p>	<p style="text-align: center;">Затверджую</p> <p>Перший проректор ІНУ БіП України  ІНУ БіП України 16019 п. в.  « » 20 р.</p>
<p>Акт про впровадження / використання результатів докторської дисертаційної роботи у навчальний процес</p>	
<p>1. Викладені в інформаційному листі дані дисертаційної роботи на тему: «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Усенко Світланою Олексіївною, використовуються у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Біотехнологія у тваринництві» при підготовці фахівців ОС «Бакалавр» зі спеціальності 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.</p> <p>2. Матеріали наукової роботи Усенко С. О. розглянуто на засіданні кафедри генетики, розведення та біотехнології тварин і використовується при викладанні матеріалу студентам з навчальної дисциплін «Біотехнологія у тваринництві» (протокол № 1 від 25 серпня 2020 року)</p>	
<p>Декан факультету тваринництва та водних біоресурсів канд. с.–г. наук, доцент</p> <p>Заступник декана з навчально-виховної роботи та соціальних питань канд. с.–г. наук, доцент</p> <p>Завідувач кафедрою генетики, розведення та біотехнології тварин д. с.–г. наук, професор</p>	<p> Кондратиюк В. М.</p> <p> Грищенко С. М.</p> <p> Рубан С. Ю.</p>

Продовження додатку В

ЗАТВЕРДЖУЮ:



Акт

про впровадження результатів
дисертаційної роботи у навчальний процес

Цим актом стверджується, що результати дисертаційної роботи «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Усенко Світланою Олексіївною, впроваджено у навчальний процес під час читання лекцій та проведення лабораторних занять з дисципліни «Фізіологія тварин» при підготовці фахівців освітніх ступеней «Магістр» за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина» та «Бакалавр» за спеціальністю 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. і використовуються у науково-дослідній роботі кафедри нормальної і патологічної фізіології тварин Харківської державної зооветеринарної академії.

Матеріали наукової роботи Усенко Світлани Олексіївни розглянуто та схвалено на засіданні кафедри нормальної і патологічної фізіології тварин Харківської державної зооветеринарної академії (протокол № 5 від « 23 » вересня 2020 р.).

Завідувач кафедри нормальної і
патологічної фізіології тварин,
д.вет.н., професор

A handwritten signature in black ink, appearing to read "I.L. Zhukova".

І.Л.Жукова

Продовження додатку В

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи



Ю.І. Данько

2020р.

Акт

про впровадження / використання результатів
докторської дисертаційної роботи у навчальний процес

1. Викладені в інформаційному листі дані дисертаційної роботи на тему: «Прооксидантно - антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Усенко Світланою Олексіївною, використовуються у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Морфологія, фізіологія, біохімія тварин» при підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».

2. Матеріали наукової роботи Усенко С.О. розглянуто на засіданні кафедри анатомії, нормальної та патологічної фізіології і використовується при викладанні матеріалу студентам з навчальної дисципліни «Морфологія, фізіологія, біохімія тварин» (протокол № 8 від 14 грудня 2020 року).

Погоджено:

Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи

В.М. Жмайлов

Декан факультету
ветеринарної медицини

О.Л. Нечипоренко

Завідувач кафедри анатомії, нормальної
та патологічної фізіології,
д. вет. н., професор

М.Д. Камбур

Продовження додатку В**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної та
методичної роботи
Одеського державного аграрного університету
кандидат педагогічних наук,
доцент _____ І. В. Малецька



«01» вересня 2020р.

Акт**про впровадження / використання результатів
докторської дисертаційної роботи у навчальний процес**

1. Викладені в інформаційному листі дані дисертаційної роботи на тему: «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, підготовлені здобувачем Усенко Світланою Олексіївною, використовуються у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Технологія виробництва продукції свинарства» при підготовці фахівців I рівня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.

2. Матеріали наукової роботи Усенко С. О. розглянуто на засіданні кафедри технології виробництва продукції тваринництва і використовується при викладанні матеріалу студентам з навчальної дисципліни «Технологія виробництва продукції свинарства» (протокол № 1 від 27 серпня 2020 року).

Професор, завідувач кафедри технології
виробництва і переробки продукції тваринництва

підготував
проф. Сусол Р. Л.
067-919-84-82

Р. Л. Сусол

Продовження додатку В

«ПОГОДЖЕНО»

Проректор з наукової роботи
Дніпровського державного
аграрно-економічного
університету, доктор біологічних
наук, професор

 Ю. І. Грицан
«03» вересня 2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор – проректор
з навчальної роботи
Дніпровського державного
аграрно-економічного
університету, кандидат с.-г. наук
професор,

 Д. М. Онопрієнко
«03» вересня 2020 р.



А К Т

про впровадження результатів
докторської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Усенко Світлани Олексіївни на тему: «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора ветеринарних наук зі спеціальності 211 «Ветеринарна медицина», за спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, впроваджено у навчальну програму під час викладання дисципліни «Фізіологія тварин» на кафедрі фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин у підготовці фахівців ОС «Магістр» зі спеціальності 211 «Ветеринарна медицина» у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті.

Декан факультету ветеринарної
медицини, к.вет.н., доцент



І. А. Бібен

Завідувач кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин,
к.б.н., професор



Л. М. Степченко

Продовження додатку В


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Професор кафедри науково-педагогічної,
 наукової роботи
 Чортківської державної аграрної академії
 економіки та сільськогосподарських наук,
 Олександр Олександрович Горб
 Олег ГОРБ
 «21» листопада 2020 р.

Акт
про впровадження / використання результатів
докторської дисертаційної роботи у навчальний процес

1. Викладені в інформаційному листі дані дисертаційної роботи на тему: «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Усенко Світланою Олексіївною, використовуються у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Фізіологія сільськогосподарських тварин» при підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.

2. Матеріали наукової роботи Усенко С.О. розглянуто на засіданні кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин і використовуються при викладанні матеріалу студентам з навчальної дисципліни «Фізіологія сільськогосподарських тварин» (протокол № 4 від 20 листопада 2020 року).

Завідувач кафедри нормальної і патологічної
 анатомії та фізіології тварин,
 д. вет. н., професор



Василь БЕРДНИК

Продовження додатку В

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Вищого навчального закладу

УКООПСПЛКИ

«Полтавський університет економіки і торгівлі»

доктор історичних наук, професор



 Олексій НЕСТУЛЯ

«03» вересня 2020 р.

Акт

**про впровадження / використання результатів
докторської дисертаційної роботи у навчальний процес**

1. Викладені в інформаційному листі дані дисертаційної роботи на тему: «Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у свиней залежно від фізіологічного стану та способів корекції», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Усенко Світланою Олексіївною, використовуються у навчальному процесі при викладанні дисципліни «Загальна біотехнологія» при підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності Біотехнології та біоінженерія.

2. Матеріали наукової роботи Усенко С.О. розглянуто на засіданні кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи і використовуються при викладанні матеріалу студентам з навчальної дисципліни «Загальна біотехнологія» (протокол № 1 від 03 вересня 2020 року).

Завідувач кафедри товарознавства, біотехнології,
експертизи та митної справи,
д. с.-г. н., професор



Габрієлла БІРТА

Акти про впровадження результатів НДР

<p>ПОГОДЖЕНО Проректор з наукової, науково-педагогічної роботи Полтавської державної аграрної академії</p> <p>О.О. Горб</p> <p>20 <u>18</u> р.</p>	<p>ЗАТВЕРДЖЕНО Директор ДП «Дослідне господарство імені Декабристів Інституту свинарства і АПВ НААН»</p> <p>В.Г. Цибенко</p> <p>20 <u>18</u> р.</p>
	
<p>про впровадження результатів науково-дослідних робіт</p>	
<p>Даним актом стверджується, що «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок» використовується у роботі ДП «Дослідне господарство імені Декабристів Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН».</p>	
<p><u>Початок – 2017 р.</u></p>	<p><u>Закінчення – 06. 2018 р.</u></p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид впроваджених робіт. «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок». 2. Масштаби впровадження. 80 свинок. 3. Новизна результатів науково-дослідних робіт. Штучне осіменіння свинок миргородської породи проводять через 30-36 годин після чіткого встановлення рефлексу нерухомості шляхом введення однієї спермодози об'ємом 50 мл, що містить 1-3 млрд сперматозоїдів, у цервікс при глибині проникнення катетера 7-12 см. Це забезпечує більш суттєвий відсоток запліднення свинок (80-90%) та кількість живих новонароджених поросят (10,5-10,9 гол.), ніж за використання традиційного методу. Використання пропонованого способу інтрацервікального штучного осіменіння ремонтних свинок дає можливість знизити кількість їх перегулів, дозволяє збільшити прибуток та рівень рентабельності. 	

Продовження додатку Г

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової, науково-педагогічної роботи Полтавської державної аграрної академії

О.О. Горб
_____ 2018 р.

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Директор ДП «Дослідне господарство «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН»

Л.Г. Сокирко
_____ 2018 р.

**Акт****про впровадження результатів науково-дослідних робіт**

Даним актом стверджується, що «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок» використовується у роботі ДП «Дослідне господарство «Степне» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН».

Початок – 2016 р.

Закінчення – 2017 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок».
2. **Масштаби впровадження.** 90 свинок.
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Штучне осіменіння свинок проводять через 30-36 годин після чіткого встановлення рефлексу нерухомості шляхом введення однієї спермодози об'ємом 50 мл, що містить 1-3 млрд сперматозоїдів, у цервікс при глибині проникнення катетера 7-12 см. Це забезпечує більш суттєвий відсоток запліднення свинок та кількість живих новонароджених поросят (9,5-11,5 гол.), ніж за використання традиційного методу. Використання пропонованого способу ремонтних свинок дає можливість знизити кількість їх перегулів.

Продовження додатку Г

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової, науково-педагогічної роботи Полтавської державної аграрної академії



О.О. Горб
_____ 20/19 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор «Приватного акціонерного товариства "Племсервіс"»



О.П. Корягін
_____ 20/19 р.

Акт**про впровадження результатів науково-дослідних робіт**

Даним актом стверджується, що «Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней» використовується у роботі «Приватного акціонерного товариства "Племсервіс"».

Початок – 2018 р.

Закінчення – 2019 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** «Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней».
2. **Масштаби впровадження.** 10 кнурів-плідників, 90 ремонтних свинок.
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней, в основі якого є використання вітамінної добавки, що містить легкозасвоювані вітамін А, вітамін Е та вітамін С, нормалізує метаболічні процеси, покращує якість спермопродукції, функціональну активність сперматозоїдів кнурів-плідників, підвищує заплідненість свинок на 10-18%, кількість живих новонароджених поросят з більшою масою на 10-15%.

Додаток Д

Раціони для різних вікових груп ремонтних свинок

Раціон для ремонтних свинок

(жива маса 40–50 кг)

Добове споживання корму – 2,30 кг.

Добова поживність корму – 2,68 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,16 корм. од.

Окупність корму – 5,64 к. од./ кг маси приросту

Норма потреби зазначена під приріст маси за добу – 600 г

Теоретично можливий приріст маси за добу- 505 г:

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за добу	Відсоток вмісту в кормі замасою	Відсоток вмісту в кормі за поживністю
Ячмінь подрібнений	713	31	31,7
Кукурудза подрібнена	690	30	31,5
Пшениця подрібнена	460	20	20,3
Макуха соняшникова	230	10	7,5
Макуха соєва	207	9	9,1
Солі	8		
Крейди	3		
Трикальційфосфату	31		
Разом	2342	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять.

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	868,30	1000,00	746,48
Кормові одиниці	1,16	1,34	1,00
Обмін енергії, МДж	13,45	15,49	11,57
Сирого протеїну, г	151,23	174,17	130,10
Перетравного протеїну, г	112,07	129,07	96,35
Лізину, г	6,13	7,06	5,27
Метіонін+цистин, г	5,13	5,90	4,41
Клітковини, г	50,64	58,32	43,54
Кальцію, г	7,83	9,01	6,73
Фосфору, г	6,52	7,51	5,61
Магнію, г	0,86	1,00	0,74
Калію, г	6,09	7,01	5,23
Натрію, г	1,78	2,05	1,53
Хлору, г	2,95	3,40	2,53
Заліза, мг	68,27	78,62	58,69
Міді, мг	5,62	6,47	4,83
Цинку, мг	29,41	33,88	25,29
Марганцю, мг	18,45	21,25	15,86
Кобальту, мг	0,17	0,20	0,15
Йоду, мг	0,23	0,26	0,20
Каротину, мг	1,48	1,7	1,27
Вітаміну Д, мг	1,35	1,56	1,16
Вітаміну Е, мг	27,41	31,57	23,56
Вітаміну В ₁ , мг	4,22	4,86	3,63
Вітаміну В ₂ , мг	1,92	2,21	1,65
Вітаміну В ₅ , мг	31,18	35,91	26,81

**Раціон для ремонтних свинок
(жива маса 50-60 кг)**

Парувальний період

Добове споживання корму – 2,50 кг.

Добова поживність корму – 2,91 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,16 корм. од.

Окупність корму – 5,78 к. од./ кг маси приросту.

Норма потреби зазначена під приріст маси за добу – 600 г.

Теоретично можливий приріст маси за добу- 535 г.

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за добу	Відсоток вмісту в кормі замасою	Відсоток вмісту в кормі за поживністю
Ячмінь подрібнений	775	31	31,7
Кукурудза подрібнена	750	30	31,5
Пшениця подрібнена	500	20	20,3
Макуха соняшникова	250	10	7,5
Макуха соєва	225	9	9,1
Солі	8		
Крейди	7		
Трикальційфосфату	32		
Разом	2547	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	868,30	1000,00	746,48
Кормові одиниці	1,16	1,34	1,00
Обмін енергії, МДж	13,45	15,49	11,57
Сирого протеїну, г	151,23	174,17	130,01
Перетравного протеїну, г	112,07	129,07	96,35
Лізину, г	6,13	7,06	5,27
Метіонін+цистин, г	5,13	5,90	4,41
Клітковини, г	50,64	58,32	43,54
Кальцію, г	8,00	9,21	6,88
Фосфору, г	6,40	7,37	5,50
Магнію, г	0,86	1,00	0,74
Калію, г	6,09	7,01	5,23
Натрію, г	1,76	2,03	1,51
Хлору, г	2,92	3,36	2,51
Заліза, мг	68,27	78,62	58,69
Міді, мг	5,62	6,47	4,83
Цинку, мг	29,41	33,88	25,29
Марганцю, мг	18,45	21,25	15,86
Кобальту, мг	0,17	0,20	0,15
Йоду, мг	0,23	0,26	0,20
Каротину, мг	1,48	1,7	1,27
Вітаміну Д, мг	1,35	1,56	1,16
Вітаміну Е, мг	27,41	31,57	23,56
Вітаміну В ₁ , мг	4,22	4,86	3,63
Вітаміну В ₂ , мг	1,92	2,21	1,65
Вітаміну В ₅ , мг	31,18	35,91	26,81

**Раціон для ремонтних свинок
(жива маса 60–70 кг)**

Добове споживання корму – 2,65 кг.

Добова поживність корму – 3,08 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,16 корм. од.

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за добу	Відсоток вмісту в кормі за масою	Відсоток вмісту в кормі
Ячмінь подрібнений	821	31,0	31,7
Кукурудза подрібнена	795	30,0	31,5
Пшениця подрібнена	530	20,0	20,3
Макуха соняшникова	265	10,0	7,5
Макуха соєва	238	9,0	9,1
Солі	9		
Крейди	6		
Трикальційфосфату	34		
Разом	2699	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	868,30	1000,0	746,48
Кормові одиниці	1,16	1,34	1,00
Обмін енергії, МДж	13,45	15,49	11,57
Сирого протеїну, г	151,23	174,17	130,01
Перетравного протеїну, г	112,07	129,07	96,35
Лізину, г	6,13	7,06	5,27
Метіонін+цистин, г	5,13	5,90	4,41
Клітковини, г	50,64	58,32	43,54

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Кальцію, г	7,92	9,13	6,81
Фосфору, г	6,42	7,39	5,51
Магнію, г	0,86	1,00	0,74
Калію, г	6,09	7,01	5,23
Натрію, г	1,77	2,04	1,52
Хлору, г	2,94	3,38	2,52
Заліза, мг	68,27	78,62	58,69
Міді, мг	5,62	6,47	4,83
Цинку, мг	29,41	33,88	25,29
Марганцю, мг	18,45	21,25	15,86
Кобальту, мг	0,17	0,20	0,15
Йоду, мг	0,23	0,26	0,20
Каротину, мг	1,48	1,70	1,27
Вітаміну Д, мг	1,35	1,56	1,16
Вітаміну Е, мг	27,41	31,57	23,56
Вітаміну В ₁ , мг	4,22	4,86	3,63
Вітаміну В ₂ , мг	1,92	2,21	1,65
Вітаміну В ₅ , мг	31,18	35,91	26,81

**Раціон для ремонтних свинок
(жива маса 80-120 кг)**

Добове споживання корму – 3,10 кг.

Добова поживність корму – 3,61 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,16 корм. од.

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за лобу	Відсоток вмісту в кормі за масою	Відсоток вмісту в кормі за
Ячмінь подрібнений	961	31,0	31,7
Кукурудза подрібнена	930	30,0	31,5
Пшениця подрібнена	620	20,0	20,3
Макуха соняшникова	310	10,0	7,5
Макуха соєва	279	9,0	9,1
Солі	4		
Креїди	10		
Трикальційфосфату	30		
Разом	3144	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	868,30	1000,0	746,48
Кормові одиниці	1,16	1,34	1,00
Обмін енергії, МДж	13,45	15,49	11,57
Сирого протеїну, г	151,23	174,17	130,01
Перетравного протеїну, г	112,07	129,07	96,35
Лізину, г	6,13	7,06	5,27
Метіонін+цистин, г	5,13	5,90	4,41

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Клітковини, г	50,64	58,32	43,54
Кальцію, г	7,10	8,17	6,10
Фосфору, г	5,81	6,69	4,99
Магнію, г	0,86	1,00	0,74
Калію, г	6,09	7,01	5,23
Натрію, г	1,00	1,15	0,86
Хлору, г	1,79	2,06	1,54
Заліза, мг	68,27	78,62	58,69
Міді, мг	5,62	6,47	4,83
Цинку, мг	29,41	33,88	25,29
Марганцю, мг	18,45	21,25	15,86
Кобальту, мг	0,17	0,20	0,15
Йоду, мг	0,23	0,26	0,20
Каротину, мг	1,48	1,70	1,27
Вітаміну Д, мг	1,35	1,56	1,16
Вітаміну Е, мг	27,41	31,57	23,56
Вітаміну В ₁ , мг	4,22	4,86	3,63
Вітаміну В ₂ , мг	1,92	2,21	1,65
Вітаміну В ₅ , мг	31,18	35,91	26,81

Додаток Е

Раціони для кнурів-плідників різного віку

Раціон для основних кнурів-плідників

(жива маса 200 - 250 кг)

Парувальний період

Добове споживання корму – 3,7 кг.

Добова поживність корму – 3,83 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,13 корм. од.

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за добу	Відсоток вмісту в кормі за масою	Відсоток вмісту в кормі за поживністю
Ячмінь подрібнений	952	28,0	29,6
Кукурудза подрібнена	1020	30,0	32,5
Пшениця подрібнена	510	15,0	15,7
Макуха соняшникова	476	14,0	10,8
Макуха соєва	289	8,5	8,8
Борошно люцернове	153	4,5	2,5
Солі	8		
Крейди	3		
Трикальційфосфату	47		
Разом	3458	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	872,52	1000,00	775,33
Кормові одиниці	1,13	1,29	1,00
Обмін енергії, МДж	13,11	15,02	11,63
Сирого протеїну, г	160,19	183,59	142,34
Перетравного протеїну, г	119,13	136,53	105,86
Лізину, г	6,69	7,66	5,94
Метіонін+цистин, г	5,53	6,33	4,91
Клітковини, г	68,14	78,09	60,55
Кальцію, г	8,24	9,44	7,32
Фосфору, г	6,76	7,75	6,01
Магнію, г	1,09	1,25	0,97
Калію, г	6,92	7,93	6,15
Натрію, г	1,53	1,75	1,36
Хлору, г	2,52	2,89	2,24
Заліза, мг	78,62	90,11	69,86
Міді, мг	6,62	7,59	5,88
Цинку, мг	31,45	36,04	27,95
Марганцю, мг	19,28	22,10	17,13
Кобальту, мг	0,19	0,22	0,17
Йоду, мг	0,24	0,27	0,21
Каротину, мг	7,22	8,27	6,42
Вітаміну Д, мг	3,98	4,56	3,54
Вітаміну Е, мг	28,61	32,79	25,42
Вітаміну В ₁ , мг	4,27	4,90	3,80
Вітаміну В ₂ , мг	2,68	3,07	2,38
Вітаміну В ₅ , мг	28,21	32,33	25,07

Раціон для основних кнурів-плідників
(жива маса 250 - 300 кг)

Парувальний період

Добове споживання корму – 4,0 кг.

Добова поживність корму – 4,16 к. од.

Поживність 1 кг корму – 1,13 корм. од.

Перелік кормових інгредієнтів, включених до складу раціону

Вид корму	г/гол за добу	Відсоток вмісту в кормі за масою	Відсоток вмісту в кормі за поживністю
Ячмінь подрібнений	1036	28,0	29,6
Кукурудза подрібнена	1110	30,0	32,5
Пшениця подрібнена	555	15,0	15,7
Макуха соняшникова	518	14,0	10,8
Макуха соєва	315	8,5	8,8
Борошно люцернове	167	4,5	2,5
Солі	13		
Крейди	7		
Трикальційфосфату	46		
Разом	3766	100,0	100,0

До відсотку вмісту за масою мінеральні добрива не входять

Показники якості створеного раціону

Показники	В 1 кг корму	В 1 кг сухої речовини	На 1-ну кормову одиницю
Сухі речовини, г	872,52	1000,00	775,33
Кормові одиниці	1,13	1,29	1,00
Обмін енергії, МДж	13,11	15,02	11,65
Сирого протеїну, г	160,18	183,59	142,34
Перетравного протеїну, г	119,12	136,53	105,86
Лізину, г	6,69	7,66	5,94
Метіонін+цистин, г	5,53	6,33	4,91
Клітковини, г	68,14	78,09	60,55
Кальцію, г	8,11	9,29	7,20
Фосфору, г	6,49	7,43	5,76
Магнію, г	1,09	1,29	0,97
Калію, г	6,92	7,93	6,15
Натрію, г	1,92	2,20	1,71
Хлору, г	3,10	3,55	2,75
Заліза, мг	78,62	90,11	69,86
Міді, мг	6,62	7,59	5,88
Цинку, мг	31,45	36,04	27,95
Марганцю, мг	19,28	22,10	17,13
Кобальту, мг	0,19	0,22	0,17
Йоду, мг	0,24	0,27	0,21
Каротину, мг	7,22	8,27	6,41
Вітаміну Д, мг	3,98	4,56	3,54
Вітаміну Е, мг	28,61	32,79	25,42
Вітаміну В ₁ , мг	4,27	4,90	3,80
Вітаміну В ₂ , мг	2,68	3,07	2,38
Вітаміну В ₅ , мг	28,21	32,33	25,07