

Інститут свинарства і агропромислового виробництва
Національна академія аграрних наук України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнології імені
С.З. Гжицького

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РОКОТЯНСЬКА ВІКТОРІЯ ОЛЕКСІЇВНА

УДК 612.014, 636.4.

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОСОБЛИВОСТІ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ГОМЕОСТАЗУ У
СПЕРМІ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ЗА КОРЕКЦІЇ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОГО
ЖИВЛЕННЯ**

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

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

_____ **В.О. Рокотянська**

Науковий керівник:

Шостя Анатолій Михайлович,

доктор сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

заслужений діяч науки і техніки України

Львів – 2020

АНОТАЦІЯ

Рокотянська В.О. Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дослідження були проведені в умовах лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, племінного заводу з розведення свиней великої білої породи ДПДГ «Степне» ІС і АПВ НААН.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин. – Інституту свинарства і АПВ НААН; Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького, Львів, 2020.

Вперше досліджено особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року та за корекції вітамінно-мінерального живлення.

Поглиблено знання ролі прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у забезпеченні репродуктивної функції свиней, що надає йому більш вагомому значення в фізіології розмноження тварин. Вперше досліджено особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі і спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від режиму їх використання.

Впроваджено новітні способи корекції якості спермопродукції кнурів-плідників за додаткового згодовування комплексу вітамінів А, Е, С, та встановлено взаємозв'язки окремих компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за якістю спермопродукції та відтворювальною здатністю свиноматок у період теплового стресу. Впроваджено новітні способи оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та підвищення репродуктивної здатності кнурів-плідників шляхом додаткового згодовування лактатів Zn, Se, Cu і Fe.

Вивчено вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe на якість сперми кнурів-плідників для оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермодозах та підвищення запліднювальної здатності спермійв.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання щодо формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників залежно від окремих факторів та на цій основі розроблено новітні способи підвищення їх репродуктивної здатності.

Результати досліджень, їх аналіз та статистична обробка:

Залежно від сезону року якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників змінюються. Найвищими значеннями спермопродукції тварини характеризуються у весняний період. Улітку якість сперми у кнурів-плідників вірогідно знижується: маса еякуляту – 11,5 %; концентрація спермійв – 27,1 %; загальна кількість спермійв – 26,7 %; рухливість спермійв – 8,3 %; та їх виживаність на 13,4 %. Такі зміни супроводжуються істотним зниженням активності каталази, та суттєвим накопиченням вмісту ТБК-активних комплексів. Відсоток опоросів найбільший навесні, з подальшим зниженням улітку на 23,1 %, та восени на 6,6 %, із подальшим підвищенням до зимового періоду, на 29 % стосовно мінімального показника влітку. Багатоплідність свиноматок найбільша взимку, (на 3,56 % більше від весняного періоду), та найменша влітку (на 5,9 %).

Запліднювальна здатність спермійв у різні пори року неоднакова. Найбільший показник запліднювальної здатності свиноматок спостерігається навесні, (на 25,2 % більше, ніж влітку та на 8,4 % - ніж восени), з подальшим підвищенням до зимового періоду, коли він на 30,6 % більший, ніж улітку. Найбільше свиноматок опоросилося навесні з подальшим зниженням улітку на 23,1 % та на 6,6 % восени, та підвищенням до зими, коли їх опоросилося на 29 % більше за мінімальний літній показник. Середня кількість народжених поросят, була найбільшою взимку, (на 3,5 % більше ніж весною), а влітку - на 5,9 % меншою порівняно із зимовим періодом.

Підвищення інтенсивності використання кнурів-плідників (два та три рази на тиждень порівняно з одноразовим використанням) приводить до зменшення маси

еякуляту, концентрації сперміїв і їх рухливості. Однак виживаність сперміїв за дворазового режиму використання кнурів-плідників істотно вища за одноразове та триразове отримання сперми, що, очевидно, зумовлено вищою ємністю системи антиоксидантного захисту у першому випадку.

Додавання кнурам-плідникам до кормосуміші вітамінів А, Е і С, у дозі на 10 % більше від норми, у період теплового стресу, підвищує масу еякуляту на 6,1 %, рухливість сперміїв на 8,3 % ($p < 0,05$), на 60-ту добу використання цього раціону, та збільшує концентрацію сперміїв на 27,3 % і їх виживаність на 53,3 % ($p < 0,001$), у заключний період експерименту (90-та доба). Підвищення кількості введення даних вітамінів до 20 % понад норму позитивно впливало на отримання біологічно повноцінних еякулятів кнурів-плідників у вигляді підвищення рухливості сперміїв на 6,2 % ($p < 0,05$, 30-та доба), збільшення маси еякуляту на 29,5 %, і концентрації сперміїв на 13,3 % (60-та доба) та покращення їх виживаності на 60 % ($p < 0,001$, 90-та доба).

Згодовування кнурам-плідникам кормосуміші з додатковою кількістю вітамінів А, Е і С у період теплового стресу на 30-ту добу, підвищує запліднюючу здатність свиноматок на 10,7 %, збільшує кількість свиноматок, які опоросилися, на 10,7 %, кількість поросят у II-ій та III-ій групах на 7,0 % та 10,7 % відповідно.

Згодовування вітамінної добавки кнурам-плідникам протягом 60-ти діб збільшує запліднюючу здатність сперміїв у II-ій та III-ій групах, відповідно, на 9,1 % та 18,2 %. Кількість поросят тут зросла, відповідно, на 9,4 % та 11,3 %. У заключний період експерименту запліднююча здатність сперміїв зросла у II-ій та III-ій групах на 18,2 %, а багатоплідність свиноматок, відповідно, на 12,4 та 9,5 %.

Установлено, що додавання кнурам-плідникам лактатів Zn, Se, Cu і Fe, на 10 % більше від норми, збільшує концентрацію сперміїв на 21,7 %, загальну їх кількість на 33,6 % і підвищує рухливість сперміїв на 7,2 % на 30-ту добу експерименту. Такий ефект зберігається до закінчення основного періоду та проявляється у збільшенні маси еякуляту на 29,2 % та виживаності сперміїв на 17,1 %, оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту.

Додавання лактатів мікроелементів на 20 % більше від норми кнуррам-плідникам позитивно впливає на отримання біологічно-повноцінних еякулятів, на 30-ту добу спостерігається вища рухливість сперміїв на 11,3 % ($p < 0,05$), їх концентрація на 28,7 %, та загальна кількість сперміїв на 82,9 % ($p < 0,01$). Дана закономірність зберігається до закінчення основного періоду (60-та доба) та виражається в отриманні більшої маси еякуляту на 63,4 %, та кращій виживаності сперміїв на 32,5 %. Крім того за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту послаблюються процеси пероксидного окиснення.

На 30 добу додавання лактатів у дозах на 10 % та 20 % більших від норми збільшуються показники багатоплідності у свиноматок на 4,7 % та 10,7 % порівняно з контролем. Запліднююча здатність сперміїв на 60-ту добу згодовування кормосуміші з підвищеними рівнями лактатів зростає у II-ій та III-ій групах на 16,6 % та 8,3 %. Але багатоплідність свиноматок підвищується за цих умов незначно. У заключний період експерименту (90-та доба) дані показники знижуються.

Позитивний вплив на якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників після додаткового згодовування лактатів мікроелементів в дозі 10 % понад норму триває, щонайменше, 30 діб.

З'ясовано, що додавання мікроелементів у незначних кількостях збільшує виживаність сперміїв в межах 4,8 % до 11 %, та підвищує їх активність протягом 12-годинного інкубування. Встановлено, що додавання лактатів у збільшених дозах знижує рухливість сперміїв, підвищує їх виживаність в межах 5,6 % – 10 %, та знижує активність. Ці зміни відбуваються на тлі посилення антиоксидантного захисту.

Введення лактатів до цільної сперми в невеликих дозах стимулює процеси пероксидного окиснення: зростання концентрації дієнових кон'югатів у межах 14,8 % – 30,9 %, ТБК-активних комплексів від 11,4 % – 26,6 %. Аналогічне підвищення концентрації дієнових кон'югатів відмічено також у зразках розрідженої сперми від 10,5 % до 26,5 %.

Ключові слова: кнури-плідники, сперма, прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, лактати цинку, селену, купруму, ферума, вітамін А, вітамін Е, вітамін С, вітамінно-мінеральне живлення.

SUMMARY

Rokotianska V.O. Peculiarities of prooxidant-antioxidant homeostasis in sperm of boars with correction of vitamin and mineral nutrition. - Qualified scientific work on the rights of the manuscript.

The researches were conducted in the conditions of the laboratory of physiology of reproduction of Institute of Pig Breeding and agro-industrial production of NAAS of Ukraine, the pedigree factory on breeding pigs of the Large White breed of State enterprise "Stepne" of Institute of Pig Breeding and AIP of NAAS.

Disertation for a scientific degree of the candidate of agricultural sciences, specialty 03.00.13 – physiology of human and animals. - Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskoho, Lviv, 2019.

The peculiarities of the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis in sperm and sperm plasma of boars were studied for the first time, depending on the season of a year and correction of the vitamin and mineral nutrition.

The knowledge of the role of prooxidant-antioxidant homeostasis in ensuring the reproductive function of pigs is given, which gives it greater importance in the physiology of animal reproduction. The peculiarities of the formation of prooxidant - antioxidant homeostasis in sperm and sperm plasma of boars were studied for the first time, depending on the mode of their use.

New methods of correction of the quality of boar sperm production with additional feeding the complexes of vitamins A, E, C and interrelation of individual components of prooxidant-antioxidant homeostasis in boar sperm with the quality of sperm production and reproductive ability of sows in the period of thermal stress have been introduced. Newest methods for additional feeding of Zn, Se, Cu and Fe nanoacachelates have been introduced in the diet to optimize the prooxidant-antioxidant homeostasis and increase the reproductive capacity of boar boars.

Influence of Zn, Se, Cu and Fe nanoacachelates on the quality of boar sperm was studied to optimize prooxidant-antioxidant homeostasis in spermodoses and increase sperm fertilization capacity.

In the dissertation it is presented a theoretical generalization and a new solution to the scientific problem of the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis in the sperm of young boars, depending on individual factors, and on this basis new ways of enhancing their reproductive capacity were developed.

Research results, their analysis and statistical processing:

Depending on the season of a year, the quality and quantity of sperm production of boars changes. The highest values of sperm production are characterized by animals in the spring. In summer, the quality of sperm from boars is likely to decrease: ejaculate mass by 11.5 %, sperm concentration by 27.1 %, total sperm count by 26.7 %, sperm motility by 8.3 % and their survival by 13.4 %. Such changes are accompanied by a significant decrease in the activity of catalase, and a significant accumulation of the content of TBA-active complexes. The percentage of farrowing is the largest in spring, with a further decrease in summer by 23.1 %, and in autumn by 6.6 %, with a further increase until winter, by 29 % more than the minimum in summer.

The sows' multiplicity is the largest in winter, by 3.56 % more than in spring, and the smallest in summer by 5.93 %.

The fertilizing ability of sperm at different times of the year is different. The highest fertility rate of sows is observed in the spring, which is 25.2 % more than in summer and 8.4 % more than in autumn, with a further increase to the winter period, in which it is 30.6 % higher than in summer. The most sows had farrows in spring with a further decline by 23.1 % in summer and 6.6 % in autumn, with a further increase until winter when they had farrows by 29 % more than the minimum in summer. The average number of piglets born was the largest in winter, 3.5 % more than in spring and 5.9 % smaller in winter than in winter.

Increasing the use of boars - (two and three times a week compared to once a week) leads to a decrease in ejaculate volume, concentration and mobility. However, the survival of sperm in two-fold boar use is significantly higher than the one-off and three-fold sperm

production, which is obviously due to the higher capacity of the antioxidant protection system in the first case.

Adding boars to fodder mixtures of water-soluble forms of vitamins A, E and C, in the amount of 10 % higher than normal, during periods of heat stress, promotes ejaculate volume by 6.1 % and sperm motility by 8.3 % ($p < 0.05$), on the 60th day of this diet, and increased sperm concentration by 27.3 % and their survival by 53.3 % ($p < 0.001$), in the final experiment period. Increasing the amount of input of these vitamins up to 20 % above normal had a positive effect on receiving biologically complete ejaculates of boars relative to the control group in the form of increase in sperm motility by 6.2 % ($p < 0.05$, 30 days), volume increase ejaculate by 29.5%, and sperm concentration by 13.3 % (60th day) and improved their survival by 60 % ($p < 0.001$, 90th day).

Feeding the feed mixture with additional amounts of water-soluble forms of vitamins A, E and C during the heat stress of the boars, compared to the control group, contributes, for the 30th day, to increasing the fertility capacity of sows by 10.7 %, to increasing the number of sows that had farrows , by 10.7 %, the number of piglets in the 2nd and 3rd groups by 7 % and 10.7 %.

Feeding the vitamin supplement to boars for 60 days increases the fertilizing ability of sperm in the 2nd and 3rd groups, respectively, by 9.1 % and 18.2 % compared to the control. The number of piglets increased by 9.4 % and 11.3 %, respectively. In the final period of the experiment, the fertilizing capacity of sperm increased by 18.2 % in the 2nd and 3rd groups.

The multiplicity of sows in these groups increased by 12.4 and 9.5 %, respectively, compared to controls.

It was found that the addition of Zn, Se, Cu, and Fe nanoacquelates to boars, increased by 10 % from norm compared to the control group, increased sperm concentration by 21.7 %, total sperm count by 33.6 %, and increased sperm motility by 7.2% on the 30th day of the experiment. This effect persists until the end of the main period and is manifested in an increase in ejaculate volume by 29.2 % and a sperm survival rate of 17.1 %. It optimizes the course of peroxide oxidation processes by enhancing the antioxidant protection system.

Addition of trace elements of lactates is 20 % higher than normal for boars compared to the control group positively influences the production of biologically complete ejaculates, which is manifested in the form of higher sperm motility by 11.3 % ($p < 0.05$), sperm concentration 28.7 % and total sperm count by 82.9 % ($p < 0.01$) on the 30th day. This pattern persists until the end of the main period and results in more ejaculate volume by 63.4 % and better sperm survival by 32.5 %. And by strengthening the antioxidant protection system, the processes of peroxide oxidation are weakened.

For the 30th day of adding the lactate supplementation at doses 10 % and 20 % higher than normal, sows multiplicity rates increased by 4.7 % and 10.7 %, respectively, compared to the control. The fertilizing ability of spermatozoa for the 60th day of forage feeding with high levels of lactate increases in the 2nd and 3rd groups by 16.6 % and 8.3 %.

But the multiplicity of sows increases slightly under these conditions. In the final period of the experiment, these indexes decrease relative to control.

Positive impact on the qualitative and quantitative indices of semen production of boars-fetuses after additional feeding of lactates of trace elements in the amount of 10 % above the norm lasts for at least 30 days.

It has been found that the addition of trace elements in small quantities improves sperm survival between 4.8 % and 11 % and increases sperm activity during a 12-hour incubation. It was found that the addition of lactates at increased doses reduced sperm motility, increased sperm survival in the range of 5.6 % to 10 %, and reduced sperm activity; these changes occur against the background of increased antioxidant protection.

The introduction of lactates to native sperm in small doses stimulates the processes of peroxide oxidation: increasing the concentration of diene conjugates in the range of 14.8 % to 30.9 %, TBA-active complexes in the range of 11.4 % to 26.6 %. Similar increases in the concentration of diene conjugates were observed in diluted sperm samples in the range of 10.5 % to 26.5 %.

Key words: boars, sperm, prooxidant antioxidant homeostasis, zinc lactates, selenium, copper, iron, vitamin A, vitamin E, vitamin C, vitamin and mineral nutrition.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

1. Особливості процесів пероксидного окиснення у спермі кнурів-плідників залежно від пори року та інтенсивності їх використання / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко // *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 4. С. 34–38. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

2. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів Zn, Se, Cu і Fe / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] // *Аграрний вісник Причорномор'я*. Випуск 87–2. Одеса. 2018. С. 134–140. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

3. Особливості формування прооксидантно антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні вітамінної добавки / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, О. С. Невідничий, В. Г. Цибенко [та ін.] // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 2. С. 260–264. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

4. 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*. Полтава. 2018. Вип. 71. С. 116–123. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

5. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермальній плазмі кнурів плідників при згодовуванні наноаквахелатів / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] // *Свинарство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Полтава. 2018. Вип. 72.

С. 93–102. *(Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготуванні статті до друку).*

6. Вплив наноаквахелатів на якість спермопродукції у кнурів-плідників / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 7 (35). С. 156–160. *(Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготуванні статті до друку).*

7. **Рокотянська В. О.** Вплив наноаквахелатів на біологічну повноцінність сперміїв. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 3 С. 56-61.

Патенти на корисну модель:

8. Патент № 119099 U Україна, МПК А 61 D 19/02. Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок. С.О. Усенко, **В.О. Рокотянська**, Л.М. Кузьменко, А.М. Шостя [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 119099 U ; заявл. 3.04.2017; опубл. 11.09.2017; Бюл. № 17. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*

9. Патент № 132475 U Україна, Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів. С.О. Усенко, А.М. Шостя, **В.О. Рокотянська**, В.Г. Цибенко [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 132475 U; заявл. 05.10.2018; опубл. 25.02.2019; Бюл. № 4. *(Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу).*

10. Патент № 133103 U Україна, Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу. С. О. Усенко, А.М. Шостя, **В.О. Рокотянська**, В. І. Березницький [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 133103 U; заявл. 05.10.2018; опубл. 25.03.2019; Бюл. №. 6. *(Дисертант брав участь у розробленні способу).*

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Шостя А. М., **Рокотянська В. О.** Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників при згодовуванні вітамінної добавки. *Актуальні*

проблеми фізіології тварин: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 3–5 травня 2018 р.). (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготуванні статті до друку).

12. **Рокотянская В. А., Шостя А. М., Цыбенко В. Г.** Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в сперме хряков-производителей в зависимости от разных факторов. *Перспективы развития свиноводства стран СНГ: материалы международной научно-практической конференции (г. Жодино, 23–24 августа 2018 г.). (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брала участь у підготуванні статті до друку).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	15
ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	22
1.1. Фізіологічна роль прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі тварин.....	22
1.2. Фізіолого-біохімічні механізми перебігу прооксидантно-антиоксидантних процесів у забезпеченні відтворювальної функції ссавців	25
1.3. Роль радикалів Оксигену в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців.....	33
1.4. Вплив змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на репродуктивну функцію у самок ссавців.....	38
1.5. Обґрунтування напрямку роботи.....	45
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
2.1. Загальна схема досліджень.....	47
2.2. Аналітичні та статистичні дослідження.....	52
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
3.1. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року.....	54
3.2. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від режиму їх використання.....	59

3.3. Розроблення ефективних кормових добавок для оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та підвищення репродуктивної здатності кнурів-плідників.....	63
3.3.1. Вплив вітамінної добавки на якість спермопродукції та відтворювальну здатність кнурів-плідників.....	63
3.3.2. Вплив згодовування лактатів Zn, Se, Cu та Fe на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, якість спермопродукції та відтворювальну здатність кнурів-плідників.....	70
3.4. Особливості впливу лактатів Zn, Se, Cu та Fe на функціональну активність сперміїв та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу при введенні їх до сперми і спермодоз кнурів-плідників	78
3.5. Економічна ефективність результатів досліджень.....	103
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	107
ВИСНОВКИ.....	115
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120
ДОДАТКИ.....	142

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АК – аскорбінова кислота

АОЗ – антиоксидантний захист

АФО – активні форми Оксигену

ВБ – велика біла порода свиней

ВРПО – вільнорадикальне пероксидне окиснення

ГП – глутатіонпероксидаза

ГТ – відновлений глутатіон

ДАК – дегідроаскорбінова кислота

ДК – дієнові кон'югати

КТ – каталаза

ЛФ – лактат ферума

ЛК – лактат купруму

ЛС – лактат селену

ЛЦ – лактат цинку

О.Е. – одиниць екстинції

ПАГ – прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз

ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів

РО – вільні радикали Оксигену

СОД – супероксиддисмутаза

ТБК – тіобарбітурова кислота

ВСТУП

Актуальність теми. Серед головних проблем галузі свинарства ефективному використанню кнурів-плідників з високою племінною цінністю надається особлива увага, через їх істотний вплив на підвищення потенціалу продуктивності в цілому по стаду. Якість спермопродукції кнурів-плідників суттєво залежить від їх статевого навантаження, віку, пори року, умов годівлі [1, 2]. Це зумовлює пошук нових підходів у дорегуляції якості спермопродукції, у формуванні якої провідне значення належить прооксидантно-антиоксидантному гомеостазу [3]. Низькі показники спермопродукції кнурів-плідників є причиною зниження відтворювальної здатності свиноматок. Інтенсивне використання кнурів-плідників для штучного осіменіння свиней вимагає більш раннього віку їх уведення в основне стадо [4, 5].

Широке впровадження методу штучного осіменіння свиноматок стримується через незбалансованість програм годівлі, умов утримання та технологій отримання сперми і зберігання спермопродукції кнурів-плідників [6, 7]. Сперматозоїди, особливо їх плазматичні мембрани, що покривають акросому та хвіст, дуже чутливі до зміни умов отримання та використання еякулятів [8]. Рухливість сперміїв і патологічні зміни в них тісно пов'язані з перебігом процесів пероксидного окиснення [9, 10].

До тепер залишається малодослідженим питання впливу комплексних вітамінно-мінеральних добавок на кількісні та якісні показники спермопродукції, та репродуктивну функцію тварин загалом. Окремі дослідження свідчать про високу біологічну й екологічну ефективність використання хелатних сполук мікроелементів у годівлі тварин для оптимізації умов дозрівання сперміїв та здатності їх до руху [11, 12, 13].

Встановлення закономірностей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі для прогнозування фертильності тварин є одним із актуальних напрямків сільськогосподарської науки. Висока запліднююча здатність сперміїв супроводжується підвищеними рівнями активних форм Оксигену

та системи антиоксидантного захисту, що забезпечує нормальне запліднення, а її виснаження може викликати безпліддя [14]. Ці процеси контролюються станом прооксидантно-антиоксидантної системи, а зміни рівноваги приводять до зниження біологічної повноцінності сперміїв: порушення процесів їх формування, здатності до запліднення, загибелі зигот та ембріонів [15, 16].

Отже, розкриття закономірностей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та її плазмі дасть можливість розробити різні методи та способи корекції якості спермопродукції для подальшого отримання здорового і життєздатного потомства, а тому є актуальними як із теоретичної, так і практичної точки зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і АПВ НААН «Розробити технологію інтракорпорального штучного осіменіння свинок» (номер державної реєстрації 0116U005011, 2016–2018 рр.).

Мета роботи: з'ясувати особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників залежно від окремих факторів та на цій основі розробити новітні способи підвищення їх репродуктивної здатності.

Завдання дослідження:

1. Дослідити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року.

2. Дослідити особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від режиму їх використання.

3. З'ясувати зміни компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників та їх взаємозв'язки з якістю спермопродукції та відтворювальною здатністю свиноматок за згодовування вітамінів А, Е і С.

4. Вивчити вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe, доданих до раціону кнурів-плідників, на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі та їх відтворювальну здатність.

5. Вивчити вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe на функціональну активність сперміїв та стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу при введенні їх до сперми та спермодоз кнурів-плідників.

Об'єкт дослідження – прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі та його вплив на якість спермопродукції кнурів-плідників за корекції вітамінами та мікроелементами.

Предмет дослідження – показники, що характеризують фізіологічні процеси у статевій системі, пероксидне окиснення ліпідів і активність системи антиоксидантного захисту їх корекція в організмі кнурів-плідників за теплового стресу, залежно від пори року та інтенсивності використання кнурів-плідників.

Методи дослідження – фізіологічні (встановлення фізіологічних особливостей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників залежно від пори року та інтенсивності їх використання; дослідження впливу на організм тварини згодовування вітамінів А, Е, і С та лактатів Zn, Se, Cu і Fe), біохімічні (дослідження біохімічних показників цільної й розрідженої сперми та її плазми), статистичні (біометрична обробка цифрових даних), аналітичні (огляд літератури, аналіз і узагальнення отриманих результатів).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше встановлено фізіологічні особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року та режиму їх використання, що суттєво доповнюють сучасні уявлення про роль досліджуваних антиоксидантів у репродуктивній функції свиней та надає їм більшого значення у фізіології розмноження тварин.

На основі проведених досліджень вперше вивчено позитивний вплив комплексу вітамінів А, Е, С на якісні та кількісні показники сперми кнурів-плідників, за умов розвитку теплового стресу та доведено провідну роль компонентів прооксидантно-

антиоксидантного гомеостазу у забезпеченні процесів рухливості, виживаності та запліднювальної здатності сперміїв.

Отримано нові наукові дані щодо дозозалежного впливу лактатів Zn, Se, Cu і Fe на запліднюючу здатність сперміїв і багатоплідність свиноматок. Показано, що згодовування кормосуміші кнуррам-плідникам з додаванням лактатів вищезгаданих мікроелементів на 10 % і 20 % більше від норми, сприяє покращенню якості спермопродукції, насамперед, за рахунок підвищення функціональної активності сперміїв кнурів-плідників та оптимізації процесів пероксидації.

Встановлено, що уведення лактатів Zn, Se, Cu і Fe у цільну та розріджену сперму істотно підвищує рухливість та виживаність сперміїв за рахунок зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у напрямку прискорення процесів пероксидного окиснення.

Розроблено та науково обґрунтовано ефективність використання нових способів покращення відтворювальної функції кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення та підвищення запліднюваності свиноматок.

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

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені ефективні способи підвищення відтворювальної здатності кнурів-плідників в умовах теплового стресу шляхом уведення до основного раціону нових форм вітамінів: сухої мікрогранульованої форми ацетату ретинолу (вітамін А), DL- α -токоферолу поліетиленгліколь сукцинат (вітамін Е) та аскорбіновлі кислоти (вітамін С) у кристалічній формі, які покращують показники спермопродукції та функціональну активність сперміїв за рахунок підвищення рівня антиоксидантного захисту (Патент України на корисну модель № 133103), лактатів Zn, Se, Cu і Fe, які оптимізують стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі (Патент України на корисну модель № 132475).

Отримані вперше матеріали стосовно формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників

залежно від пори року та інтенсивності їх навантаження, доцільно використовувати в роботі науково-дослідних та виробничих лабораторій.

Запропоновані нові ефективні способи корекції прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу з метою підвищення відтворювальної здатності кнурів-плідників впроваджені у програми годівлі, використовуються для підвищення інтенсивності використання кнурів-плідників на станціях і пунктах штучного осіменіння в Державному підприємстві Дослідне господарство «Степне»; Державному підприємстві «Дослідне господарство імені Декабристів» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, що підтверджено актами впровадження.

Матеріали дисертації застосовуються в навчальній і науковій роботі кафедр: анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету; біохімії і фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого, Національного університету біоресурсів і природокористування України; інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії; фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, що підтверджується картками зворотного зв'язку.

Особистий внесок здобувача. Авторка самостійно провела пошук і аналіз літератури за обраною темою, організувала досліди та виконала весь обсяг запланованих експериментів, провела статистичну обробку отриманих результатів, їх інтерпретацію й виклала у вигляді наукових положень дисертаційної роботи. Аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних, формулювання висновків і пропозицій виробництву здійснено разом з науковим керівником. Частка автора у загальному обсязі виконаних робіт становить близько 95 %. З результатів проведених досліджень і публікацій із співавторами, за їх згодою, використано лише ті результати, які було одержано особисто здобувачем.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи повідомлені, обговорені та отримали схвалення на: щорічних засіданнях вченої ради Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН України у 2016–2018

рр.; Міжнародній науково-практичній конференції «Корми і кормові добавки та шляхи зниження собівартості продукції тваринництва» (м. Полтава, 29–30 вересня 2016 р.); Науково-практичній конференції «Корми і кормові добавки та шляхи зниження собівартості виробництва свинини і м'яса яловичини» (м. Полтава, 27 вересня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» (м. Харків, 31 травня – 1 червня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» (Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Чернігів, 3–5 травня 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку свиноводства стран СНГ» (г. Жодино, Беларусь, 23–24 августа 2018 г.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи висвітлені у 12 друкованих працях, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних, 2 – тези наукових доповідей, отримано та 3 патенти України на корисну модель, у яких достатньою мірою висвітлені основні положення дисертаційної роботи.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із: «Анотації», «Вступу», «Огляду літератури», «Вибору напрямів досліджень», «Матеріалів та методів досліджень», «Результатів власних досліджень», «Аналізу та узагальнення результатів досліджень», «Висновків», «Пропозицій виробництву», «Додатків». Дисертацію викладено на 159 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 27 таблиць, 7 рисунків і 5 додатків. Список літератури налічує 229 найменувань, з яких 139 – латиницею.

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фізіологічна роль прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі тварин

Дослідження різних шляхів формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу є однією з найбільш актуальних біологічних проблем у всьому світі. Можуть мати місце кілька причин необхідності з'ясування важливого значення реактивних Оксигену та Нітрогену в обміні речовин; ідентифікації біомаркерів окисного пошкодження; розкриття причин розвитку хронічних і гострих хвороб, викликаних оксидативним стресом через нестачу антиоксидантів.

Оксидативний стрес досить потужно впливає на ріст і розвиток організму тварин. Існують докази про зв'язок геному тварин із розвитком злоякісних пухлин і аутоімунних захворювань та залежність резистентності їх організму від проявів оксидативного стресу [9, 17, 18].

Упродовж останніх десятиріч накопичено значну кількість експериментальних даних щодо регулюючої дії активних форм Оксигену (АФО) на основні процеси життєдіяльності тварин, які перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [19].

Вільні радикали і АФО в цілому відіграють важливе значення в цілісності мембран, регуляції клітинного дихання та їх життєвого циклу в організмі тварин. Найбільш чутливими до змін ПАГ в організмі є статеві клітини. У спермі джерелом АФО є лейкоцити, а також мітохондрії та плазматичні мембрани сперміїв [20, 21].

Напружений перебіг окиснювальних процесів може привести до пошкодження ДНК сперміїв, що в свою чергу викликає пошкодження хромосом та негативно впливає на їх функцію. Здатність хромосом до окислювального пошкодження корелює з їхніми розмірами [22].

Ушкодження ДНК сперміїв часто приводить до безпліддя тварин. Запліднення яйцеклітини головним чином залежить від рухливості сперміїв та їх мембранної цілісності. Активні форми Оксигену, зокрема супероксид аніон і водневий пероксид

та інтенсивне ПОЛ, погіршують рухливість сперміїв і цілісність мембран. При виділенні тіобарбітурової кислоти підсилюється життєздатність сперміїв, їх рухливість, відновлюються ушкоджені мембрани сперміїв [23].

Активні форми Оксигену постійно генеруються в живих клітинах. Їх загальний вплив на клітини і тканини визначається швидкістю виробництва, концентрацією антиоксидантів з низькою молекулярною вагою та активністю ензимних антиоксидантів. Усі вони беруть участь в окисно-відновних реакціях [24].

Секрети статевих залоз є головним джерелом антиоксидантів у спермі, які зберігають цілісність геному та мембран сперміїв. Видалення секретів чоловічих статевих залоз може зменшити активність сперміїв та, збільшити ембріональну смертність.

Лейкоцити і незрілі сперматозоїди у спермі є двома основними джерелами АФО. Лейкоцити, особливо нейтрофіли і макрофаги, пов'язані з надмірною продукцією АФО, що часто приводить до виникнення дисфункцій у сперміях.

Сперматозоїди, на відміну від інших клітин, є унікальними за структурою, функцією та чутливістю до пошкодження при зміні ПАГ. У цілому, найбільші зміни у клітинах викликають АФО, що руйнують структуру мембрані погіршують їх функціонування [22].

Крім мембранних ефектів, ПОЛ може привести до пошкодження ДНК і білка, шляхом окиснення їх основ. Прискорення ПОЛ також може викликати окиснення SH-груп у білках і ДНК, яке приводить до зміни структури та функції сперматозоїда з підвищеною чутливістю до дії макрофагів.

Окиснювальне пошкодження мітохондріальної ДНК часто може відбуватися у сперматозоїдах. Крім того, стан окисно-відновного гомеостазу сперматозоїда, ймовірно, впливає на процеси фосфорилування і синтезу АТФ [25].

Стимуляція процесів ендогенної генерації АФО зростає із підвищенням концентрації НАДФН - оксидази сперми, що регулює акросомну реакцію шляхом фосфорилування тирозину. При цьому встановлено підвищення інтенсивності фосфорилування тирозину у сперміях з підвищеною рухливістю [26].

Мембрани та цілісність ДНК сперматозоїдів захищені різними низькомолекулярними та ензимними антиоксидантами в плазмі або в цих клітинах, що дозволяє їм уникати окисного пошкодження. Використання антиоксидантів, що зменшують оксидативний стрес і покращують рухливість сперматозоїдів, може бути корисним у лікуванні чоловічого безпліддя [18].

Серед не ензимних антиоксидантів, у спермі розрізняють аскорбінову кислоту (вітамін С), альфа-токоферол (вітамін Е), глутатіон, амінокислоти (таурин, гіпотаурин), альбумін, карнітин, каротиноїди, флавоноїди. Ці речовини головним чином діють шляхом безпосередньої нейтралізації вільних радикалів [27].

Антиоксидантна система забезпечує адаптаційну стійкість організму тварин та регулює реакції ПОЛ завдяки функціонуванню системи ферментативних і неферментативних механізмів контролю за вмістом АФО, вільних радикалів та продуктів пероксидації ліпідів. Ефективність ферментної ланки має вирішальне значення у підтримці прооксидантно-антиоксидантного балансу в організмі. Вітаміни А, Е, а також мікроелемент Селен є ефективними природними антиоксидантами, що здатні підтримувати рівновагу окисно-відновних реакцій в організмі тварин [28].

Антиоксиданти, що містяться в плазмі сперми, запобігають у ній інтенсивному ПОЛ. Під час сперматогенезу та проходження сперміїв по придатках, ці клітини не контактують з антиоксидантами еякуляту. А тому тут АОЗ забезпечується антиоксидантами придатків сім'яників та їх власною антиоксидантною здатністю [29]. Сперматозоїди вразливі до окисного пошкодження під час проходження через придатки, особливо під час їх запалення через інфекції чоловічого статевого тракту. У чоловіків, сперматозоїди яких схильні до окислювального стресу, під час тестикулярної біопсії спостерігається збільшення окисного пошкодження ДНК у сперматогоніях і сперматоцитах. У той час як антиоксиданти можуть істотно знизити рівень окислювального стресу після еякуляції сперми, вони не мають можливості запобігти йому в сім'яниках і придатках [30].

Активні форми Оксигену та Нітрогену приводять до окисно-відновного регулювання основних шляхів передачі клітинних сигналів, таких як клітинне

диференціювання, проліферація, міграція та апоптоз. Крім того, класична регуляція експресії генів або активності, у тому числі генної транскрипції РНК з подальшим переведенням на рівень білка, фактори транскрипції (наприклад, NF- κ B, HIF-1 α) і мРНК-зв'язуючі білки зазнають окисно-відновного регулювання. Вплив АФО Нітрогену на репарацію ДНК, сприяє стабільності геному [31, 32]. Особливу увагу приділено розкриттю процесів формування та ролі окисно-відновних механізмів, які регулюють епігенетичні шляхи (наприклад, мікроРНК, метилування ДНК і модифікації гістонів). Як видно з клінічних кореляцій, оксидативний стрес може впливати на генні регуляції, активність молекул, і навпаки, епігенетичні процеси, як от генні механізми регуляції і відновлення ДНК, можуть впливати на стан клітинного окисно-відновного процесу [33].

1.2. Фізіолого-біохімічні механізми перебігу прооксидантно-антиоксидантних процесів у забезпеченні відтворювальної функції ссавців

Високий вміст АФО у зовнішньому та внутрішньому середовищі часто спричиняє ушкодження клітин та погіршення їх функціонування [34, 35].

Мітохондрії та плазматичні мембрани сперміїв, а також лейкоцити є джерелом АФО у спермі. Спермії здатні до руху та мають властивість продукувати супероксид, чим нагадують лейкоцити, але відрізняються від останніх гаплоїдним набором хромосом та джерелом АФО від мітохондрій, а не від НАДФН-оксидазної системи [36, 37]. Спермії продукують АФО двома способами: 1) на рівні плазматичних мембран – за участю НАДФН-оксидоредуктази, яка значно відрізняється від такої у лейкоцитів [38]; 2) на рівні мітохондріальної системи – головного джерела АФО, надлишок яких приводить до зниження запліднюючої здатності сперміїв, а в подальшому – до безпліддя тварин. Встановлено існування кореляції між порушеннями у мітохондріях і відсотком мертвих сперміїв [39].

Лейкоцити є джерелом токсичного продукування вільних радикалів Оксигену (РО) у сім'яній рідині, що виділяється простатою та куперовими залозами. У період активізації лейкоцитів під час дихального вибуху концентрація РО і пероксидів значно підвищується. Ці явища спостерігаються за лейкоспермії, епідидимітів, а

також при різноманітних маніпуляціях із спермою. Лейкоцити, що виділяються із спермою, перетравлюють спермії, що загинули від апоптозу [40]. При олігоспермії генерація АФО відбувається у сперміях і лейкоцитах, а у нормі – тільки в лейкоцитах. Зокрема встановлено, що крипторхізм у щурів супроводжується прискоренням продукування вільних радикалів та зниженням активності каталази (КТ) і супероксиддисмутази (СОД), підвищенням активності глутатіонпероксидази (ГП) і вмісту дієнових кон'югатів (ДК) у гомогенатах сім'яників [41].

Підвищення інтенсивності процесів пероксидного окиснення супроводжує варикозне розширення судин сім'яного канатика. Воно також пов'язане із зменшенням кількості антиоксидантів у плазмі сперми, ушкодженням ДНК, збільшенням вмісту диоксигуаніну та зниженням запліднюючої здатності сперміїв [42, 43, 44]. Нормальний кровотік у судинах сім'яного канатика приводить до зниження вмісту ТБК-активних сполук і H_2O_2 , та зростання активності СОД, КТ, ГП і концентрації вітаміну С в плазмі сперми [45, 46].

Плазматичні мембрани сперміїв є найбільш чутливими до окиснювального ушкодження, особливо ті, що вкривають акросому, хвіст [47] і цитоплазму [48]. У спермі тварин функцію антиоксидантного захисту виконує сім'яна плазма, що містить значну кількість антиоксидантів, які захищають спермії від оксидативного стресу, компенсуючи нестачу ендоплазматичних ензимів. Плазма сперми містить такі ензимні-антиоксиданти, як СОД, ГП, глутатіонредуктаза та КТ, які секретуються простатою та додатковими залозами [35, 49, 50], а також неензимні антиоксиданти: ГТ, метіонін, вітаміни С і Е [43, 51]. Активність СОД у спермі не стабільна, а глутатіонпероксидази та редуктази – стабільніша. Встановлено, що активність СОД прямо пропорційна життєдіяльності та рухливості сперміїв [52, 53].

У чоловічих сперміях при штучному стимулюванні пероксидного окиснення кількість ТБК-активних сполук зростає з паралельним зниженням їх рухливості, $r=-0.62$. Така закономірність спричинена деструктивними змінами мембран цих клітин. Рухливість і патологічні зміни в сперміях тісно пов'язані з пероксидацією ліпідів, а рівень ТБК-активних сполук може стати інформативним біохімічним індексом їх якості [8, 10, 54].

У сім'яній плазмі фертильних та нефертильних тварин визначається значний вміст відновленого глутатіону та глутатіонтрансферази. У спермі з високою запліднюючою здатністю рівень ГТ та вітаміну С завжди вищий [55]. Встановлено істотну кореляцію між вмістом ГТ в плазмі і рухливістю сперміїв, $r=0,50$ [56]. Додавання АК і ГТ до розріджувача сперми бугаїв підвищує здатність сперміїв до запліднення [57].

Рівень продукування радикалів Оксигену сперміями значно змінюється на різних стадіях їх дозрівання. Рівень генерування РО у незрілих сперміях з аномальною морфологією є високим [51, 58]. Це може стати причиною зниження якісних показників сперми. Спільний рух сперміїв від сім'яних каналців до придатків сім'яників може стати причиною окиснювального ушкодження дозрілих сперміїв через продукування РО їх недозрілими формами. Використання цієї закономірності може стати одним із шляхів, спрямованих на корекцію антиоксидантного статусу сперми, шляхом збільшення вмісту антиоксидантів в мембранах дозрілих статевих клітин упродовж сперматогенезу або шляхом виділення сперміїв з неушкодженою ДНК „*in vitro*” методами розподілу в тих випадках, коли процеси регулювання сперматогенезу спонукають до збільшення продукування РО недозрілими сперміями [59].

Спермії дуже не стійкі до руйнівної дії АФО. Ушкоджена ядерна ДНК цих клітин приводить до їх апоптозу ще до настання мейозу. Під час ушкодження ДНК сперміїв (найчастіше в Y хромосомі) після мейозу, така спадкова інформація може потрапляти до зиготи. Наявність вказаних ушкоджень викликає порушення розвитку ембріонів, переривання вагітності та виникнення різних патологій у потомства [60, 61, 62, 63].

Спермії проходять різні стадії дозрівання у сім'яному придатку від голівки до хвоста, що можуть відбуватися протягом тривалого часу. Вони повинні бути добре захищені від оксидативного стресу, що уповільнює або стимулює дозрівання. Встановлено, що у голівці епідідимісу рівень ГТ, СОД і вітаміну Е у декілька разів вищий, ніж у тілі та хвості, тоді як активність КТ і глутатіонредуктази у всіх ділянках майже не змінювалась. Відмічено високий рівень використання вітаміну Е

у хвостовій частині епідідимісу. У хвостовій частині придатка перебіг процесів пероксидного окиснення відбувається більш інтенсивно. Під час сперматогенезу більша половина сперматогоній гине шляхом апоптозу [64].

У різних ділянках епідідимісу спостерігається нерівномірний розподіл фосфоліпідів і ненасичених жирних кислот. Додавання фосфатидилхоліну до сперміїв у ділянці голівки епідідимісу викликає прискорення їх руху. У сперміях, що містяться в хвостовій частині епідідимісу, вміст фосфатидилсерину, фосфатидилетаноламіну і сфігом'єліну був вищим відносно частини голівки. Встановлено, що вміст насичених жирних кислот вищий у голівці, а ненасичених довголанцюгових кислот – у хвостовій частині. Відновлення антиоксиданту ГТ у клітинах забезпечує глутатіонредуктаза. Дослідження [65] свідчать, що рівень глутатіонредуктази високий, а її синтезінтенсивний в епідідимісі, сім'явиносних протоках та передміхуровій залозі. Локалізується цей ензим переважно в клітинах Сертолі. Він захищає ненасичені жирні кислоти та сульфгідрильні сполуки сперміїв від окиснювального стресу в процесі їх дозрівання та зберігання. Зменшення активності фосфоліпідгідро-пероксидглутатіонпероксидази в мітохондріях сперміїв приводить до зниження їх життєздатності та безпліддя тварин [66]. Однією з причин безпліддя може стати зниження антиоксидантних властивостей клітин епідідимісу, яке у свою чергу виникає через підвищений рівень РО і пероксидів, що спричиняє виникнення апоптозу гамет [67, 68].

Фертильність тварин можна прогнозувати за вмістом реактивного Оксигену в плазмі сперми. Вміст РО значно вищий, а АОЗ сильніший у плазмі тієї сперми, що характеризується високою запліднюючою здатністю сперміїв і забезпечує нормальне запліднення. Виснаження ж антиоксидантного захисту у більшості випадків спричиняє безпліддя [69].

Додавання вітаміну С в середовище для культивування сперміїв бугая та запліднення ооцитів *in vitro* інколи знижує результати утворення ембріонів. При додаванні ГТ у розморожену сперму цього виду тварин відбувається зниження вмісту H_2O_2 та підвищується рухливість сперміїв [70].

У безплідних чоловіків, рівень антиоксидантного захисту нижчий, а пероксидне окиснення у спермі вище [71, 72, 73]. При цьому значно зростає рівень ушкодження ДНК та підвищується вміст 8-гідроксил-2-деоксигуанозину [74]. Концентрація ГТ у чоловіків є низькою при безплідді [75], а введення його до сперми пацієнтів знижує ушкодження мембран сперміїв [76].

Значно знижується активність СОД при олігоспермії. У густих еякулятах інтенсивність процесів пероксидного окиснення значно вища та супроводжується високою активністю КТ. У чоловіків з нормальною запліднюючою здатністю сперміїв вміст аскорбінової кислоти в плазмі сперми вищий, ніж у безплідних, а прискорення пероксидних процесів приводить до його зниження [55].

Причиною втрати рухливості сперміїв може стати інтенсифікація перебігу процесів пероксидації (через реакції, пов'язані з фосфорилуванням білка в мітохондріях) [67, 77], ушкодження мембран, фрагментації їхніх ДНК [78]. За підвищеного рівня перебігу пероксидного окиснення рухливість сперміїв і прямолінійність їх руху знижується не завжди, а, зокрема, - після виснаження системи антиоксидантного захисту та зростання вмісту ТБК-активних сполук [79].

Дослідження ролі супероксиданіон радикалу та пероксиду гідрогену в життєдіяльності сперміїв свідчать про його активуючу дію на процеси генерації РО та фосфорилування тирозину білків, які є необхідними при гіперактивації цих клітин та їх капацитації. Високий рівень пероксиду в середовищі є токсичним і знешкоджується КТ. Активність останньої знаходиться під генетичним контролем, а рівень успадкування становить ($r=0,48$) [80, 81].

Для стимуляції процесів пероксидного окиснення *in vitro* використовують сульфат феруму [2⁺], аскорбінат натрію та КСТ [52]. Культивування сперміїв упродовж години з КСТ приводить до зростання АФО, ушкодження ДНК шляхом фрагментації, а додавання антиоксидантів сприяє її репарації [82].

Додавання АК та токоферолу до середовища інкубування сперміїв знижує в них рівень ушкодження ДНК, спричиненого вільними радикалами [83]. Цю закономірність підтверджують результати експериментів, проведених на кнурцях 6-місячного віку. Включення до складу розбавника сперми α -токоферолу в процесі її

збереження сприяло зменшенню накопичення ТБК-активних сполук та зниженню окиснення ненасичених ЖК 22:6 n-3, що містяться у фосфоліпідах – структурних компонентах сперміїв [84].

При олігоспермії у спермі чоловіків спостерігається висока концентрація реактивних Оксигенових радикалів, в результаті чого при заплідненні *in vitro* отримують низький результат. Це пов'язано з ушкодженням сперміїв Оксигеном. Інкубація сперміїв у середовищі з 5 % Оксигену в атмосфері приводила до зростання рівня гіперактивації та настання акросомної реакції, порівняно з інкубацією їх у середовищі з 20 % Оксигену. При олігоспермії спермії мають низький Оксигенний потенціал, а їх інкубування з насиченим Оксигеном (5 %) покращує результат упродовж інкубації [85, 86].

Вільні радикали інтенсивно утворюються при заморожуванні та розморожуванні сперміїв і в цьому випадку можуть бути головною причиною втрати їх рухливості [87]. Додавання до розбавника ГТ і СОД є ефективним при заморожуванні та розморожуванні сперми бугаїв [88].

У кнурців можемо спостерігати, ушкодження акросоми через 24 години після розрідження еякулятів, а після 72-ї години інкубації вже 95 % сперміїв мають різні ушкодження. Встановлено, що частота ушкоджень акросом сперміїв також залежить від породи кнурів-плідників [89].

Розріджування та заморожування-розморожування сперми кнурів-плідників знижує рухливість і життєздатність сперміїв [4]. Охолодження сперміїв тварин до 5°C приводить до ушкодження мембрани, але при 15°C ці явища не спостерігаються [3]. При 24-годинній інкубації сперми, в яку додали вітаміни С та Е, рухливість сперміїв зберігається та утворюється менше ТБК-активних сполук. Така закономірність спостерігалася на третю та четверту добу інкубації замороженої-розмороженої сперми. Уведення вітамінів Е та С у сперму кнурів-плідників покращує фізіологічні характеристики її сперміїв [90].

Під час інкубації сперми ссавців з низькою активністю КТ її спермії продукують досить велику кількість H_2O_2 . Додавання КТ до середовища із сперміями приводить до сповільнення акросомної реакції, а введення пероксиду

гідрогену прискорює її перебіг. Генерований сперміями H_2O_2 відіграє важливу роль у розвитку капацитації, а, можливо, і в мембранній реорганізації, що сприяє полегшеному злиттю спермія з ооцитом після екзоцитозу акросоми [91].

Капацитація сперміїв відбувається при зростанні вмісту радикалів Оксигену, що активують процеси фосфорилювання за участю тирозин-зв'язуючих білків [92, 93]. Уведення СОД і КТ до складу середовища зберігання сперми гальмує процеси капацитації та фосфорилювання тирозину [81].

Спермії, що надходять у жіночі статеві шляхи, потрапляють у середовище з високим вмістом РО, продукованих нейтрофілами. Злиттю ооцита зі спермієм часто перешкоджають АФО, що приводять до зниження їх рухливості та руйнують ДНК. При ушкодженні ДНК вільними радикалами спермії ще можуть проникати в ооцит [60]. У бугаїв плазма сперми, маючи антиоксидантні властивості, пригнічує активність нейтрофілів, захищаючи спермії від пероксидного ушкодження та фагоцитозу, а також від тих патогенних організмів, які мають менший ніж у сперміїв потенціал [94].

Продукування невеликої кількості радикалів оксигену і пероксиду гідрогену є однією із властивостей сперміїв під час злиття з ооцитом, що є необхідними для капацитації та розвитку акросомної реакції [95, 96, 97]. При виході РО із сперміїв їх добре інактивують тіолові сполуки та КТ [98]. Активність СОД у сперміях негативно корелює з їх рухливістю та злиттям з ооцитами, та позитивно – з прискоренням пероксидного окиснення. СОД підтримує баланс між O_2 і H_2O_2 , однак високий їх вміст пов'язаний з послабленням функцій сперміїв [99].

Відновлений глутатіон є сильним внутрішньоклітинним антиоксидантом, необхідним для процесу деконденсації ядерного хроматину в спермі й овульованих ооцитах хом'яка. Він активний при розходженні материнських хромосом і формуванні другого полярного тільця в ооцитах [60]. Таку його роль підтверджено дослідженнями [100], в яких використання цистеїну, як компонента середовища, покращує процеси дозрівання ооцитів та сперміїв свиней, а використаний у середовищі запліднення ооцитів сприяє перебігу процесів дроблення та кращому розвитку бластоцист.

Встановлено, що селеномістка глутатіонпероксидаза захищає ядерну ДНК від ушкодження АФО та відіграє провідну роль у процесі конденсації хроматину [101].

На перебіг процесів пероксидації ліпідів сперми часто впливають такі зовнішні фактори: її центрифугування, промивання та температура культивування. В процесі центрифугування сперми значно збільшуються рівень продукції РО та інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення, що викликають зниження рухливості сперміїв та фрагментацію ДНК, особливо у випадку застосування повторних циклів центрифугування [102, 103].

Культивування зразків сперми при температурі 37°C допомагає позбавитися шкідливих ефектів РО на спермії тварин. Інкубування сперміїв при вищій або нижчій температурі супроводжується погіршенням їх якості. Для контролю за загальним рівнем перебігу процесів пероксидного окиснення в сперміях використовують здатність їх продуктів до хемілюмінесценції. У плазмі сперми чоловіків з низькою запліднюючою здатністю вища пероксидація ліпідів та інтенсивність хемілюмінесценції [104, 105, 106].

Визначення джерел РО в самих сперміях проводять за допомогою НСТ-тесту [107]. Антиоксидантний статус сперми оцінюють, аналізуючи рівень активності СОД, КТ та ГП, а також вміст не ензимних антиоксидантів – токоферолу, АК, ГТ та продуктів пероксидного окиснення – гідропероксидів ліпідів і малонового діальдегіду.

Спермії, пересуваючись придатком сім'яника, зазнають структурної перебудови: зміни складу мембран, конденсації хроматину, набуття властивості до руху та потенціалу (генерування O_2^- в H_2O_2) до капацитації. Такі зміни відбуваються під динамічним контролем ПАГ [60], а будь-які істотні зміни рівноваги приводять до порушень формування сперміїв, їх здатності до запліднення та цілісності ДНК – однієї з основних причин загибелі зигот, ембріонів та аномалій у потомства.

Отже, продукування низьких кількостей РО сперміями є необхідною умовою для нормального перебігу фізіологічних процесів (капацитації, акросомної реакції). Високий вміст РО знижує біологічну повноцінність сперміїв і є однією з причин безпліддя у тварин.

1.3. Роль радикалів Оксигену в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців

Активні форми Оксигену, такі як супероксид і пероксид гідрогену, є невід'ємними компонентами у клітинних шляхах. У процесі метаболізму пуринової та сечової кислот генеруються АФО. Гіпоксантин впливає на генерацію активних форм Оксигену й атеросклероз. Куріння та надмірне споживання алкоголю спричиняє підвищення його рівня. Він спричиняє помітно підвищений рівень холестеролу в сироватці крові, сприяє накопиченню холестеролу та зниженню АРОЕ і АТФ-зв'язуючого касетного переносника А1 (ABCA1) мРНК й експресію білка в клітинах. Гіпоксантин індукує накопичення холестеролу в клітинах печінки через зміни складу ензимів, які контролюють транспорт ліпідів і викликає атеросклероз [108].

Низький рівень генерування АФК сперміями відіграє позитивну роль у процесах до запліднення. Пероксид гідрогену стимулює акросомну реакцію сперміїв і їх гіперактивацію. Низькі концентрації перексиду гідрогену стимулюють процеси фосфорилування тирозину, що значно підвищує проникнення сперматозоїдів через мембрану ооцитів. Проте, високі рівні ПОЛ приводять до зниження акрозинової активності, а також до порушення структури та функцій комплексів сперматозоїд-ооцит, сперми, акросомної мембрани [109].

Вільні радикали мають здатність безпосередньо руйнувати ДНК сперміїв, пошкоджуючи пуринові та піримідинові основи та дезоксирибози. Як правило, ДНК щільно заповнює ядро сперміїв, а також містить низку антиоксидантів, які захищають її від вільних радикалів. Проте, в безплідних чоловіків часто спостерігають недостатню кількість провітамінів; тому ДНК сперми особливо вразлива до АФО при збільшенні інтенсивності процесів ПОЛ. В якості альтернативи, вільні радикали можуть ініціювати апоптоз у спермі, що приводить до каспаз-опосередкованої ферментативної деградації. Існує зв'язок між окиснювальним стресом і пошкодженням ДНК сперміїв. Пошкодження батьківської ДНК визнано однією з основних причин порушення розвитку бластоцист [29].

Окисне пошкодження мембран сперматозоїдів, як правило, блокує природне запліднення, запобігаючи руйнуванню батьківської ДНК.

Пероксидне окиснення ліпідів є нормальним фізіологічним процесом. У мембранах мітохондрій підтримується стаціонарний рівень ПОЛ, що має певне функціональне значення і відображає ступінь впливу молекулярного Оксигену на мітохондріальні ліпіди в нормальних фізіологічних умовах. При цьому, роль пероксидних процесів визначається їх здатністю регулювати структурно-функціональний стан мембран, що має вирішальне значення для функціонування ферментних систем [28].

Окиснювальний стрес є нормальним явищем в організмі. У нормальних умовах фізіологічно важливі внутрішньоклітинні рівні АФО є низькими за допомогою різних ензимних систем, що регулюється ПАГ. Отже окиснювальний стрес також можна розглядати як дисбаланс між прооксидантами й антиоксидантами в клітинах організму. Він настає при підвищеному генеруванні АФО, при виснаженні системи антиоксидантного захисту, що приводить до пошкодження сперміїв і є поширеною патологією майже у половини чоловіків, які страждають на безпліддя. Пероксидне окиснення ліпідів відбувається за участі іонів оксигену, вільних радикалів і пероксидів, що генеруються сперміями та лейкоцитами сперми й викликають безпліддя за двома основними механізмами. По-перше, вони пошкоджують мембрану сперматозоїдів, зменшуючи їх рухливість і здатність зливатися з ооцитами. По-друге, АФО можуть змінити ДНК сперматозоїда, в результаті чого при проходженні дефектної батьківської ДНК у зародок відбувається порушення його розвитку [26].

Пошкодження сперміїв є результатом зміщення балансу між генерацією АФО та їх руйнуванням за участі в тих чи інших реакціях. Рівень ПАГ у сім'яниках і плазмі сперми, як правило, підтримується відповідними рівнями антиоксидантів: СОД, каталази, глутатіону і пероксидази [31]. Визначення стану ПАГ може стати основним показником у проведенні моніторингу якості сперми та виявлення причин безпліддя.

Збільшення окисного пошкодження клітин сім'яників вказує на підвищення ПОЛ, білків і ДНК. Це пов'язано зі змінами механізмів сигнальної трансдукції, які впливають на фертильність тварин. Сперматозоїди й ооцити володіють обмеженою здатністю генерувати ті АФО, що забезпечують процес запліднення. Різні захисні механізми, що охоплюють антиоксидантні ензими (СОД, каталаза, глутатіонпероксидаза та редуктаза), вітаміни (Е, С і каротиноїди) та біомолекули (глутатіон і убіхінол) беруть участь у забезпеченні відтворювальної функції тварин. Має місце баланс між АФО і рівнем антиоксидантів, необхідних для виживання і нормального функціонування сперматозоїдів. Система ПАГ може допомогти досліднику в оцінці стану цього гомеостазу в клітинах та організмі самок і самців [110].

Нормальне функціонування яєчників має вирішальне значення для підтримки відтворювальної здатності організму і загального стану його здоров'я. Їх функція залежить від нормального розвитку фолікулів. У розвитку фолікулів відіграють важливу роль деякі антиоксидантні ензими, що захищають клітини від АФО. Агенти, що здатні викликати оксидативний стрес, наприклад, гамма-опромінення, хіміотерапевтичні препарати або поліциклічні ароматичні вуглеводні, спричиняють швидку втрату первинних фолікулів. На противагу цьому, АФО може відігравати важливу роль в ініціації апоптозу в антральних фолікулах. Зниження вмісту глутатіону приводить до атрезії антральних фолікулів в природних умовах і апоптозу клітин гранульози в культурі антральних фолікулів. Хімічні речовини, такі як циклофосфамід, діметилбензантрацен і метоксихлор, посилюють сигнали, що передують підвищенню інтенсивності ПОЛ і ознаки оксидативного стресу з антиоксидантним захистом.

В ооцитах рівень глутатіону швидко змінюється під час прогресії мейозу та раннього ембріонального розвитку. Високий вміст глутатіону в ооцитах у момент їх запліднення необхідний також для формування чоловічого пронуклеусата для розвитку ембріона до стадії бластоцисти. Оксидативний стрес може мати значний негативний вплив на жіночу фертильність і здоров'я гамет [5].

Пероксидне окиснення є одним із важливих важелів регуляції процесу культивування ембріонів під час використання атмосфери з 21 % Оксигену. Історично ембріони культивували в пробірці з використанням атмосфери з 21 % Оксигену, хоча в природних умовах ембріони розвиваються у середовищі з 2-8 % цього газу. Дослідження на тваринах показали, що атмосферна концентрація Оксигену є шкідливою для розвитку ембріона та експресії генів.

Ооцити та ембріони постійно зазнають оксидативного стресу, що впливає на їх розвиток. Антиоксиданти, що містяться в репродуктивних тканинах, захищають ембріони від окиснювального пошкодження.

Фізіологічно ПОЛ має місце в гаметах та ембріонах у процесі дихання, що відбувається в мітохондріях. При цьому АФО може привести до окиснювального пошкодження мітохондріальних білків шляхом фрагментації ДНК.

Активні форми оксигену змінюють проникність і функціонування мембран, індукують пошкодження органел клітини [111].

Культивування ембріонів в умовах низької концентрації Оксигену збільшує відсоток тих, які виживають і досягають стадії бластоцисти.

Великим досягненням у біології і зокрема фізіології останнього десятиліття стала розшифровка молекулярного механізму підтримки гомеостазу Оксигену. Основою цього механізму є фактори, індуковані гіпоксією (hypoxia inductor factors - HIF's): HIF-1 і HIF-2 [112]. Будучи ключовими медіаторами клітинного гомеостазу Оксигену, HIF-1 і HIF-2 контролюють його передачу тканинам і адаптацію до кисневого виснаження шляхом регуляції експресії генних продуктів, які включаються в клітинний енергетичний метаболізм, вазомоторну регуляцію, транспорт глюкози, еритропоез, ангіогенез, апоптоз, клітинну проліферацію й інші процеси, впливаючи на міжклітинну взаємодію [19].

Ембріони містять відносно низькі рівні різних антиоксидантів і антиоксидантних ензимів, які можуть не забезпечити їх захист при оксидативному стресі [21]. Менше відомо про індукцибельний компонент антиоксидантного захисту ембріонів. Ряд досліджень показали роль окремих антиоксидантів у формуванні оксидативного стресу в процесі розвитку ссавців [17]. Ці дослідження показали

здатність ембріонів хребетних реагувати на оксидативний стрес підвищеною експресією антиоксидантних генів [113].

Капацитація сперматозоїдів, яка є необхідною умовою успішного запліднення, може бути проведена *in vitro* з використанням АФО, що генерують супероксид-аніонрадикал. Це можливо тому, що в нейтрофілах радикали пов'язані з фосфорилуванням тирозину декількох білків. У чоловіків сперматозоїди містять два основних фосфотирозинумісних білки, з молекулярною масою 105 і 81 кДа, вміст яких збільшується при інкубуванні цих гамет. Висока активність СОД і КТ пригнічує процес капацитації сперміїв і фосфорилування тирозину білків P105 і P81, зменшуючи кількість O_2 пероксиду гідрогену.

До інгібіторів НАДФН-оксидази, ключового ензиму приреспіраторному вибуху нейтрофілів, відносять білки P105 і P81, які регулюють фосфорилування тирозину та капацитацію сперміїв, у той час як пероксид гідрогену стимулює ці два процеси. За походженням та локалізацією P105 і P81 у сперміях непрямі імуноцитохімічні дослідження показують, скільки фосфотирозину містять білки в основній частині джгутіка. Хоча фосфорилування тирозину P105 і P81 і капацитації сперматозоїдів пов'язані в часі, спостерігаються деякі розбіжності в регуляції цих двох процесів відповідно до стану окиснення-відновлення сперміїв [114].

Інтенсивність процесів вільнорадикального перекисного окиснення (ВРПО) в організмі залежить від балансу антиоксидантної та прооксидантної систем. Мікроелементи-метали відіграють виняткову роль в цих процесах. Купрум, Манган, Ферум, і Селен є структурними компонентами ферментів АОЗ організму. Іони цинку, маючи спорідненість з сульфгідрильними групами, сприяють їх стабілізації, попереджаючи їх окиснення з участю іонів купруму і феруму. Один із механізмів прооксидантної дії мікроелементів – сприяння витоку іон-радикала $O_2\bullet$ з мітохондріальних ланцюгів перенесення електрона, що має місце при нестачі мікроелементів, які входять до складу цитохрому й інших окисно-відновних ензимів клітини, а також при блокуванні цитохромів важкими металами Pb, Cd і Co внаслідок їх надмірного накопичення в клітині.

Унікальну роль у підтримці прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в організмі відіграють метали змінної валентності. Залежно від елемента-металу, його концентрації, оксигенації та рН середовища, активності інших компонентів АОЗ вони виконують роль як активних прооксидантів, так і антиоксидантів. Іони металів змінної валентності у відновленій формі є обов'язковою умовою для перебігу реакцій ПОЛ у біологічних мембранах за типом «ланцюгової» реакції (перш за все Ферум і Купрум). Одночасно, вони ж беруть участь і в реакції обриву ланцюга, взаємодіючи з радикалами ліпідних перекисів у присутності протонів гідрогену.

Отже, можна припустити, що в патогенезі клітин (гамет) важливу роль відіграють процеси посилення ВРПО в них та організмі, що приводять, як відомо, до функціональної недостатності клітин і субклітинних структур.

Посилення ВРПО в організмі часто є причиною зниження неспецифічної резистентності і стійкості організму до різних захворювань, метаболічних порушень і ендотоксикозу [115].

1.4. Вплив змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу на репродуктивну функцію у самок ссавців

Із зміною періодів відтворювального циклу рівень перебігу процесів пероксидного окиснення в організмі самок є неоднаковим. Із настанням вагітності та її перебігом відбуваються морфологічні, фізіологічні та біохімічні зміни. Дослідження ПАГ на цих етапах заслуговує особливої уваги. На початку вагітності антиоксидантний статус крові жінок із загрозою не виношування характеризується прискоренням перебігу процесів ПОЛ [116]. Токсикоз під час вагітності супроводжується зростанням показників ПОЛ та зниженням вмісту антиоксидантів [117]. Під кінець вагітності в крові жінок спостерігається фізіологічне підвищення концентрації вторинних продуктів пероксидації ліпідів [118].

Після закінчення статевого дозрівання свинок, у їх крові спостерігали зростання вмісту ТБК-активних сполук і ГТ. Під час статевої охоти спостерігається прискорення процесів пероксидного окиснення. Зниження активності КТ та вмісту ТБК-активних сполук у крові відбувається на першому місяці поросності. На

четвертому ж місяці активність КТ зростає а вміст ТБК-активних сполук, АК та ГТ знижується [119, 120].

Дослідження показали, що концентрація ДК у плазмі крові свиноматок зростає від 80-ї до 110-ї доби поросності, знижується впродовж першого місяця лактації [121]. Вміст вторинних продуктів пероксидації зростає перед радами; та тримається на цьому рівні до закінчення першої декади після опоросу.

У тканинах репродуктивних органів перебіг пероксидного окиснення залежить від періодів відтворювального циклу [122].

Дослідженнями Підтереба О.І. [123], Шостя А.М. [124], Аніскіна-Левчук Р.В. [125] встановили зміну концентрації антиоксидантів та лабільність перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів у слизовій та м'язовій оболонці матки свиноматок протягом статевого циклу. Під час статевого збудження відбувається підвищення вмісту вітамінів А, Е та С, Мангану та цистеїну, а рівня Феруму – зниження.

Вивчено вплив згодованих вітамінів С і Е на якість овульованих ооцитів старої миші. Зокрема встановлено значний відсоток розходження хромосом у тих мишей, які не отримували біологічно активних речовин. Саме ці результати підтверджують теорію окиснювального виникнення анеуплоїдії [126].

У різних ділянках яєчника вміст вітаміну С неоднаковий. У лютеальній тканині вміст АК і ДАК в оваріальній стромі фолікулів є високим та низьким – а в оваріальній стромі [127]. Активність глутатіонтрансферази у фолікулярній рідині та клітинах гранульози фолікула у людини залежить від рівня стероїдних гормонів. Саме цей ензим виконує в ній детоксикуючу функцію [128].

Концентрація відновленого та окисненого глутатіону в бластоцистах і зиготах в більшості випадків зумовлює порушення циклу розвитку клітини та стимулює настання апоптозу [129].

Від початку до середини статевого циклу, у яєчниках жінки активність Cu-Zn-СОД зростає з подальшим зниженням. Із середини циклу до періоду регресії жовтих тіл рівень Mn-СОД підвищується.

Найвищий вміст пероксидів ліпідів припадає на період регресії фолікулів [130]. Додавання СОД в середовище дозрівання ооцитів щурів позитивно впливає на формування їх пронуклеуса та не впливає на проникнення сперматозоїда [131].

В ендометрії під час статевого спокою до охоти та на початку вагітності спостерігається лабільний рівень Cu-Zn-СОД. Максимальна активність цього ензиму помічена в період спокою й овуляції. У слизовій оболонці матки концентрація пероксидів зростає від ранньої до пізньої проліферативної фази епітелію [132].

У фолікулах ссавців ооцит пов'язаний з кумулюсними клітинами, які підтримують їх дозрівання до другої стадії метафази та захищають статеві клітини від апоптозу, що настає внаслідок оксидативного стресу. При додаванні в культуральне середовище прооксидантного ензиму КСТ відбувається стимуляція апоптозу ооцитів. Кумулюсні клітини здатні продукувати ГТ і захищати оцити від ушкодження окисненням [133].

Після запліднення виникає загроза пошкодження радикалами кисню двоклітинних ембріонів корів, мишей та кролів. Особливе значення має додатковий синтез та надходження СОД у порожнину маткових труб для інактивації АФО, а відтак - захисту ембріонів від пошкодження окисненням [134, 135].

Інкубування чотиридобових бластоцист кроля та щурів поза організмом у газовому середовищі з 5 % Оксигену дає кращі результати, ніж у середовищі з 20 % O_2 через надмірний синтез НАДН-убіхіноноксидоредуктази [136].

Культивування 4–6-клітинних ембріонів корів після запліднення *in vitro* в 5 %- і 20 %-му середовищі Оксигену показало кращі результати у першому випадку: бластоцисти мали вищу життєздатність на 16 % і більші розміри на 10 % [137].

Культивування ембріонів деяких ссавців з антиоксидантними ензимами та біологічно активними речовинами показує різні результати. Інкубування передімплантаційних ембріонів мишей у середовищі СОД і КТ досить непогано впливає на результати [138]. Проте, інкубування ембріонів корів із СОД і КТ на результати досліджень не впливає.

Додавання цистеїну в середовище культивування ооцитів позитивно впливає на внутрішньоклітинний синтез ГТ та підвищує біологічну повноцінність ембріонів *in*

vitro [139]. При додаванні Селену та вітаміну Е змін у дозріванні ооцитів корів не відбувається [140].

Уведення до складу середовища для культивування двоклітинних ембріонів миші вітаміну С на стадії бластоцисти приводить до зниження активності лактатдегідрогенази та прискорює загальний обмін речовин. Додавання аскорбату в кількості 0,1 моль/л до складу середовища для кріоконсервації ембріонів покращує їх розвиток [141]. Позитивний вплив аскорбінової кислоти на розвиток ембріонів підтверджують дослідження, проведені на 2–3 добових ембріонах людини [142].

Висока концентрація O_2 є токсичною для ембріонів ссавців. Швидкому перебігу процесу бластуляції, а саме на 40 %, сприяло додавання СОД до культурального середовища двоклітинних ембріонів миші. Саме активність цього ензиму визначено в рідині маткових труб кролів. Дослідження показують, що він сприяє бластуляції та захисту ембріонів у маткових трубах від впливу Оксигену [135].

Передімплантаційні ембріони ссавців гинуть від ушкодження вільними радикалами досить часто [143]. Це зумовлюється високим рівнем ПОЛ слаборозвинених ембріонів; він значно вищий, ніж у нормальних [144].

Після імплантації ембріонів відбувається формування проміжного органа між ними та материнським організмом – плаценти; функція якої – їх об'єднання та розмежування. Цей орган регулює транспорт газів та біологічно активних речовин завдяки механізмам, які склалися впродовж філогенезу. Це тимчасовий проміжний орган, який має значну активність ГТ, що знешкоджує пероксиди, і цим самим регулює процеси ПОЛ, забезпечує нормальний перебіг вагітності [145, 146]. Велика кількість продуктів пероксидації в оболонці плаценти самок спричиняє зростання активності гідропероксидази в крові, патологічні зміни в міометрії, що викликає загрозу припинення вагітності [147, 148].

У збереженні вагітності провідна роль належить Cu-Zn-СОД, яка діє шляхом попередження накопичення супероксиданіон радикалів, які стимулюють синтез простагландину Ф₂ (ПГФ₂), регулює тонус міоцитів пупкової артерії [149, 150]. При передчасних пологах рівень мРНК Cu-Zn-СОД у зовнішній оболонці плаценти був нижчим, а вміст пероксидів і ПГФ₂ – вищим, ніж при нормальному перебігові

вагітності. Висока активність мРНК Mn-SOD спостерігається при передчасних пологах та абортах. Cu-Zn-SOD може сприяти збереженню вагітності шляхом попередження накопичення супероксиданіон радикалів, які викликають синтез ПГФ₂ [151]. Виникнення некрозів у ділянках материнської частини плаценти людини супроводжується підвищенням активності SOD, яка захищає клітини від перекисного ушкодження [152].

Безпліддя та аборти у жінок часто пов'язують з нестачею Селену. У плодових оболонках мишей було встановлено наявність мРНК синтезу ГПО. мРНК знайдено в міоцитах серця плодів, точках окостеніння, жировій тканині та епітелії. Виявлено наявність і активність ГПО у навколоплідній рідині, що оточує ембріон. Дослідники припускають, що її джерелом є жовткова оболонка плаценти та шкіра ембріона [153].

У період плацентації та раннього органогенезу ембріонів у жінок відбувається підвищення рівня ТБК-активних продуктів з паралельним збільшенням активності ГПО та хемілюмінесценції крові [116].

Вагітність викликає у самок перебудову перебігу ензиматичного та неензиматичного пероксидного окиснення [154, 155]. Так, у крові корів на ранньому етапі тільності вміст продуктів пероксидації вищий, ніж при статевому спокої. Під час плацентації зародків уміст первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення знижується, а АК – зростає. ДК і ТБК-активні сполуки накопичуються під час родового і передродового періодів. Інтенсивність пероксидації ліпідів уповільнюється, наближаючись після пологів до рівня статевого спокою [156, 157].

Свинкам властива не тільки висока плодючість, але й значна ембріональна смертність, яка досягає в окремих випадках 40 % [158]. Причинами смертності плодів може стати: біологічна неповноцінність зародка, негативний вплив матері та зовнішніх факторів, які проявляються через материнський організм. Найбільш критичними періодами ембріогенезу вважають імплантацію, плацентацію, коли істотно змінюється середовище існування зародків [159, 160]. Однією з причин ембріональної смертності є також напруження процесів пероксидації ліпідів.

Перебіг процесів ПОЛ залежить від кількісного та якісного складу ліпідів. Встановлено відмінності рівня та складу ліпідів у крові плодів порівняно з організмом матері. Це зумовлено бар'єрною функцією та вибірковою потребою плаценти до різних ліпідів та неоднаковою біологічною потребою плодів на різних етапах розвитку [161, 162].

У нормалізації перебігу вагітності одна з провідних ролей належить антиоксидантним вітамінам – А, Е та С. До та після пологів зростає рівень антиоксидантних ензимів. У період постнатальної адаптації встановлено провідну роль вітаміну С у забезпеченні життєдіяльності нейронів мозку тварин [163]. Важлива роль вітаміну С полягає в забезпеченні синтезу оксипроліну – амінокислоти білків плодових оболонок. Зниження вмісту цього вітаміну в сироватці крові плода та матері часто супроводжується передчасними розривами плодових оболонок та загибеллю плода [164].

Транспорт біологічно активних речовин через плаценту регулюється потребою плодів. Встановлено, що в людини вітамін Е мало проникний через плаценту [165]. Найбільший його транспорт відбувається в останні періоди вагітності [166].

В організмі самок щурів нестача вітаміну Е супроводжується порушенням процесів кровотворення та розвитку мережі кровоносних судин плодової частини плаценти, а інколи навіть їх загибелі на 12–13-ту добу вагітності [167].

Ензимна система антиоксидантного захисту плоду формується в період підготовки до пологів, а також після них через інтенсифікацію процесів ПОЛ. Це доведено тим, що після опоросу поросята часто гинуть через збільшення рівня радикалів кисню, продукованих КСТ, які сприяють звуженню судин [168].

Перед народженням кролів, у легенях їх ембріонів спостерігається зростання активності СОД [169]. Цю закономірність також спостерігали [170], під час дослідження активності ГП і КТ у печінці та легенях гвінейських свинок на останніх стадіях поросності й після пологів [171]. Перед народженням, у легенях активність КТ зростає на 29 %, ГПО – на 198 %, а в печінці – на 246 та 610 %, відповідно.

Для ГПО відмічено іншу динаміку під час вагітності. Перед пологами її активність зростає у печінці та легенях матері, а також плаценті та печінці плода, а

після пологів – знижується. Показано, що із збільшенням строку вагітності у серці плода рівень пероксидів знижується, а вміст гідроксильного радикалу підвищується та зростає вміст гідроксильованої ДНК [172].

Перебіг процесів ПОЛ та рівень АОЗ визначаються як вмістом Оксигену в повітрі, що вдихає тварина, так і внутрішньоклітинною гіпоксією тканин організму, що виникає з різних причин та супроводжується прискоренням перебігу окисно-відновних реакцій [173, 174]. Це підтверджується експериментами на новонароджених дітях та щуренятах, які знаходились в умовах внутрішньоутробної гіпоксії. Порушення ПАГ супроводжується зниженням активності СОД і КТ у крові [175, 176, 177, 178].

Встановлено, що в легенях ембріонів кроленят активність і синтез СОД знаходяться на низькому рівні, а після народження швидкість перебігу цих процесів інтенсивно зростає. Проте у легенях плодів і новонароджених поросят, які перенесли внутрішньоутробну гіпоксію, активність і синтез цього ензиму є низькою. Отже пренатальна гіпоксія затримує секрецію та синтез СОД у легенях плодів і новонароджених [179].

У поросят відбувається активація процесів пероксидного окиснення у різних тканинах після народження при переході на легеневе дихання [180, 181]. У крові однодобових поросят перебіг процесів пероксидації вищий, ніж у 10-добових, а в печінці він переважає показники дорослих [182, 183].

В ембріонах свиней рівень ПОЛ можна регулювати, включаючи до раціону різні антиоксиданти. Додавання свиноматкам у період поросності антиоксидантів (вітаміну Е і Селену) сприяє зниженню вмісту вторинних продуктів пероксидного окиснення та підвищенню активності ГПО у крові поросят [184].

Отже, перебіг окисно-відновних процесів у ссавців впливає на забезпечення нормальної відтворювальної здатності. Зміни ПАГ в різні періоди онтогенезу тварин при репродукції, особливо у свиней, вивчені ще недостатньо. У літературі зустрічається досить мало наукових даних про ПАГ у тканинах матки свиней протягом статевого циклу та поросності, у тканинах їх плодів та щодо ролі плаценти в цих процесах.

1.5. Обґрунтування напрямку роботи

Дані досліджень закордонних та вітчизняних вчених свідчать про значну увагу до вивчення надзвичайно складної біологічної проблеми – формування ПАГ в організмі сільськогосподарських тварин.

На сьогоднішній день ПАГ залишається недостатньо вивченим також у свиней, зокрема у кнурів-плідників. Це стосується і його впливу на репродуктивну здатність тварин залежно від пори року, інтенсивності навантаження та годівлі.

Об'єкт наших досліджень – фізіологічні процеси в організмі свині (*Sus scrofa domestica*) був обраний невипадково. Даний вид тварин широко використовують як експериментальну модель у біологічних і медичних дослідженнях. Це зумовлено великою спорідненістю організму свині з людським організмом, більшою навіть за спорідненість із організмом мавп, що отримало підтвердження навіть на генетичному рівні [185]. Зараз у світовій практиці проводять експерименти на серцево-судинній, травній, дихальній і репродуктивній системах свині [186].

Досить мало досліджень щодо перебігу процесів ВРПО і АО у спермі кнурів-плідників різних порід упродовж статевого дозрівання.

Проведення експериментів із вивчення особливостей формування ПАГ у репродуктивній системі кнурів-плідників дасть змогу розкрити деякі аспекти розвитку цих процесів, розробити різні методи та способи корекції якості спермопродукції з подальшим отриманням повноцінного потомства.

Це питання потребує ґрунтовних досліджень у сфері вікових особливостей формування та закономірностей прояву статевої функції у кнурів-плідників, особливо якщо взяти до уваги факт, що виживаність сперміїв у нативній спермі кнурів-плідників та при розрідженні досягає, в кращому випадку 5-7 діб, а найкраща запліднююча здатність спостерігається впродовж перших двох діб. Відомо, що тривалість виживання сперміїв у придатку сім'яника плідника досягає 30-40 діб. Виживаність сперміїв кнурів-плідників, очевидно, залежить від процесів у статевих залозах під час утворення, дозрівання та виділення гамет, що пов'язано з умовами годівлі та режимом використання.

Дотепер ще не цілком з'ясована роль формування ПАГ у забезпеченні репродуктивної здатності кнурів-плідників. Цим і зумовлене проведення наших досліджень, результати яких викладені в наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ II

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна схема досліджень

Вибір напрямів досліджень, матеріал і методи досліджень. Дослідження проведені в умовах лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України (ІС і АПВ НААН) та племінного заводу з розведення свиней великої білої породи Державного підприємства Дослідне господарство «Степне» ІС і АПВ НААН впродовж 2016–2018 рр. згідно із загальною схемою досліджень (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальна схема досліджень

Експериментальна частина **I етапу** передбачала вивчення кількості спермопродукції та функціонального стану сперміїв, показників стану ПАГ у спермі

та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року. В досліді використали 10 кнурів-плідників великої білої породи, віком 18–36 місяців, відібраних за методом аналогів з урахуванням віку та маси тіла. Режим статевого навантаження – дві садки щотижня.

В отриманій мануально спермі та спермальній плазмі було проаналізовано особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Визначення запліднювальної здатності сперміїв кожного кнура-плідника проводили за результатами осіменіння закріплених за ними чистопородних свиноматок (по 15 тварин великої білої породи), які були аналогами за породою, віком та масою тіла. Охоту у маток виявляли за допомогою кнура-пробника 1 раз на добу (о 7-й годині ранку). Свиноматок штучно осіменяли через 12 та 24 години після початку охоти. Для підвищення заплідненості свиноматок було удосконалено спосіб їх інтрацервікального штучного осіменіння (Патент України на корисну модель № 119099). Годівлю тварин під час цих усіх та наступних досліджень здійснювали двічі на добу згідно з нормами ІС і АПВ НААН. Доступ до води вільний.

Метою **II етапу** досліджень було вивчення показників спермопродукції, функціональної активності сперміїв у взаємозв'язку з компонентами ПАГ сперми та спермальної плазми залежно від режиму використання кнурів-плідників, згідно зі табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників різних порід залежно від режиму (екстенсивний, помірний, інтенсивний) їх використання

Порода	Показники якості сперми	Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу
Велика біла	Маса еякуляту, концентрація, рухливість та виживаність сперміїв	Продукти ПОЛ: дієнові кон'югати і ТБК-активні сполуки. Антиоксидантні ензими: каталаза, супероксиддисмутаза. Не ферментні антиоксиданти: аскорбінова та дегідроаскорбінова кислота, вітаміни А й Е

Для експерименту за принципом аналогів було відібрано 10 кнурів-плідників великої білої породи. Їх статеве навантаження становило за «екстенсивного» режиму використання – одна садка, «помірного» – дві садки, «інтенсивного» – три садки на тиждень. Визначали стан ПАГ у спермі та її плазмі, а також показники якості спермопродукції.

III Етап передбачав виконання трьох експериментів. Метою першого з них було розробити спосіб корекції ПАГ у спермі кнурів-плідників за теплового стресу на основі введення до основного раціону вітамінної добавки. На підставі цього було розроблено ефективний спосіб покращення відтворювальної здатності кнурів-плідників в умовах теплового стресу за допомогою вітамінів А, Е та С, шляхом уведення їх до суміші подрібнених зернових кормів (Патент України на корисну модель № 133103U).

Для з'ясування впливу комплексу вітамінів А, Е, та С на якість спермопродукції та стан ПАГ у спермі кнурів-плідників у період теплового стресу було використано 9 кнурів-плідників великої білої породи 24–36 місячного віку, яких утримували індивідуально. Годівлю здійснювали за кормовими нормами ІС і АПВ НААН. Дослідження проводили методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: «підготовчий період» – 30, «основний» – 60, «завершальний» – 30 діб. Основний період тривав у літні місяці (липень-серпень), коли температура в приміщеннях становила 24–28 °С і вище.

Сперму від кнурів одержували мануальним методом із використанням фантома свинки з періодичністю 1 еякулят на 5–6 діб. Якість спермопродукції оцінювали за: масою еякуляту, рухливістю і концентрацією спермійів, загальною їх кількістю, а також виживанням спермійів протягом трьох годин за температури 38° С (терморезистентна проба). За цими показниками були сформовані три групи-аналоги тварин – I (контрольна) та II і III (дослідні), по три кнури-плідники у кожній. У отриманій спермі та її плазмі визначали стан ПАГ, згідно методик перелічених нижче.

В основному періоді досліду раціон тварин контрольної групи залишався без змін, а у двох дослідних до нього додавали вітамінну добавку, що містила суху

мікрогранульовану форму ацетату ретинолу (вітамін А), DL- α -токоферол поліетиленгліколь сукцинат (вітамін Е) та аскорбінову кислоту (вітамін С) у кристалічній формі. Ці форми вітамінів мають високу біологічну доступність. Рівень вітамінів для тварин дослідних груп був вищим відповідно на 10 % (вітамін А – 0,5 мг, Е – 2,5 мг, С – 1,0 мг) і 20 % (вітамін А – 1,0 мг, Е – 5,0 мг, С – 2,0 мг) на 1 кг порівняно з раціоном для тварин контрольної групи.

Порівняльну оцінку запліднювальної здатності спермійв кнурів проводили за результатами осіменіння закріплених за ними чистопородних свиноматок (15 тварин великої білої породи), які були аналогами за породою, віком та масою тіла. Схема цього досліду та досліджені показники представлені у (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема досліджень впливу комплексу вітамінів А, Е та С на формування ПАГ у спермі кнурів-плідників та на якість спермопродукції в період теплового стресу

Групи по 3 кнури-плідники			Показники	
I	II	III	ПАГ	Спермопродукції
основний раціон (ОР)	ОР + на 10 % більше вітамінів. А 0,5 мг, Е 2,5 мг, С 1 мг на 1 кг корму	ОР + на 20 % більше вітамінів. А 1 мг, Е 5 мг, С 2 мг на 1 кг корму	Продукти ПОЛ: дієнові кон'югати і ТБК-активні сполуки. Антиоксидантні ензими: каталаза, супероксиддисмутаза. Не ензимні антиоксиданти: аскорбінова та дегідроаскорбінова кислоти, вітаміни А і Е	Маса еякуляту, концентрація, рухливість та виживаність спермійв

Другий експеримент проведено з метою корекції ПАГ у спермі кнурів-плідників. Для цього було розроблено спосіб покращення відтворювальної здатності кнурів-плідників, який полягав у згодовуванні тваринам мінеральної добавки, до складу якої в оптимальному співвідношенні та доступній для засвоєння формі, включені лактати Zn, Se, Cu і Fe. Для з'ясування впливу комплексу вказаних лактатів на якість спермопродукції та стан ПАГ у спермі кнурів-плідників було використано 9 голів кнурів-плідників 24–36 місячного віку великої білої породи, яких утримували індивідуально. Годівлю здійснювали за кормовими нормами ІС і

АПВ НААН. Дослідження проводили методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: «підготовчий період» – 30, «основний» – 60, «завершальний» – 30 діб.

Еякуляти від кнурів одержували двічі на тиждень мануальним методом із використанням фантома свинки. Після оцінки якості спермопродукції були сформовані три групи-аналоги тварин: I (контрольна) та II і III (дослідні) по три кнури-плідники у кожній. В отриманій спермі та її плазмі визначали стан ПАГ.

В основному періоді досліду раціон тварин контрольної групи залишали без змін, а двох дослідних доповнювали мінеральною добавкою. Рівень лактатів Zn, Se, Cu і Fe у раціоні тварин II і III дослідних груп був вищим відповідно на 10 % (Zn – 3,12 мг, Se – 0,0156 мг, Cu – 0,7 мг і Fe – 7,28 мг) і 20 % (Zn – 6,24 мг, Se – 0,0321 мг, Cu – 1,4 мг і Fe – 14,56 мг) на 1 кг корму порівняно з контрольною групою, згідно зі схемою досліджень (табл. 2.3).

Порівняльну оцінку запліднювальної здатності сперміїв кнурів проводили за результатами осіменіння свиноматок.

Таблиця 2.3

Схема дослідження вплив комплексу лактатів Zn, Se, Cu і Fe на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, якість спермопродукції та відтворювальну здатність кнурів-плідників

Групи тварин по 3 кнури-плідники			Показники	
I	II	III	ПАГ	Спермопродукції
OP	OP + на 10 % більше на 1 кг корму: Zn – 3,12 мг, Se – 0,0156 мг, Cu – 0,7 мг і Fe – 7,28мг	OP + на 20 % більше на 1 кг корму: Zn – 6,24 мг, Se – 0,0321 мг, Cu – 1,4 мг і Fe–14,56 мг	Продукти ПОЛ: дієнові кон'югати і ТБК-активні сполуки. Антиоксидантні ензими: каталаза, супероксиддисмутаза. Не ензимні антиоксиданти: аскорбінова та дегідроаскорбінова кислоти.	Маса еякуляту; концентрація; кількість сперміїв в еякуляті; кількість живих сперміїв; рухливість та виживаність сперміїв

Третій експеримент було проведено з метою з'ясування впливу лактатів мікроелементів Zn, Se, Cu і Fe на якість сперми та функціональну активність сперміїв кнурів-плідників і оптимізації ПАГ у спермодозах.

У досліді використали цільну та розріджену сперму (0,2 млрд. сперміїв/мл) від кнурів-плідників великої білої породи. Лактат кожного із мікроелементів додавали окремо до сперми та у спермодози, відповідно: Fe – 0,15 і 0,3 мг; Se – 0,00625 і 0,0125 мг; Zn – 0,175 і 0,35 мг; Cu – 0,035 і 0,07 мг. В отриманій спермі та спермодозах визначали стан ПАГ до та після їх інкубування – за температури 38°C впродовж трьох годин, згідно зі схемою досліджень (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Схема досліджень додавання лактатів у 10 мл цільної та розрідженої сперми

Цільна		Розріджена	
Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
Без додавання лактату	Fe 0,15 мг	Без додавання лактату	Fe 0,15 мг
	Fe 0,3 мг		Fe 0,3 мг
	Se 0,00625 мг		Se 0,00625 мг
	Se 0,0125 мг		Se 0,0125 мг
	Zn 0,175 мг		Zn 0,175 мг
	Zn 0,35 мг		Zn 0,35 мг
	Cu 0,035 мг		Cu 0,035 мг
	Cu 0,07 мг		Cu 0,07 мг

2.2. Аналітичні та статистичні дослідження

Матеріалом для досліджень була цільна та розріджена сперма, спермальна плазма. Останню отримували шляхом центрифугування еякуляту впродовж 15 хвилин при 3000 об./хв.

Дослідження якості спермопродукції кнурів-плідників. Кількісні та якісні показники спермопродукції кнурів-плідників визначали за наступними критеріями: масою еякуляту – зважування на електронних вагах; концентрацію сперміїв – фотоелектроколориметрично; їх рухливістю і виживаністю – мікроскопічно; терморезистентною пробою – шляхом оцінювання рухливості сперміїв до та після інкубування за температури 38 °C впродовж трьох годин.

Відтворювальну здатність кнурів-плідників оцінювали за результатами штучного осіменіння закріплених за ними чистопородних свиноматок великої білої породи 18–24-місячного віку після досягнення маси тіла 200–250 кг.

Запліднюючу здатність сперміїв кнурів-плідників оцінювали шляхом попереднього (через 30–32 доби після осіменіння) визначення кількості поросних свиноматок та в цілому – за результатами опоросу.

Дослідження стану ПАГ у біологічному матеріалі. Рівень пероксидного окиснення визначали за наступними показниками: концентрацію первинних продуктів пероксидації – дієнових кон'югатів (ДК) сперми та спермальної плазми – спектрофотометрично (В. Б. Гаврилов, 1983) [187]; вторинних продуктів пероксидного окиснення – ТБК-активних сполук (альдегідів і кетонів) – фотометрично (В. Е. Коган, 1986) [188]. Для оцінки рівня антиоксидантного захисту у зразках сперми, спермальній плазмі та спермодозах визначали: активність супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично, за швидкістю пригнічення аутоокиснення адреналіну (О. С. Брусов, 1986) [189]; активність каталази (КТ) – фотометрично, з використанням молібдату амонію (М. А. Королюк, 1988) [190]; концентрацію аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот за кількістю озазонів [191] (В. Ф. Коваленко; А. М. Шостя, 2004) [192].

Статистичні дослідження. Отриманий експериментальний матеріал статистично опрацьовано за допомогою програми Statistika для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць було використано t-критерій Стьюдента, а результат вважався вірогідним за $p < 0,05$. Матриці кореляції розраховували за Пірсоном за відповідними формулами.

РОЗДІЛ III РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року

Ефективність систем відтворення поголів'я свиней перебуває під впливом багатьох факторів, зокрема – годівлі, умов утримання та інтенсивності використання. Кожен з цих факторів суттєво впливає на репродуктивну здатність поголів'я свиней, особливо на якість спермопродукції кнурів-плідників. У зв'язку з цим метою досліджень було встановити динаміку якості спермопродукції у кнурів-плідників залежно від пори року.

Отримані дані свідчать про те, що якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників суттєво залежать від пори року (рис. 3.1). Так, максимальною масою еякуляту досліджувані тварини характеризувалися навесні. Важливо відмітити, що в літній та осінній періоди маса еякуляту була меншою порівняно з весняним відповідно на 11,5 % ($p < 0,05$) та 10,3 %. При цьому з настанням зимового періоду даний показник зростав стосовно мінімального рівня в літній період на 6,2 %.

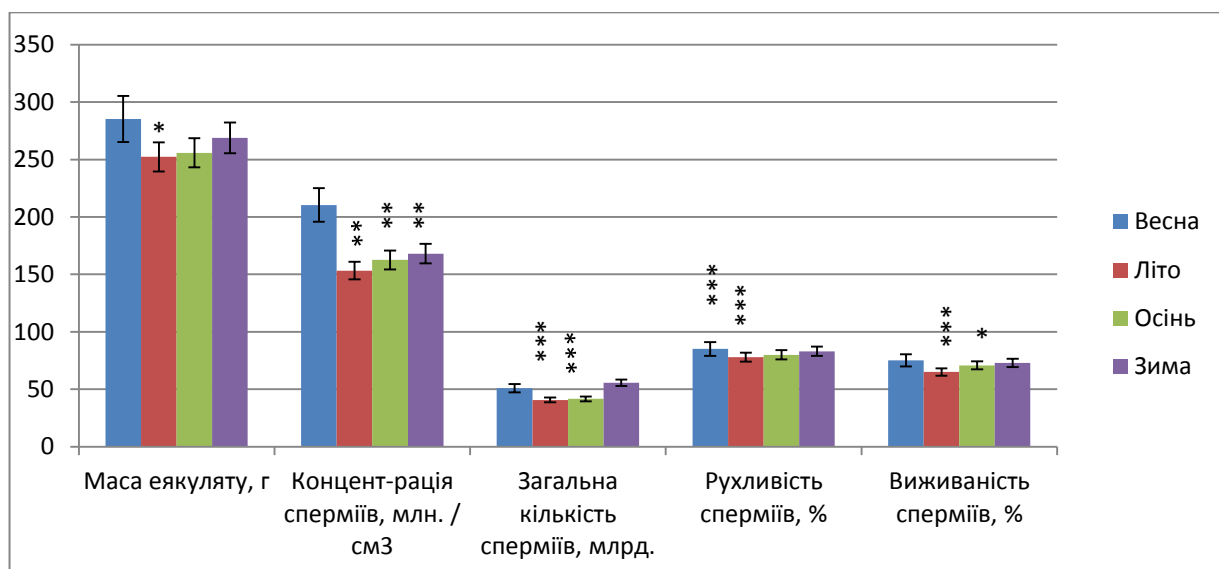


Рис. 3.1. Вплив пори року на фізіологічні показники якості спермопродукції кнурів-плідників

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з даними весняного періоду.

Максимальна концентрація сперміїв в еякулятах кнурів-плідників встановлена навесні. Проте влітку та восени концентрація сперміїв була нижчою, ніж навесні, відповідно в 1,37 ($p < 0,001$) та 1,3 рази ($p < 0,01$). Із настанням зими цей показник зростав порівняно з мінімальним рівнем у літній період, на 8,7 %. Максимальною кількістю сперміїв в еякулятах кнури-плідники характеризувалися в зимовий період. Цей показник був меншим у літній та осінній періоди порівняно із зимовим, відповідно, на 26,6 % ($p < 0,001$) та 24,9 % ($p < 0,001$). Із настанням весни він зростав порівняно з мінімальним рівнем у літній період на 19,9 %. В еякулятах кнурів-плідників максимальна рухливість сперміїв реєструвалася навесні та взимку. Однак у літній та осінній періоди вона знижувалася порівняно з весняним, на 8,3 та 6 %. Відповідно узимку рухливість зростала, щодо мінімального рівня в літній період, на 6,1 % [193].

Одним із важливих показників якості сперми, який визначають використовуючи терморезистентну пробу, є виживаність сперміїв поза організмом кнура. Встановлено, що найвищою вона виявилась у кнурів-плідників навесні. Улітку та восени виживаність сперміїв була меншою на 13,4 % ($p < 0,001$) та 5,7 % ($p < 0,05$). Із настанням зими даний показник зростав порівняно з літнім періодом (мінімальний рівень) на 11 %.

Зі зміною фізіологічних показників спермопродукції протягом року перебіг процесів пероксидного окиснення здійснювався неоднаково (табл. 3.1). Вміст бета та пре-бета-ліпопротеїдів у спермі кнурів-плідників був максимальним влітку, а навесні, восени та взимку він зменшувався, відповідно, на 18,1 %, 42,4 %, 49,3 %.

Найбільший показник вмісту бета та пре-бета-ліпопротеїдів у спермальній плазмі зареєстровано навесні. В подальші досліджувані періоди вміст даних речовин знижувався в 1,5 рази восени та 1,7 взимку щодо весняного періоду.

Активність супероксиддисмутази була мінімальною у літній період. Однак із зниженням температури цей показник зростав на 48,8 % (осінь), 66,1 % (зима) та 68,6 % (весна). У спермальній плазмі СОД була максимальною навесні зі зниженням влітку в 5,7 рази та восени в 2,1 рази, а також зі збільшенням її в зимовий період. Активність каталази в спермі кнурів-плідників була максимальною весною, нижчою

в 1,4 рази ($p < 0,001$) влітку в 1,2 рази ($p < 0,001$) – восени та в 1,5 рази ($p < 0,001$) - взимку порівняно з весняним періодом. Таку саму тенденцію спостерігали і при дослідженні спермальної плазми.

Таблиця 3.1

**Система антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників,
($M \pm m$), $n = 80$.**

Пора року	Вміст бета та пре-бета-ліпо-протеїдів	Активність супер-оксид-дисмутази	Активність каталази мМ/хв білка	Вміст відновленого глутатіону мкмоль/л	Вміст аскорбінової кислоти	Вміст де-гідроаскорбінової кислоти
Сперма						
Весна	6,71±0,34	1,34±0,13	13,72±0,52	0,265±0,036	9,81±0,79	6,32±0,58
Літо	8,20±0,16	0,42±0,057	9,52±0,53	0,246±0,023	5,62±0,26	12,42±0,27
Осінь	4,72±0,18	0,86±0,10	11,34±0,48	0,204±0,052	10,61±0,40	8,05±0,27
Зима	4,15±0,057	1,24±0,10	9,11±0,13	0,403±0,017	8,14±0,55	11,15±0,63
Спермальна плазма						
Весна	6,39±0,35	1,29±0,13	10,13±0,07	0,314±0,007	7,75±0,68	6,15±0,68
Літо	5,96±0,27	0,226±0,009	7,40±0,06	0,219±0,003	6,22±0,27	10,94±0,39
Осінь	4,23±0,18	0,617±0,064	8,38±0,08	0,276±0,009	11,32±0,42	7,02±0,38*
Зима	3,80±0,07	1,02±0,088	8,55±0,07	0,439±0,005	10,46±0,55	10,11±0,61

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з даними весняного періоду.

Вміст відновленого глутатіону в досліджуваній тканині був найнижчим улітку та восени, а максимальних значень досягав узимку. Співвідношення концентрацій аскорбінових кислот істотно змінювалося протягом року.

Вміст дієнових кон'югатів у спермі протягом експериментального періоду коливався у незначних межах, досягаючи максимальних значень взимку та навесні, а восени мінімальних (рис. 3.2). Подібну динаміку зміни даного показника встановлено й у спермальній плазмі (рис. 3.3).

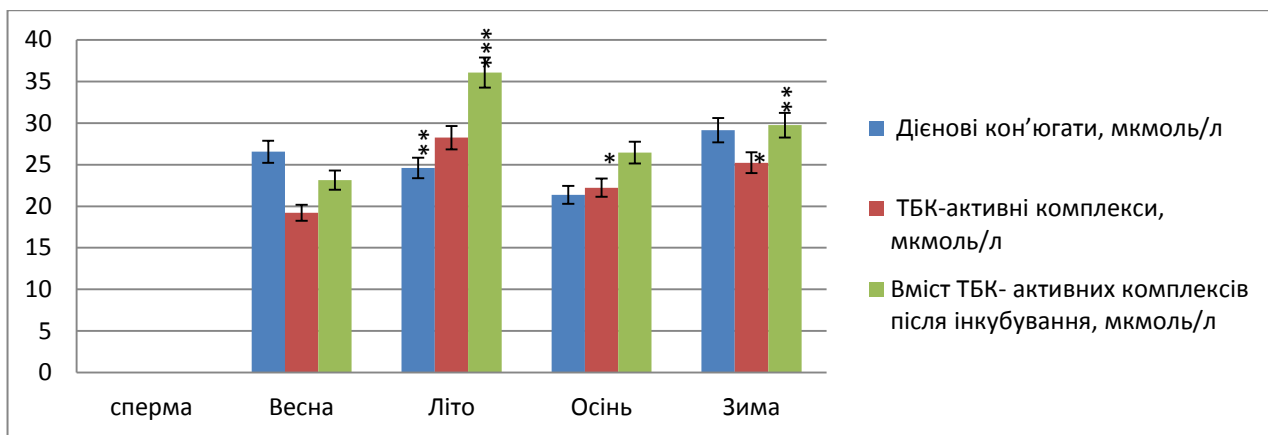


Рис. 3.2. Вплив пори року на пероксидне окиснення у спермі кнурів-плідників

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з даними весняного періоду.

Вміст ТБК-активних комплексів у спермі був мінімальним навесні, що нижче за показник, встановлений влітку – на 46,9 %, ($p < 0,001$) восени – 15,6 % і взимку – 31,2 % ($p < 0,01$). Інтенсивність утворення ТБК-активних комплексів у спермі кнурів-плідників в умовах залізо-аскорбатного буфера влітку була найвищою, на 55,8 % ($p < 0,01$) ніж у весняний період, що свідчить про виснаження системи антиоксидантного захисту в даній тканині.

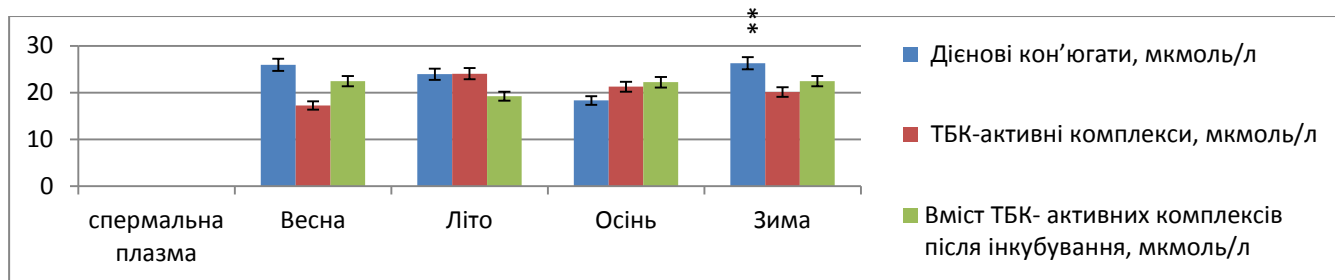


Рис. 3.3. Вплив пори року на пероксидне окиснення у спермальній плазмі кнурів-плідників

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з даними весняного періоду.

У спермальній плазмі кнурів-плідників вміст ТБК-активних комплексів максимальних показників досягав у літній період, який на 28,2 % більше ніж у весняний період, що свідчить про виснаження системи антиоксидантного захисту, з подальшим зниженням його показників до зимового періоду.

Встановлено, що залежно від сезону року якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників змінюються. Найвищими значеннями спермопродукції тварини характеризувалися у весняний період. Улітку якість сперми в кнурів-плідників вірогідно знижувалася: маса еякуляту - на 11,5 %, концентрація сперміїв - на 27,1 %, загальна кількість сперміїв – на 26,7 %, рухливість сперміїв – на 8,3 % та їх виживаність – на 13,4 %. Такі зміни супроводжувалися істотним зниженням активності каталази, та суттєвим накопиченням вмісту ТБК-активних комплексів. Проте з настанням зимового періоду біологічна повноцінність еякулятів від кнурів-плідників зростала [194].

Запліднювальна здатність сперміїв у різні пори року була неоднаковою. Найбільшим цей показник свиноматок спостерігали навесні, (на 25,2 % більше, ніж влітку та на 8,4 % - ніж восени, з подальшим підвищенням до зимового періоду, коли він був 30,6 %) більшим, ніж влітку (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив пори року на здатність сперми запліднювати свиноматок

Пора року	Кількість кнурів-плідників, від яких узяли сперму	Кількість осімененіння свиноматок	Кількість запліднених свиноматок	%	Кількість опоросів	%	Кількість поросят
Весна	10	150	131	87,33	121	80,66	10,95
Літо	10	150	98	65,33	93	62,00	10,3
Осінь	10	150	120	80,00	113	75,33	11,05
Зима	10	150	128	85,33	120	80,00	11,34

Найбільше свиноматок опоросилося навесні з подальшим зниженням цього показника влітку (на 23,1 % та на 6,6 % восени, та підвищенням до зими, коли їх опоросилося на 29 % більше порівняно з мінімальним показником улітку. Середня кількість народжених поросят, була максимальною взимку, - на 3,5 % більшою стосовно весни, а влітку - на 5,9 % меншою порівняно з нею [194].

Отже, результати досліджень свідчать про істотний вплив пори року на якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників. Найкращими показники спермопродукції характеризуються тварини у весняний період. У літній період

якість сперми у кнурів-плідників погіршується. Це відбувається на тлі істотного зниження активності каталази та суттєвого накопичення вмісту ТБК-активних комплексів. Однак, з настанням зимового періоду біологічна повноцінність отримуваних еякулятів від кнурів-плідників покращується.

3.2. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від режиму їх використання

Удосконалення систем інтенсивного використання кнурів-плідників і забезпечення високого рівня спермопродукції дає змогу істотно скоротити їх кількість у стаді та зменшити витрати кормів, що сприяє зниженню собівартості отриманої продукції. Інтенсивне використання кнурів-плідників для штучного осіменіння свиней вимагає більш раннього віку їх уведення в основне стадо.

Експериментальні дані свідчать про те, що якість спермопродукції кнурів-плідників залежить від інтенсивності їх навантаження (рис. 3.4).

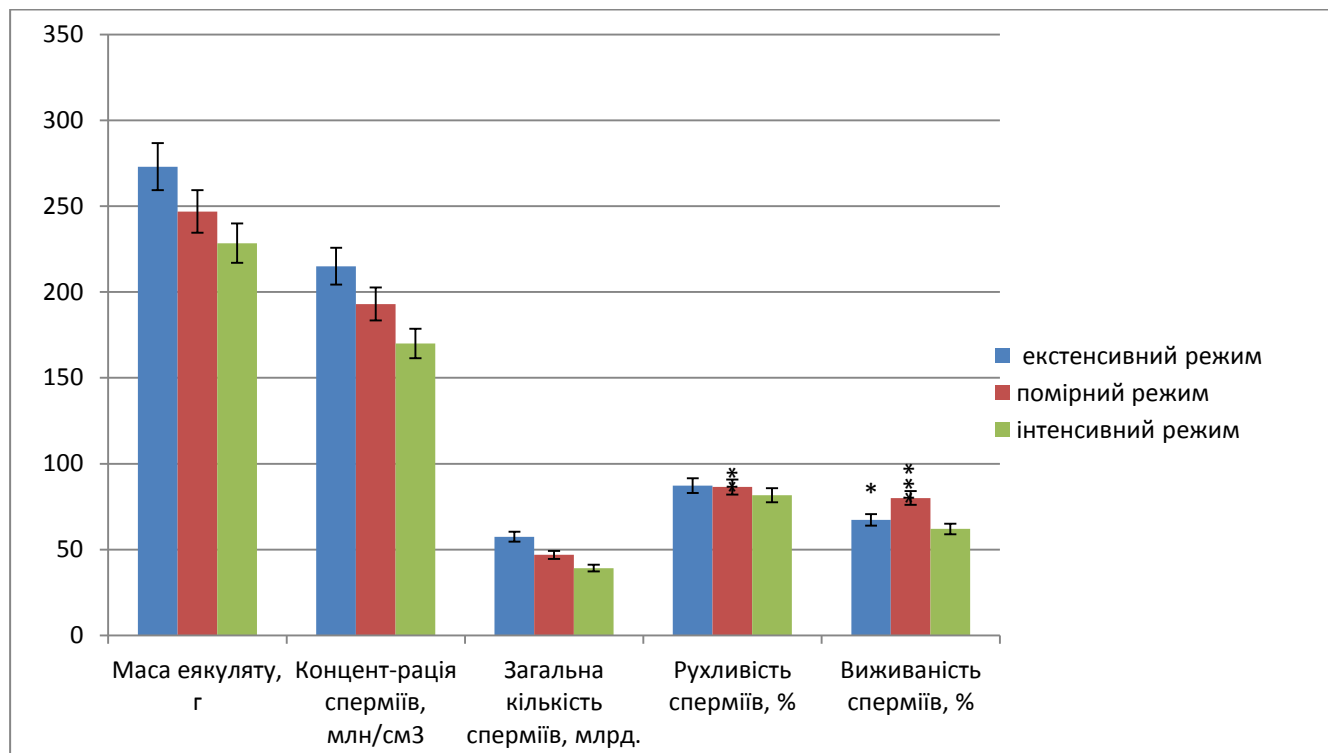


Рис. 3.4. Вплив режиму використання кнурів-плідників на якість спермопродукції залежно від статевого навантаження

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ -порівняно з помірним режимом отримання спермопродукції.

Так, режим однієї садки кнура-плідника на опудало на тиждень сприяє збільшенню маси еякуляту. Взяття сперми від кнура-плідника двічі на тиждень зменшує цей показник на 9,75 %, а триразовий режим – на 16,5 % порівняно з одноразовим.

Порівняльний аналіз концентрації сперміїв в еякулятах підтверджує, що за одноразового режиму взяття сперми від кнурів-плідників, порівняно із дворазовим цей показник вищий на 10,2 %, а за трикратного режиму сперма була рідшою на 20,9 %.

Одноразовий режим отримання сперми сприяє збільшенню загальної кількості сперміїв в еякуляті. Використання дво – та трикратного режимів отримання сперми знижує цей показник, відповідно, в 1,2 та 1,5 рази.

Встановлено також суттєвий вплив режиму використання кнурів-плідників на рухливість сперміїв. Найвищу активність спостерігали за одноразового, а вірогідно найнижчу за триразового отримання сперми. Проте виживаність сперміїв максимальною була за статевого навантаження двічі на тиждень, що на 15,9 % ($p < 0,05$) більше порівняно з одноразовим та 22,5 % ($p < 0,001$) триразовим використанням.

Виявлено, що режим використання кнурів-плідників суттєво впливає на процеси пероксидного окиснення у спермі (табл. 3.3). Вміст бета та пре-бета - ліпопротеїдів у спермі кнурів-плідників була максимальною при використанні 1 раз на тиждень. Активність ліпопротеїдів була меншою при двократному і трикратному режимі використання в 1,36 та 1,97 рази порівняно з однократним режимом. Встановлено, що в спермальній плазмі максимальні показники були при однократному режимі використання і відповідно спадали униз. Активність СОД під час дослідів була найвищою за однократного використання що на 36 % ніж при дво та на 63 % трикратному використанні.

Зауважимо, що у спермальній плазмі перелічені показники були нижчими. Так, активність КТ була середньою за отримання сперми кнурів-плідників двічі на

тиждень, проте вищою в 1,1 рази ($p < 0,001$), за одноразового її взяття та нижчою в 1,28 рази ($p < 0,001$) за триразового відбору на тиждень [193].

Дворазовий режим отримання сперми супроводжувався максимальним насиченням цієї тканини кількістю відновленого глутатіону та аскорбінових кислот.

Таблиця 3.3

Система антиоксидантного захисту у спермі кнурів-плідників, ($M \pm m$),

n = 80

Режим використання, разів на тиждень	Вміст бета та пре-бета - ліпопротеїдів г/л	Активність супер-оксид-дисмутази у.о/мл	Активність каталази, мМ/хв білка	Вміст відновленого глутатіону, мкмоль/л	Вміст аскорбінової кислоти мкмоль/л	Вміст де-гідроаскоркорбінової кислоти мкмоль/л
Сперма						
Екстенсивний	5,82 ±0,27	1,03 ±0,010	9,99 ±1,65*	0,389 ±0,029	14,96 ±0,74	12,6 ±0,67
Помірний	4,26 ±0,27	0,65 ±0,076	8,92 ±0,50	0,407 ±0,046	18,95 ±0,79	15,83 ±0,44
Інтенсивний	2,94 ±0,29***	0,38 ±0,049	6,92 ±0,39***	0,370 ±0,044	13,87 ±0,61	9,2 ±0,54
Спермальна плазма						
Екстенсивний	5,40 ±0,29	0,822 ±0,12	7,57 ±0,19	0,343 ±0,0096	12,47 ±0,65	9,04 ±0,4
Помірний	3,43 ±0,29	0,362 ±0,049	6,59 ±0,041	0,368 ±0,0084	17,60 ±0,48	13,37 ±0,22
Інтенсивний	1,86 ±0,085	0,166 ±0,01	4,95 ±0,24	0,305 ±0,0092	11,33 ±0,5	8,24 ±0,46

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ -порівняно з помірним режимом отримання спермопродукції.

Уміст дієнових кон'югатів у спермі найвищий при використанні кнурів-плідників один раз на тиждень, - в 1,1 та 1,24 рази більший ніж при двократному та трикратному використанні (рис. 3.5).

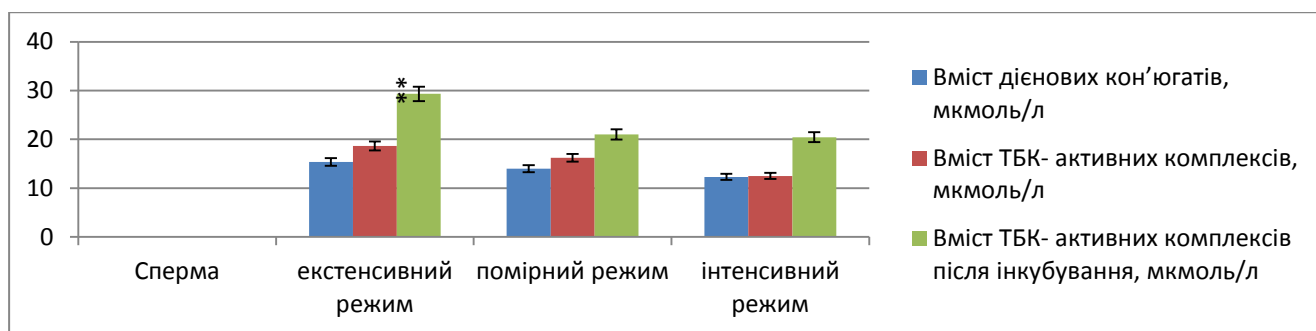


Рис. 3.5 Вплив режиму використання кнурів-плідників на процеси пероксидного окиснення у спермі

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ -порівняно з помірним режимом отримання спермопродукції.

У спермальній плазмі найбільша їх кількість при однократному режимі використання кнурів-плідників, а найменша - при трикратному, що свідчить про виснаження організму за використання останнього варіанту (рис. 3.6).

Уміст ТБК-активних комплексів був максимальним у режимі використання кнурів-плідників один раз на тиждень. Взяття сперми за дво - та триразового режиму приводило до зниження вмісту ТБК-активних комплексів, що, напевно, обумовлено розрідженням сперми кнурів-плідників.

Наголосимо, що в умовах інкубування цієї тканини в залізо-аскорбатному буфері на тлі підвищеного режиму статевого використання спостерігається зниження інтенсивності накопичення вмісту ТБК-активних комплексів від 29,3 до 20,4 мк моль/л. За одно - та триразового режиму отримання сперми кнурів-плідників уміст ТБК-активних комплексів підвищувався на 36–38 % [194].

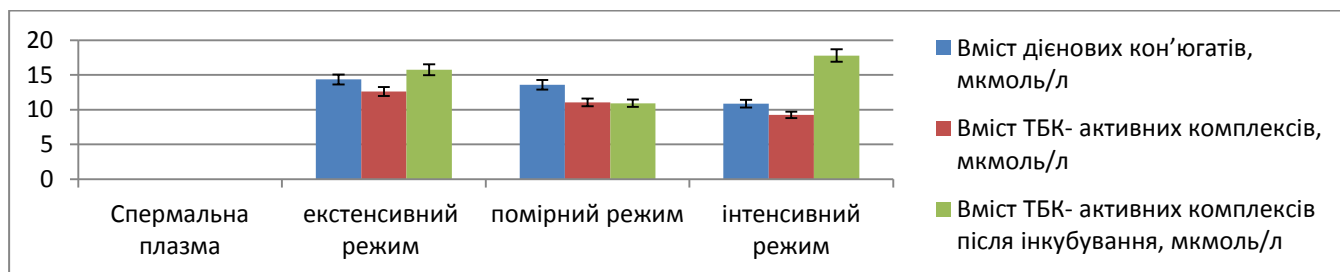


Рис. 3.6. Вплив режиму використання кнурів-плідників на процеси пероксидного окиснення у спермальній плазмі

Отже, якість спермопродукції кнурів-плідників істотно залежить від режиму їх використання. Встановлено, що підвищення інтенсивності використання кнурів-

плідників (два та три рази на тиждень) – приводить до зменшення кількості еякуляту та концентрації сперміїв, а також їх рухливості. Проте виживаність сперміїв за дворазового режиму використання кнурів-плідників істотно вища за одноразове та триразове отримання сперми, що, очевидно, зумовлено вищою ємністю системи антиоксидантного захисту.

3.3. Розроблення ефективних кормових добавок для оптимізації прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та підвищення репродуктивної здатності кнурів-плідників

3.3.1. Вплив вітамінної добавки на якість спермопродукції та відтворювальну здатність кнурів-плідників

Істотні коливання температури у приміщеннях для свиней порушує їх відтворювальну функцію. Найчастіше це проявляється зниженням статевої активності тварин, концентрації сперміїв в еякуляті та їх біологічної повноцінності. В основі порушення цих процесів лежить інтенсивне окиснення ненасичених жирних кислот мембран сперміїв та зміни прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. У забезпеченні нормалізації даних процесів важлива роль належить природним антиоксидантам і вітамінам А, Е та С та мікроелементам. Саме цим біологічно активним речовинам властива протекторна дія в умовах теплового стресу.

Отримані дані свідчать про те, що при підвищенні температури у приміщенні для утримання кнурів-плідників істотно змінювались показники спермопродукції, зменшувалася маса еякуляту в контрольній групі на 11,3 %.

При цьому рухливість та концентрація сперміїв суттєво не змінювалась, але показник їх виживаності протягом дослідного періоду зменшувався на 31,8 % ($p < 0,001$) (табл. 3.4). Після згодовування вітамінної добавки у складі кормосуміші кнурам-плідникам II групи, порівняно з контрольною, маса еякуляту була більшою на 6,1 %, концентрація сперміїв – 27,3 %, рухливість – 8,3 % ($p < 0,05$) і виживаність – 53,3 % ($p < 0,001$). У представників III групи порівняно з контролем на 30 добу після згодовування вітамінної добавки показники спермопродукції були

вищими: маса еякуляту на 29,5 % ($p<0,001$), концентрація спермійв – 15,5 % ($p<0,001$), рухливість 6,2 % ($p<0,05$) і виживаність – 60 % ($p<0,001$). Після зниження температури у приміщеннях (заключний період) кнури-плідники II і III груп, що отримували вітамінну добавку, характеризувались вищою концентрацією спермійв в еякуляті, відповідно на 15,55 % ($p<0,001$), рухливістю 6,25 % ($p<0,05$), виживаністю – 60 % ($p<0,001$) [196].

Таблиця 3.4

Вплив вітамінної добавки на якість сперми кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=6$

Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		30-та доба	60-та доба	
Маса еякуляту, г				
I	256,16±26,51	227,51±32,63	261,16±23,36	237,11±27,91
II	203,25±25,18	296,08±14,69	277,15±13,12	236,05±13,71
III	240,33±28,20	275,35±15,94	338,30±20,18***	232,18±24,28
Концентрація спермійв, млн/мл				
I	216,66±9,58	275,83±7,21	225,83±11,51	219,16±7,32
II	206,50±21,84	280,83±8,97	260,83±8,97	280,83±5,18***
III	210,83±13,46	280,66±7,32	255,83±10,28**	286,66±3,34***
Рухливість спермійв, %				
I	80,83±4,16	80,00±2,59	81,66±2,80	83,33±2,11
II	81,66±3,16	85,00±2,24	86,66±2,11*	90,00±2,59
III	83,33±2,11	85,83±2,24*	83,33±2,11	90,83±2,24
Терморезистентність, %				
I	73,33±2,10	70,00±2,56	50,15±2,59	50,83±2,59
II	75,00±2,24	72,50±2,11	73,33±2,11	76,66±3,34***
III	73,33±2,11	74,16±2,11	70,00±3,66	80,00±3,66***

Примітка. *- $p<0,05$; **- $p<0,01$; ***- $p<0,001$ - порівняно з (I) контрольною групою

Рівень ензимних антиоксидантів протягом дослідного періоду коливався залежно від згодовуваної дози кормової добавки (табл. 3.5).

Встановлено, що перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зростанням рівня СОД у спермі на 47,8 %. Активність цього ензиму в спермі тварин II і III груп на 60-ту добу основного періоду була більшою відповідно на 51,5 і 46 % порівняно з контролем.

Активність КТ у спермі кнурів-плідників II і III груп протягом основного періоду була найвищою, відповідно, у 2,4 і 2 рази більшою за контрольну. При цьому впродовж основного періоду рівень КТ зменшувався майже у 2 рази.

Після дії теплового фактору, на тлі загального зменшення активності СОД у тварин дослідних груп, рівень цього ензиму був вищим порівняно з контрольною. Різниця в активності КТ у кнурів-плідників дослідних груп по закінченні експерименту істотно зменшувалась.

Таблиця 3.5

Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період, доба		Заключний період
			30-та	60-та	
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	I	0,693±0,004	0,678±0,01	1,023±0,11	0,905±0,069
	II	0,712±0,001	0,695±0,007	1,55±0,04	1,16±0,10
	III	0,684±0,027	0,819±0,03	1,49±0,22	1,24±0,15
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	I	8,70±0,67	4,5±0,67	6,50±0,23	8,3±0,32
	II	8,30±0,56	10,8±0,79	10,10±0,18	9,4±0,12
	III	8,90±0,45	9,00±0,46	10,80±0,79	9,2±0,39
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I	20,96±2,19	28,86±5,40	29,54±5,29	22,51±4,47
	II	20,78±2,28	23,43±1,67	20,65±1,43	18,63±1,04
	III	22,11±1,94	23,45±1,27	21,36±1,39	20,68±0,95
ТБК-активні сполуки мкмоль/л	I	29,64±1,93	26,44±1,64	33,65±2,71	28,04±1,93
	II	25,64±0,79	28,44±2,59	28,04±2,68	22,03±1,69
	III	29,64±1,93	26,44±1,64	22,43±1,93*	21,63±1,52***

Примітка. *- $p<0,05$; **- $p<0,01$; ***- $p<0,001$ - порівняно з (I) контрольною групою.

Концентрація дієнових кон'югатів у спермі кнурів-плідників контрольної групи протягом основного періоду була найвищою, зростаючи максимально до 60-ої доби, - на 40,9 % ($p<0,001$). Вживання тваринами II і III груп вітамінної добавки зменшувало вміст цих метаболітів у спермі на 30-ту добу експерименту, відповідно, на 27,7 %, а також на 60-ту добу - на 12,2-8,12 %.

У спермі кнурів-плідників рівень ТБК-активних сполук був найвищим у контрольній групі, і збільшувався до максимальних значень на 60-ту добу - на 13,5 %, порівняно з його величиною на початку експерименту. У представників II

групи концентрація цього метаболіту впродовж основного періоду була меншою порівняно з контролем на 16,6 (30-та доба) і 21,4 % (60-та доба). У III дослідній групі рівень ТБК-активних сполук був меншим на 33,3 (30-та доба, $p < 0,001$) і 22,8 % (60-та доба, $p < 0,05$) порівняно з контролем.

Отже, вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук істотно зростав протягом основного періоду, до закінчення експерименту він зменшувався. Однак у тварин, що отримували вітамінну добавку, процеси пероксидного окиснення відбувалися повільніше.

По закінченню 30-ої доби основного періоду рівень глутатіону у досліджуваній тканині кнурів-плідників II і III груп був більший, відповідно, на 64,1 % і 90 %, ніж в контрольній групі (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вміст неензимних антиоксидантів у спермі кнурів плідників за згодовування вітамінної добавки, $M \pm m$, $n=6$

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-та доба	60-та доба	
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I	0,509±0,022	0,290±0,011	0,275±0,022	0,397±0,019
	II	0,476±0,024	0,476±0,025	0,356±0,029	0,409±0,023
	III	0,499±0,023	0,551±0,037	0,466±0,032	0,571±0,039
Аскорбінова кислота, ммоль/л	I	10,66±0,69	6,56±0,75	6,93±0,68	8,33±0,40
	II	10,06±0,56	8,60±0,26	13,00±1,7**	9,46±0,16
	III	11,40±0,75	9,60±0,78	12,00±0,76	13,26±0,88
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	I	9,06±0,36	9,40±0,31	14,26±1,36	10,06±1,44
	II	11,33±1,33	9,13±0,26	10,40±1,15	8,93±0,31
	III	12,06±0,65	10,66±0,80	9,86±0,77*	9,53±0,83
Вміст бета та пре-бета ліпопротеїдів, г/л	I	4,14±0,65	5,48±0,20	4,28±0,20	3,83±0,44
	II	3,56±0,18	4,89±0,74	4,03±0,22	3,69±0,26
	III	4,82±0,54	7,72±0,45	5,18±0,34	4,69±0,46

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з (I) контрольною групою.

У спермі тварин контрольної групи найвищий рівень відновленого глутатіону було встановлено на початку експерименту, в подальшому його вміст знижувався по закінченню основного і заключного періодів, відповідно, на 45,9 та 22 %.

Після основного періоду згодовування вітамінної добавки кнурам-плідникам II і III групи, у них, порівняно з контролем, спостерігали підвищення вмісту аскорбінової кислоти, відповідно, на 87,5 ($p < 0,01$) та 73,1 %. Концентрація даної кислоти у спермі тварин контрольної групи впродовж основного періоду зменшувалась на 38,4 % (30-та доба) і 34,9 % (60-та доба).

Вміст дегідроаскорбінової кислоти у тварин контрольної групи в період максимальних температур зростав на 57,3 % (60-та доба). Вживання кнурами-плідниками дослідних груп вітамінної добавки приводило до зниження кількості цієї кислоти.

Вміст бета та пре-бета-ліпопротеїдів у період перебування кнурів-плідників в умовах теплового стресу у спермі істотно зростав, а по закінченні дії цього фактора зменшувався. Це свідчить про насичення сперми субстратами для перебігу пероксидного окиснення. Такі зміни проходять на тлі істотного зниження вмісту відновлених форм глутатіону та аскорбінової кислоти.

Вживання кнурами-плідниками вітамінної добавки в кількості 20 % до основного раціону сприяє суттєвому збереженню відновлених форм глутатіону і аскорбінової кислоти у заключний період експерименту.

Перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зниженням показників якості спермопродукції: зменшенням маси еякуляту на 11,3 % і виживаності сперміїв на 31,8 % ($p < 0,001$). Це відбувається на тлі збільшення вмісту дієнових кон'югатів на 40,9 % та ТБК-активних комплексів на 13,5 %.

Додаткове згодовування кормосуміші з водорозчинними формами вітамінів А, Е і С на 10 % більше від норми в період теплового стресу кнурам-плідникам, порівняно з контрольною групою, сприяло підвищенню маси еякуляту на 6,1 % і рухливості сперміїв на 8,3 % ($p < 0,05$), на 60-ту добу, та збільшенню концентрації сперміїв на 27,3 % і їх виживаності на 53,3 % ($p < 0,001$), у заключний період експерименту. Підвищення кількості введення даних вітамінів до 20 % понад норму позитивно впливає на отримання біологічно-повноцінних еякулятів кнурів-плідників порівняно з контрольною групою у вигляді вищої рухливості сперміїв на

6,2 % ($p < 0,05$, 30-та доба), більшої маси еякуляту на 29,5 % і концентрації сперміїв на 13,3 % (60-та доба) та кращої виживаності, - на 60 % ($p < 0,001$, 90-та доба).

Використання вітамінної добавки у складі кормової суміші для годівлі кнурів-плідників 2-ї і 3-ї груп стосовно контрольної в умовах теплового стресу оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення у спермі за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту, - має місце переважання вмісту відновленого глутатіону, відповідно, на 64,1 % і 90 % (30-та доба), активності супероксиддисмутази на 51,5 і 46,1 % та каталази на 55,3 і 66,1% (60-та доба після згодовування) [197].

Позитивний ефект впливу на якісні й кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників після додаткового згодовування вітамінної добавки триває, щонайменше, 30 діб, що проявляється у більшій концентрації, рухливості та виживаності сперміїв. Сперма цих тварин характеризується значно вищим рівнем системи антиоксидантного захисту та більш повільним перебігом пероксидного окиснення.

Статистична обробка отриманих даних показала існування кореляційних зв'язків між досліджуваними компонентами ПАГ у спермі кнурів і функціональною активністю сперміїв. Відмічені зміни напряму і сили кореляційних взаємозв'язків залежно від терміну і дози згодованої кормової вітамінної кормової добавки. Виявлено, що концентрація сперміїв в еякулятах на 30-ту добу експерименту у тварин III – групи прямо корелювала з вмістом ТБК – активних комплексів ($r=0,56$), та зворотно з відновленого глутатіону ($r=-0,90$), бета та пре-бета-ліпопротеїдів ($r=-0,42$), дієнових кон'югатів ($r=-0,42$), активностями каталази ($r=-0,46$) і супероксиддисмутази ($r=-0,81$).

Встановлено, що на 30-ту добу після згодовування вітамінної добавки до складу якої входять вітаміни А, Е та С існували суттєві зворотні кореляційні зв'язки у тварин II - групи між рухливістю сперміїв та вмістом ТБК – активних комплексів ($r=-0,77$), відновленим глутатіоном ($r=-0,41$), аскорбіновою кислотою ($r=-0,44$), дегідроаскорбіновою кислотою ($r=-0,66$), а у тварин III – групи виявлено істотне корелювання із активністю супероксиддисмутази ($r=0,80$), кількістю дієнових кон'югатів ($r=0,53$).

Необхідно зауважити, що із збільшенням терміну згодовування кормової добавки на 60 – ту добу експерименту у кнурів-плідників II та III – груп рухливість сперміїв була тісно взаємопов'язаною із вмістом дієнових кон'югатів, що підтверджується встановленими кореляційними зв'язками, що відповідно становили $r=0,42$ та $r=0,79$. На 90-ту добу експерименту було зафіксовано існування зворотних кореляційних зв'язків між активністю сперміїв та вмістом ТБК-активних комплексів - $r=-0,55$ у II – групи та $r=-0,61$ III – групи тварин, а також пряме корювання з активністю супероксиддисмутази відповідно - $r=0,50$, $r=0,54$.

Аналіз кореляційних показників у тварин дослідних груп на 30-ту добу експерименту свідчить, що виживаність сперміїв у тварин II групи знаходилась в істотному взаємозв'язку з концентрацією аскорбінової кислоти $r=-0,55$. Виживаність сперміїв у тварин III – групи зворотно корелювала з активностями каталази ($r=-0,41$), супероксиддисмутаза ($r=-0,44$), концентраціями відновленого глутатіону ($r=-0,50$), аскорбінової кислоти ($r=-0,86$), дієновими кон'югатами ($r=-0,99$). На 60-ту добу виживаність сперміїв була істотно взаємопов'язаною з кількістю бета та пре-бета-ліпопротеїдів відповідно $r=0,49$ (II – група) та $r=0,40$ (III – група).

Важливо відзначити, що запліднювальна здатність свиноматок на 30-ту добу експерименту було взаємопов'язаною із активності каталази ($r=-0,97$), вмістом відновленого глутатіону ($r=-0,41$), бета та пре-бета - ліпопротеїдів ($r=-0,80$), дегідроаскорбінової кислоти ($r=-0,69$) у спермі тварин III групи. Із збільшенням терміну згодовування вітамінної кормової добавки - 60-та доба експерименту у тварини III-групи встановлено середню силу взаємозв'язків між заплідненістю свиноматок та активністю каталази ($r=-0,38$), кількістю дегідроаскорбінової кислоти $r=0,44$, ТБК – активних комплексів $r=0,62$.

При цьому заплідненість свиноматок перебувала в істотному взаємозв'язку з активністю каталази на 90-ту добу експерименту у тварин II групи ($r=-0,65$) та III групи ($r=-0,95$).

Згодовування кормосуміші з додатковою кількістю водорозчинних форм вітамінів А, Е і С в період теплового стресу кнурам-плідникам, порівняно з контрольною групою, сприяло, на 30-ту добу, підвищенню запліднюючої здатності

свиноматок на 10,7 % (табл. 3.7). Збільшенню кількості свиноматок, що опоросилися, на 10,7 %, кількості поросят у 2-ій та 3-ій групах на 7 % та 10,7 %.

Таблиця 3.7

Вплив вітамінної добавки на запліднюючу здатність спермійів

Групи	Кількість запліднених свиноматок	Заплідненість свиноматок, %	Кількість опоросів	%	Багато-плідність
Підготовчий період					
I	12	80,00±2,54	12	80,00±2,54	10,33±0,39
II	11	73,18±3,31	11	73,18±3,31	10,45±0,36
III	12	80,00±2,54	12	80,00±2,54	10,75±0,32
Основний період, 30 доба					
I	10	66,50±2,47	10	66,50±2,47	10,10±0,4
II	11	73,63±3,31	11	73,63±3,31	10,81±0,39
III	11	73,63±3,31	11	73,63±3,31	11,18±0,29
Основний період, 60 доба					
I	11	73,18±3,31	11	73,18±3,31	10,36±0,38
II	12	80,00±2,89	12	80,00±2,89	11,33±0,37
III	13	86,53±2,07	13	86,53±2,07	11,61±0,31
Заключний період					
I	12	80,00±2,54	12	80,00±2,54	10,58±0,33
II	13	86,42±2,27	13	86,42±2,27	11,85±0,30
III	13	86,42±2,27	13	86,42±2,27	11,57±0,23

Таким чином, перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зниженням показників якості спермопродукції: зменшенням об'єму еякуляту і виживаності спермійів на 31,8 % ($p < 0,001$). Це відбувається на тлі прискорення процесів пероксидного окиснення. Споживання кнурами-плідниками вітамінної добавки сприяє формуванню біологічно-повноцінних еякулятів та підсиленню системи антиоксидантного захисту.

3.3.2. Вплив згодовування лактатів Zn, Se, Cu та Fe на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, якість спермопродукції та відтворювальну здатність кнурів-плідників

У складі більшості преміксів використовують неорганічні форми мікроелементів у вигляді хлоридів, сульфатів та оксидів, які погано засвоюються тваринами через їх природну адаптацію до засвоєння органічних хелатних форм

мінералів з рослинних кормів. Низька засвоюваність мікроелементів із хлоридів і сульфатів підвищує ризик забруднення навколишнього середовища.

Тому одним із способів покращення використання мікроелементів тваринним організмом є широке застосування в їх кормах мінералів у комплексі з органічними речовинами, особливо в окремих біогеохімічних зонах України [198].

Отримані дані свідчать про те, що після згодовування лактатів Zn, Se, Cu і Fe у складі кормосуміші кнурам-плідникам II групи, порівняно з контрольною, маса еякуляту зросла на 29,2 % (60-та доба), концентрація спермій – на 21,7 % (30-та доба), рухливість – на 7,2 % (30-та доба), виживаність – на 17,1 % (60-та доба) та загальна кількість спермій – на 33,5 % (30-та доба) (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe на якість сперми кнурів-плідників,
M ± m, n=6**

Групи	Підготовчий Період	Основний період		Заключний період
		30-та доба	60-та доба	
Маса еякуляту, г				
I	217,75±28,18	190,16±15,68	178,5±12,95	233,28±25,32
II	192,58±21,99	208,66±23,75	230,66±25,72	252,66±15,03
III	222,75±27,23	270,35±13,06**	291,81±22,50**	230,95±16,36
Концентрація спермій, млн/мл				
I	178,33±11,41	191,66±14,52	181,66±11,99	160,83±12,72
II	214,66±13,88	233,33±22,84	196,66±15,90	191,66±21,27
III	183,33±15,03	246,66±15,47	214,66±22,19	176,66±26,00
Рухливість спермій, %				
I	83,33±1,67	80,83±2,59	80,00±1,29	81,66±2,11
II	84,16±2,39	86,66±1,67	82,50±3,01	83,33±2,11
III	79,16±3,01	90,00±1,29*	86,66±1,05	80,83±0,83
Терморезистентність, %				
I	79,16±3,01	63,33±2,11	60,83±3,28	70,83±3,28
II	73,33±2,11	74,16±2,01	70,83±0,83	73,33±2,11
III	74,16±2,01	81,66±1,67	80,83±3,28	69,16±3,01
Загальна кількість спермій				
I	38,83±2,38	36,44±2,47	32,42±0,28	37,51±2,28
II	41,33±1,45	48,68±3,87	45,36±3,77	48,42±4,81
III	40,83±1,25	66,67±5,66**	62,63±7,16	40,79±5,91

Примітка. *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 - порівняно з (I) контрольною групою

У кнурів III групи, порівняно з контрольною, у результаті згодовування досліджуваних мікроелементів показники спермопродукції були вищими: маса еякуляту - на 63,4 % ($p < 0,01$, 60-та доба), концентрація сперміїв – на 28,7 % (30-та доба), рухливість – на 11,3 % (30-та доба), виживаність – на 32,4 % (60-та доба).

По закінченню згодовування лактатів (заклучний період) кнури-плідники II групи характеризувались вищою на 19,16 % концентрацією сперміїв та на 29,08 % загальною кількістю сперміїв в еякуляті, порівняно з контрольною групою. У кнурів-плідників III групи концентрація сперміїв в еякуляті була більшою на 26,4 %, а загальна кількість сперміїв в еякуляті - на 38,9 % [199].

Рівень ензимних антиоксидантів у спермі і спермальній плазмі протягом дослідного періоду коливався залежно від згодовуваної дози лактатів (табл. 3.9). Встановлено, що у кнурів-плідників контрольної групи стосовно початку цього періоду відбувалося зниження рівня активності СОД у спермі на 35,7 %, у спермальній плазмі на 26,6 %.

Активність цього ензиму в спермі тварин II і III груп, яким згодовували лактати, на 60-ту добу основного періоду була більшою відповідно на 106,65 % ($p < 0,01$) і 82,9 %, а у спермальній плазмі на 72,2 % і 62,8 % порівняно з контролем. Проте у заключному періоді у спермальній плазмі спостерігали подальше зростання функціональної активності даного ензиму, що ставала більшою від контролю, відповідно, на 83,1 % та 163,5 % ($p < 0,001$).

Активність КТ у спермі кнурів-плідників II і III груп протягом основного періоду була вищою, відповідно, на 24,6 % і 33,8 % за їх активність у контрольній групі. Ці зміни відбувались на тлі зменшення рівня активності цього ензиму.

У спермальній плазмі кнурів-плідників II і III груп на 30-ту добу основного періоду активність каталази була вищою, відповідно, на 53,4 % та 93,1 % ($p < 0,05$) за таку в контрольній групі. У заключний період експерименту показники активності даного ензиму II і III груп перевищували контроль на 11,9 % та 25 %. Ці зміни відбувались на тлі збільшення рівня активності цього ензиму [13].

У результаті згодовування лактатів активність СОД у тварин дослідних груп була вищою порівняно з контролем. Показники КТ у кнурів-плідників дослідних груп по закінченні експерименту істотно зменшувались.

Таблиця 3.9

Вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників,

M ± m, n=6

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-та доба	60-та доба	
Сперма					
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	I	0,700±0,060	0,677±0,097	0,450±0,098	0,740±0,13
	II	0,580±0,11	0,838±0,20	0,930±0,080***	0,920±0,050
	III	0,745±0,15	0,732±0,13	0,825±0,23	0,970±0,080
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	I	8,7±0,67	4,80±0,84	6,50±0,23	6,30±0,29
	II	8,10±0,48	5,60±1,64	8,10±0,77	7,00±0,63
	III	9,40±0,47	6,70±1,20	8,70±0,94	9,40±0,39
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I	7,10±1,70	8,36±2,00	11,26±3,35	10,68±2,05
	II	4,43±0,69	10,53±2,26	11,91±1,96	11,32±2,33
	III	3,94±0,29	14,11±3,64	14,58±2,36	9,60±2,05
ТБК-активні сполуки мкмоль/л	I	15,22±1,83	12,15±0,39	16,16±2,04	12,57±0,61
	II	18,53±1,93	16,39±1,72	19,58±2,00	10,87±1,67
	III	13,51±1,34	17,37±1,57	19,86±1,83	9,45±0,54
Спермальна плазма					
Супероксид-дисмутаза, у.о./мл	I	0,579±0,081	0,543±0,10	0,425±0,11	0,451±0,098
	II	0,457±0,10	0,647±0,18	0,732±0,088	0,826±0,075
	III	0,525±0,11	0,693±0,13	0,692±0,18	1,19±0,11***
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	I	6,40±0,77	3,50±0,50	6,20±0,66	8,40±0,53
	II	4,80±0,84	5,37±1,32	7,60±0,73	9,40±0,57
	III	6,30±0,88	6,76±1,09*	7,30±0,71	10,50±0,13
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I	6,25±0,92	5,62±1,04	9,76±1,75	10,58±1,35
	II	4,15±0,58	7,14±1,75	11,49±1,71	6,70±0,91
	III	3,25±0,28	9,11±1,89	11,84±1,31	7,52±0,78
ТБК-активні сполуки мкмоль/л	I	17,62±1,60	10,81±0,54*	14,10±1,35	12,82±0,50
	II	17,15±1,64	14,33±0,73*	17,18±1,52	8,41±0,53
	III	14,42±1,07	16,00±0,82***	18,49±1,83	8,01±0,50

Примітка.*-р <0,05; ***-р <0,001- порівняно з (I) контрольною групою

Концентрація дієнових кон'югатів у спермі кнурів-плідників контрольної групи протягом експерименту зростала. Вживання тваринами II і III груп лактатів

мікроелементів збільшувало вміст первинних продуктів пероксидації на 30-ту добу експерименту, відповідно, на 25,9 % і 68,7 % у спермі та на 27 % та 62,1 % у спермальній плазмі, порівняно з контролем. Така закономірність зберігалася до 60-ї доби експерименту. У заключний період експерименту вміст дієнових кон'югатів у спермальній плазмі обох дослідних груп знизився порівняно з контролем на 36,7 % та 28,9 %.

Рівень ТБК-активних сполук у спермі кнурів-плідників контрольної групи збільшувався до максимальних значень на 60-ту добу на 6,2 % порівняно з його величиною на початку експерименту (30-та доба). Проте у спермальній плазмі концентрація цих сполук зменшувалась протягом дослідного періоду. У представників II і III груп концентрація цього метаболіту у спермі впродовж основного періоду перевищувала контроль на 34,7 % та 42,9 %, а у спермальній плазмі, відповідно, на 32,5 % ($p < 0,05$) та 48 % ($p < 0,001$; 30-та доба). Проте з настанням заключного періоду рівень ТБК-активних сполук у спермальній плазмі зменшувався, відповідно, на 34,4 % та 37,5 %.

Отже, вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук істотно зростав у спермі та спермальній плазмі тварин, що отримували лактати протягом основного періоду, а до закінчення експерименту він зменшувався у кнурів-плідників дослідних груп [200].

По закінченню 30-ї доби основного періоду рівень глутатіону у спермі кнурів-плідників II і III груп був більший, відповідно, на 29,6 % і 39,3 %, ніж у контрольній групі (табл. 3.10).

У спермальній плазмі рівень глутатіону у кнурів-плідників II і III груп по закінченню 60-ї доби основного періоду був більший, відповідно, на 12,6 % та 25,2 %, проти контрольної. Міжгрупова різниця показників продовжувала зростати і в заключний період була більша на 77,7 % та 108,6 % ($p < 0,001$).

По закінченні основного періоду згодовування мікроелементів кнурам-плідникам II і III груп, порівняно з контролем, спостерігалось підвищення кількості аскорбінової кислоти у спермі на 60-ту добу, відповідно, на 37,2 % ($p < 0,01$) та 51 % ($p < 0,05$). Концентрація аскорбінової кислоти в спермі контрольної групи впродовж

основного періоду зменшувалась на 39,2 % (30-та доба) із наступним зростанням на 60-ту добу.

Таблиця 3.10

Вплив лактатів Zn, Se, Cu і Fe на вміст неензимних антиоксидантів у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників, $M \pm m$, n=6

Показники	Групи	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
			30-та доба	60-та доба	
Сперма					
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I	0,605±0,026	0,425±0,053	0,666±0,069	0,585±0,029
	II	0,548±0,024	0,551±0,040	0,759±0,040	0,638±0,094
	III	0,499±0,023	0,592±0,026	0,815±0,065	0,692±0,045
Аскорбінова кислота, ммоль/л	I	13,66±2,25	8,30±0,76	12,06±1,51	10,06±1,44
	II	9,46±1,00	10,53±0,72	16,55±0,24**	13,13±1,64
	III	10,36±0,15	13,37±0,79	18,21±1,62*	13,20±0,88
Дегідро-аскорбінова кислота, ммоль/л	I	17,73±1,22	4,86±1,19	10,20±1,21	8,33±0,40
	II	5,73±1,15	9,13±0,26	15,13±0,48	13,26±0,88
	III	4,16±0,75	10,66±0,80	17,82±1,95	15,63±1,44
Вміст бета та пре-бета-ліпопротеїдів, г/л	I	6,22±0,45	4,48±0,67	4,17±0,77	4,59±1,10
	II	4,92±0,34	5,43±0,25	4,92±0,34	4,35±0,68
	III	3,58±0,36	6,22±0,45	5,86±0,11	4,15±0,56
Спермальна плазма					
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I	0,723±0,045	0,518±0,057	0,746±0,035	0,454±0,030
	II	0,529±0,029	0,552±0,041	0,840±0,015	0,807±0,057
	III	0,561±0,034	0,640±0,27	0,934±0,013	0,947±0,016***
Аскорбінова кислота, ммоль/л	I	14,46±1,97	11,00±1,05	12,19±1,46	12,66±1,19
	II	14,20±1,99	11,13±0,75	15,42±1,11	14,28±1,38
	III	11,55±1,65	14,26±0,47	19,38±1,39	16,56±1,63
Дегідро-аскорбінова кислота, ммоль/л	I	15,10±2,28	9,95±0,69	9,20±0,39	10,42±1,03
	II	8,53±1,24	12,13±0,67	14,59±0,57	9,80±0,72
	III	10,31±2,28	13,31±0,80	17,47±1,82*	11,80±1,27
Вміст бета та пре-бета-ліпопротеїдів, г/л	I	5,82±0,40	3,78±0,77	3,66±0,74	4,15±0,56
	II	3,47±0,58	5,18±0,32	4,67±0,32*	4,07±0,72
	III	3,27±0,40	5,31±0,54	5,52±0,28	3,89±0,61

Примітка. *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 - порівняно з (I) контрольною групою

У спермальній плазмі концентрація аскорбінової кислоти в контрольній групі впродовж основного періоду зменшувалась на 23,9 % (30-та доба) із наступним зростанням (60-та доба).

По закінченні основного періоду згодовування даних мікроелементів кнурам-плідникам II і III груп, порівняно з контролем спостерігалось підвищення кількості аскорбінової кислоти на 60-ту добу, відповідно, на 26,5 % та 58,9 %, а також в заключний період - на 12,8 % та 30,8 %.

Вміст дегідроаскорбінової кислоти у спермі і спермальній плазмі тварин контрольної групи протягом експерименту був нижчим за рівень аскорбінової кислоти. Вживання кнурами-плідниками дослідних груп лактатів приводило до збільшення кількості аскорбінових кислот: максимальних показників вони досягали на 60-ту добу, що більше на 48,3 % і 74,7 % у спермі та на 58,6 % і 89,9 % ($p < 0,05$) у спермальній плазмі, порівняно з контролем.

Вміст бета та пре-бета-ліпопротеїдів у період згодовування мікроелементів у спермі та спермальній плазмі істотно зростав до 30-ї доби, а потім зменшувався до закінчення експерименту. Це свідчить про насичення сперми та спермальної плазми субстратами для перебігу пероксидного окиснення.

Подальші дослідження буде спрямовано на з'ясування впливу лактатів на процеси дозрівання сперміїв та на підвищення їх запліднюючої здатності.

Згодовування кормосуміші з додаванням лактатів Zn, Se, Cu і Fe на 10 % більше від норми кнурам-плідникам, порівняно з контрольною групою, збільшує концентрацію сперміїв на 21,7 %, загальну кількість сперміїв – на 33,6 % і підвищує рухливість сперміїв на 7,2 % на 30-ту добу експерименту. Такий ефект зберігається до закінчення основного періоду і проявляється у збільшенні маси еякуляту на 29,2 % та виживаності сперміїв на 17,1 %.

Згодовування кормосуміші з додаванням лактатів мікроелементів на 20 % більше від норми кнурам-плідникам, порівняно з контрольною групою, позитивно впливає на отримання біологічно-повноцінних еякулятів, що проявляється у вигляді більшої рухливості сперміїв на 11,3 % ($p < 0,05$), концентрації сперміїв на 28,7 % та загальної кількості сперміїв на 82,9 % ($p < 0,01$) на 30-ту добу. Дана закономірність

зберігається до закінчення основного періоду та виражається в отриманні більшої на 63,4 % маси еякуляту та в кращій на 32,5 % виживаності сперміїв.

Згодовування лактатів досліджуваних мікроелементів у складі кормової суміші істотно оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту: переважання вмісту відновленого глутатіону, відповідно, на 29,6 % і 39,2 % у спермі, та на 12,6 % і 25,2 % у спермальній плазмі; активності супероксиддисмутази на 106,6 % ($p < 0,001$) і 82,9 % у спермі та на 72,2 % і 62,8 % у спермальній плазмі; активності каталази у спермі 24,6 % і 33,8 % та спермальній плазмі 53,4 % та 93,1 % ($p < 0,05$) по закінченню основного періоду експерименту.

Згодовування кнурам-плідникам лактатів протягом 30 діб вплинуло на збільшення показників багатоплідності у свиноматок: на 4,7 % у II та на 10,7 % у III групах порівняно з контролем (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Вплив лактатів на запліднюючу здатність сперміїв, $M \pm m$

Групи	Кількість Кнурів	Кількість осіменених свиноматок	Кількість запліднених свиноматок	Заплідненість свиноматок, %	Кількість опоросів	%	Багатоплідність
Підготовчий період							
I	3	15	13	86,53±1,43	11	73,63±2,79	10,81±0,35
II	3	15	12	80,00±2,75	11	73,63±2,62	10,45±0,36
III	3	15	13	86,92±1,06	12	80,00±2,95	10,25±0,34
Основний період, 30 доба							
I	3	15	12	80,00±2,95	11	73,63±3,31	10,54±0,47
II	3	15	13	87,69±1,21	13	87,69±1,21	11±0,42
III	3	15	13	86,92±1,2	13	86,92±1,2	11,6±0,41
Основний період 60 доба							
I	3	15	12	80,00±2,75	12	80,00±2,75	11,33±0,51
II	3	15	14	93,21±0,66	13	87,69±1,21	11,76±0,43
III	3	15	13	86,92±1,06	13	86,92±1,06	11,53±0,38
Заключний період							
I	3	15	13	86,53±1,43	12	80,00±2,75	10,91±0,43
II	3	15	14	93,21±0,66	13	87,69±1,21	11,23±0,25
III	3	15	12	80,00±2,95	12	80,00±2,95	10,58±0,28

Введення до основного раціону хелатних сполук впливало на запліднюючу здатність сперми на 60-ту добу, на 16,6 % та 8,3 %, відповідно, у II та III групах. Багатоплідність свиноматок підвищилася незначно [195]. У заключний період експерименту дані показники у тварин дослідних груп знижувалися стосовно контролю.

Позитивний вплив на якісні і кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників після додаткового згодовування лактатів мікроелементів Zn, Se, Cu і Fe в кількості 10 % понад норму триває, щонайменше, 30 діб після закінчення згодовування, що проявляється у більшій концентрації, рухливості та виживаності сперміїв [200].

Отже, дані досліджень свідчать, що згодовування лактатів мікроелементів у складі кормової суміші кнурам-плідникам істотно оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту. Такі зміни супроводжуються покращенням якості спермопродукції та запліднювальної здатності сперміїв.

3.4. Особливості впливу лактатів Zn, Se, Cu та Fe на функціональну активність сперміїв та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу при введенні їх до сперми і спермодоз кнурів-плідників

У забезпеченні збереження цілісності плазматичної мембрани спермія і оптимальних умов проходження акросомної реакції особлива роль належить макро- і мікроелементам.

Дослідження вчених вказують на те, що макро- та мікроелементи в спермі тварин мають велике значення завдяки їх ролі в обміні речовин, виживаності сперміїв та стійкості до окислювального стресу.

Отримані нами експериментальні дані свідчать про істотний вплив терміну інкубування зразків цільної сперми, а також величини концентрації доданого ЛФ (табл. 3.12). Так, нами було встановлено, що рухливість сперміїв знижувалась на 9 %, а їх виживаність - на 9,8 % впродовж 24-годинного зберігання. Додавання ЛФ істотно знижувало активність сперміїв після 24-годинного інкубування, де різниця

між інтактними зразками та II і III групами становила, відповідно, 15,6 % ($p < 0,05$) та 18,2 % ($p < 0,05$) у цільній спермі і на 15 % ($p < 0,05$) та 20,1 % ($p < 0,05$) у розрідженій спермі.

Таблиця 3.12

**Вплив лактату ферума на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$,
n=5**

Групи зразків	Рухливість, %	Виживаність, %	Кількість живих, %		Кількість мертвих, %	
			до інкубування	ТРП	до інкубування	ТРП
Цільна сперма						
До інкубування						
I	91,60±2,06	85,20±0,19	95,00±2,24	93,20±1,11	5,00±1,41	6,80±0,73
II	91,60±2,06	88,60±0,98	95,00±2,24	91,20±0,96	5,00±1,41	8,80±1,02
III	91,60±2,06	90,80±1,77	95,00±2,24	90,20±1,58	5,00±1,41	9,80±1,11
12 годин інкубування						
I	90,00±1,58	78,00±2,24	84,20±4,14*	80,20±4,86	15,80±2,97	19,80±2,75
II	90,60±1,16	83,40±3,69	86,20±2,82	83,20±2,96	13,80±2,58	16,80±2,58
III	86,20±3,08	85,20±1,59	85,20±3,47	85,20±3,47	14,80±3,28	14,80±3,28
24 години інкубування						
I	83,40±3,17	75,20±3,40	70,80±3,34*	60,40±4,44	29,20±3,49	39,60±3,62
II	70,40±3,8*	63,20±5,73*	83,20±2,06*	65,20±3,40	16,80±1,85	34,80±5,35
III	68,20±3,08*	48,40±3,17*	62,60±4,87	50,80±6,58	37,40±3,78	49,20±4,92
Розріджена сперма						
До інкубування						
I	90,20±1,58	84,20±2,19	93,20±3,24	90,20±1,58	6,80±1,61	9,80±1,11
II	90,20±1,11	88,60±1,98	94,20±2,20	91,60±1,96	5,80±1,91	8,40±1,42
III	90,80±1,77	90,00±1,58	95,00±2,24	91,20±1,58	5,00±1,41	8,80±1,10
12 годин інкубування						
I	88,20±2,58	75,20±2,14	84,20±2,14*	75,20±1,86	15,80±1,97	24,80±1,75
II	90,20±1,18	82,20±3,23	85,80±2,20	82,20±1,96	14,20±1,58	17,80±2,58
III	85,40±3,00	85,20±1,59	85,20±1,47	85,20±2,47	14,80±2,28	14,80±1,28
24 години інкубування						
I	82,40±1,17	75,40±2,40	70,20±2,34*	60,40±2,44	29,80±2,49	39,60±2,62
II	70,20±2,8*	60,20±2,73*	80,20±2,06*	65,20±1,40	19,80±1,85	34,80±1,35
III	65,80±2,08*	45,80±2,17*	60,60±1,87	50,00±1,58	39,40±1,78	50,00±1,92

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$ порівняно з (I) контрольною групою.

Важливо зазначити, що додавання ЛФ до зразків сперми істотно впливало на виживаність сперміїв. Так, 12-годинне інкубування з ЛФ збільшувало виживаність сперміїв на 7 % (II-група) – 9,2 % (III-група) у цільній спермі та на 8,7 % (II-група) та 10,5 % (III-група) у розрідженій спермі. Подовження терміну інкубування до 24 годин діяло згубно, знижуючи виживаність сперміїв у зразках з додаванням лактатів на 16 % ($p < 0,05$) (II-група) та 35,6 % ($p < 0,01$) (III-група) цільна сперма та на 19,7 % ($p < 0,05$) (II-група) та 38,9 % ($p < 0,01$) (III-група) розріджена сперма.

Процес інкубування зразків цільної та розрідженої сперми згубно діяв на їх життєздатність. Так, у проінкубованій цільній спермі кількість живих сперміїв знижувалася на 11,5 % ($p < 0,05$; 12 годин) та 25,5 % ($p < 0,05$; 24 години). Однак додавання ЛФ незначно підвищувало біологічну повноцінність сперміїв та їх життєздатність за умови 12-годинної інкубації, - у межах 3,7 % (II група) та 6,3 % (III група).

Варто відмітити, що інкубування зразків протягом доби неоднаково вплинуло на кількість живих сперміїв в еякуляті та їх виживаність: стосовно контрольної групи цей показник був більшим, відповідно, на 17,5 % ($p < 0,05$) і 8,6 % (II група) та менший на 11,6 % і 16 % (III група), подібна закономірність була відмічена і у зразках розрідженої сперми.

Встановлено, що активність СОД у цільній спермі на 12- та 24-ту години після інкубування зменшувалась на 38,1 % ($p < 0,01$) та 22,6 % порівняно з контролем (табл. 3.13). Додавання лактатів у середовище для 12-годинного інкубування істотно послаблювало цей процес. У зразках цільної сперми після 12- та 24-годинного інкубування функціонування даного ензиму було меншим, відповідно, на 18,1 % і 12,9 % у II групі та на 8 % і 51,6 % ($p < 0,01$) у III групі, порівняно з контролем. Активність СОД через 12 годин від початку інкубування у зразках сперми з додавання ЛФ була більшою на 32,3 % ($p < 0,05$) (II група) та 48,4 % ($p < 0,01$) (III група) порівняно з контролем.

Активність КТ у цільній спермі в процесі інкубування збільшувалась на 27,3 % (12 година), та на 7,8 % (24 година). У зразках сперми II групи рівень активності цього ензиму зростав на 12-ту та 24-ту години від початку інкубування на 67,6 % та

35,3 %. У зразках сперми III групи на 12-ту годину активність каталази істотно не змінювалась, а по закінченню 24-ої години стрімко знижувалось на 40,1 %.

Варто зазначити, що суттєву міжгрупову різницю було встановлено після 12-годинного інкубування зразків сперми II групи, де активність цього ензиму збільшувалась на 31,6 %, тоді як у зразках III групи зменшувалася на 20 %. Таку закономірність відмічено також після 24-годинної витримки зразків.

Таблиця 3.13

Вплив лактатів ферума на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи Зразків	Час, год.	Активність каталази, H_2O_2 /хв./л	Активність супероксиддисмутази, у.о./мл	Вміст дієнових кон'югатів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів мкмоль/л
Цільна сперма					
I	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24
	12	8,76±0,55	0,192±0,092**	18,18±0,63	25,72±1,17
	24	7,42±0,56	0,240±0,057	24,20±0,61**	30,00±1,73*
II	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24
	12	11,53±0,58	0,254±0,042*	20,88±0,60*	29,32±2,09*
	24	9,30±1,20	0,270±0,057	25,60±0,54*	32,30±1,10**
III	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24
	12	7,02±1,15	0,285±0,075**	24,81±0,56**	26,20±0,56
	24	4,12±0,57	0,150±0,054**	28,40±0,47**	22,60±1,10
Розріджена сперма					
I	0	6,20±0,55	0,190±0,056	9,72±0,58	15,30±0,53
	12	5,76±0,56	0,312±0,057**	12,24±0,58	17,30±0,62
	24	5,50±0,53	0,251±0,086**	15,80±0,61**	21,30±0,52**
II	0	6,19±1,12	0,190±0,040	9,72±0,57	15,30±0,53
	12	5,88±0,56	0,315±0,070**	12,07±0,56	18,50±0,44
	24	6,30±0,53	0,200±0,027	16,50±0,61**	24,30±0,53**
III	0	6,22±0,55	0,190±0,003	9,72±0,44	15,30±1,10
	12	5,68±0,94	0,192±0,004	12,42±0,83	16,40±0,83
	24	6,00±0,60	0,106±0,020**	19,40±0,35**	18,60±0,79

Примітка. *- $p<0,05$; **- $p<0,01$; - порівняно з (I) контрольною групою.

Встановлено, що кількість дієнових кон'югатів у зразках сперми I групи на 12-ту та 24-ту години від початку інкубування зростала на 16,5 % та 55,1 % ($p<0,01$).

Аналогічну динаміку вмісту дієнових кон'югатів виявлено й у зразках із додаванням лактатів – підвищення активності після 12- і 24-годинної інкубації, відповідно, на 33,8 % ($p < 0,05$) та 64,1 % ($p < 0,05$), II група, а також на 59 % ($p < 0,01$) та 82 % ($p < 0,01$), III група.

Інтенсивність перебігу процесу пероксидного окиснення суттєво зростала впродовж інкубування дослідних зразків. Так, міжгрупова різниця за вмістом дієнових кон'югатів на 12 годину інкубування була суттєвою при додаванні 0,3 мг ЛФ та складала 36,5 % ($p < 0,01$; III група). Така динаміка була характерною по закінченні добового інкубування, коли їх вміст підвищувався на 5,8 %, II група, та 17,4 %, III група, порівняно з показником I групи.

Вміст ТБК-активних комплексів у цільній спермі в процесі інкубування збільшувався на 18,5 % (12 година), та 38,2 % ($p < 0,05$; 24 година). У зразках сперми II групи кількість цього комплексу зростала більш інтенсивно на 12-ту та 24-ту години після інкубування, відповідно, на 35,1 % ($p < 0,05$) та 48,8 % ($p < 0,01$). Збільшення концентрації ЛФ приводило до зростання концентрації даного метаболіту на 20,7 % через 12 годин інкубування, з наступним зниженням, III група.

Встановлено, що активність СОД у зразках розрідженої сперми III-групи на 12-ту та 24-ту години після інкубування зменшувалась на 38,4 % ($p < 0,01$) та 57,7% ($p < 0,01$) порівняно з контролем. Така тенденція була характерною і для активності КТ, яка знижувалась на 7,1 % (12 год), та на 11,3 % (24 год) I-ї групи, тоді як у зразках II - і III груп вона істотно не змінювалась.

Виявлено, що кількість дієнових кон'югатів у зразках розрідженої сперми I група на 12-ту та 24-ту години від початку інкубування зростала на 25,9 % та 62,5 % ($p < 0,01$). Аналогічну динаміку вмісту цих речовин відмічено при додаванні лактатів – підвищення кількості після 12- і 24 - годинної інкубації, відповідно, на 24,1 % та 69,7 % ($p < 0,01$), II група, а також на 27,7 % та 99,5 % ($p < 0,01$), III група.

Вміст ТБК-активних комплексів у спермодозах в процесі інкубування збільшувався на 13 % (12 година), та 39,2 % ($p < 0,01$) (24 година). У зразках сперми II групи кількість цих комплексів зростала на 12-ту та 24-ту години після інкубування, відповідно, на 20,9 % та 58,8 % ($p < 0,01$). Ведення більшої концентрації

ЛФ до зразків III групи приводило до незначного зростання концентрації ТБК-активних комплексів у процесі інкубування.

Вміст відновленого глутатіону у спермі кнурів-плідників інтактної групи в процесі інкубування збільшувався на 41 % ($p < 0,01$) (12-та година), із наступним зменшенням на 14,8 % (24-та година). У зразках сперми II групи рівень цього комплексу спадав на 12-ту та 24-ту години після інкубування, відповідно, на 25,9 % та 21,3 % до початкового рівня (табл. 3.14). У зразках III групи на 12-ту та 24-ту години спостерігалось досить велике зниження, - на 35,1 % ($p < 0,01$) та 62,3 % ($p < 0,01$) до початкового рівня дослідження.

Таблиця 3.14

Вплив лактатів ферума на вміст низькомолекулярних антиоксидантів у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Вміст відновленого глутатіону, ммоль/л	Вміст аскорбінової кислоти, ммоль/л	Вміст дегідроаскорбінової кислоти, ммоль/л
Цільна сперма				
I	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,8±0,69
	12	0,430±0,11**	16,73±1,12	14,53±1,00
	24	0,260±0,057	10,80±0,69	18,11±1,01**
II	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,226±0,051**	20,53±1,13	23,40±0,61**
	24	0,240±0,057	6,12±0,61**	30,18±0,58**
III	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,198±0,057**	20,84±1,16	28,16±0,59**
	24	0,115±0,054**	4,21±0,53**	32,16±0,56**
Розріджена сперма				
I	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,233±0,086	11,80±0,65	9,68±0,57
	24	0,183±0,057	7,13±0,60	12,30±0,60
II	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,126±0,10**	9,66±0,56	10,93±0,017
	24	0,095±0,052**	4,16±0,58**	12,60±0,56
III	0	0,200±0,056	12,05±0,53	10,80±0,90
	12	0,158±0,10	8,66±0,56**	13,77±0,56
	24	0,055±0,002**	3,30±1,1**	15,40±1,10

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$ порівняно з (I) контрольною групою

Концентрація глутатіону на 12-ту годину після інкубування у зразках сперми з додавання ЛФ знижувалась на 47,4 % ($p < 0,01$), II група, та на 53,9 % ($p < 0,01$), III група, порівняно з I групою.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних зразках у процесі інкубування зменшувався на 12,4 % (12-та година), та на 43,4 % (24-та година). Додавання ЛФ у зразки сперми викликало зниження рівня аскорбату протягом 24 годин інкубування на 68 % ($p < 0,01$) у II групі, та на 78 % ($p < 0,01$) у зразках III групи, що свідчить про істотне його використання.

Концентрація дегідроаскорбінової кислоти у зразках сперми I групи в процесі інкубування зростала на 13,5 % (12-та година) та на 41,5 % ($p < 0,01$; 24-та година). Інтенсивність цього процесу прискорювалась із додаванням ЛФ у зразках II групи. Рівень даної кислоти істотно підвищувався на 12-ту та 24-ту години, відповідно, на 82,8 % ($p < 0,01$) та 135,7 % ($p < 0,01$). Для зразків III групи впродовж інкубування встановлено аналогічну динаміку. Кількість дегідроаскорбінової кислоти у зразках сперми з додавання ЛФ впродовж її інкубування була більшою. При цьому слід зазначити істотне переважання кількості окисної форми аскорбінової кислоти над відновленою формою; істотна різниця збільшувалась до 24-ї години інкубування [202].

Вміст відновленого глутатіону у зразках спермодоз II-групи після 24-х годинного інкубування істотно спадав на 40,8 % ($p < 0,01$). У зразках III групи на 12-у та 24-ту години спостерігалось аналогічна тенденція до зниження даного показника.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних зразках у процесі інкубування зменшувався на 12,4 % (12-та година), та на 43,4 % ($p < 0,01$) (24-та година). Додавання ЛФ у зразки розрідженої сперми викликало зниження рівня аскорбату протягом 24 годин інкубування на 65,4 % ($p < 0,01$) у II групі, та на 72,6 % ($p < 0,01$) у зразках III групи, що свідчить про істотне його використання.

Кількість дегідроаскорбінової кислоти у зразках розрідженої сперми з додавання ЛФ впродовж її інкубування була більшою. При цьому слід зазначити істотне переважання кількості окисної форми аскорбінової кислоти над відновленою формою; істотна різниця збільшувалась до 24-ої години інкубування.

Отримані експериментальні дані свідчать про істотний вплив терміну інкубування зразків цільної та розрідженої сперми, а також величини концентрації доданого ЛК (табл. 3.15).

Таблиця. 3.15

**Вплив лактату купруму на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$,
n=5**

Групи зразків	Рухливість %	ТРП 3 год виживаність, %	Кількість живих, %		Кількість мертвих, %	
			До інкубування	ТРП	До інкубування	ТРП
Цільна сперма						
До інкубування						
I	91,60±2,06	85,20±0,19	95,00±2,24	93,20±1,11	5,00±1,41	6,80±0,73
II	91,60±2,06	84,20±1,06	95,00±2,24	94,40±0,60	5,00±1,41	5,60±0,39
III	91,60±2,06	88,20±1,11	95,00±2,24	93,20±1,11	5,00±1,41	6,80±0,73
12 годин інкубування						
I	90,00±1,58	78,00±2,24	84,20±4,14	80,20±4,86	15,80±2,97	19,80±2,75
II	88,00±2,55	86,60±3,33*	87,20±2,89	80,80±2,85	12,80±2,65	19,20±1,62
III	70,20±2,84**	64,20±7,06*	78,00±3,00	76,20±2,99	22,00±3,33	23,80±2,58
24 години інкубування						
I	83,40±3,17	75,20±3,40	70,80±3,34	60,40±4,44	29,20±3,49	39,60±3,62
II	87,20±3,82	79,80±4,75	76,20±2,54	73,40±6,79	23,80±1,68	26,60±5,63
III	63,60±4,80*	59,80±2,84*	68,40±5,11	49,40±6,82	31,60±1,43	50,60±3,66
Розріджена сперма						
До інкубування						
I	91,40±1,86	85,20±1,19	92,20±1,24	91,80±1,10	7,80±1,43	7,20±0,83
II	91,20±1,66	85,50±1,16	93,40±2,54	92,00±1,60	6,60±1,10	8,00±0,63
III	90,50±1,34	88,20±1,11	92,20±2,54	92,20±1,68	7,80±1,11	7,80±0,74
12 годин інкубування						
I	88,20±1,68	78,20±1,24	84,20±3,14	80,20±2,86	15,80±1,97	19,80±1,75
II	85,20±2,25	83,80±2,33*	85,20±2,89	77,80±2,85	14,80±2,35	22,20±1,62
III	70,40±2,14**	65,20±4,06*	75,20±3,20	73,20±2,19	24,80±2,33	26,80±1,58
24 години інкубування						
I	80,40±2,17	73,40±2,40	70,20±2,54	60,40±3,14	29,80±2,29	39,60±2,72
II	86,20±2,92	78,80±3,75	75,20±2,64	70,20±4,79	24,80±1,62	29,80±3,63
III	62,80±3,83*	60,20±2,44*	65,20±4,11	50,20±4,82	34,80±1,46	49,80±3,46

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з (I) контрольною групою

Так, встановлено, що рухливість сперміїв у зразках від тварин II та III групах відносно контрольної протягом 12-годинного інкубування знижувалась відповідно на 2,2 % та 22 % ($p < 0,001$) у цільній спермі і на 3,4 % та 20,4 % ($p < 0,001$) у розрідженій спермі. Протягом 24-годинного інкубування спостерігалось підвищення функціональної активності сперміїв у цільній та розрідженій спермі відповідно на 4,5 % та 7,2 % II група та зниження даного показника на 23,7 % ($p < 0,01$) та 21,8 % ($p < 0,001$) III група відносно контролю.

Вживаність сперміїв до початку інкубування як у цільній, так і в розрідженій спермі мала незначне падіння у II групі та незначне підвищення у III групі відносно контролю. У дослідних зразках при додаванні ЛК після 12-годинного інкубування виживаність сперміїв у цільній спермі II групі була більшою на 11 % ($p < 0,05$), розрідженій на 7,4 % та меншою на 17,7 % ($p < 0,05$) у цільній та на 16,6 % ($p < 0,05$) розрідженій спермі III група відносно контролю. Така тенденція підвищення показників II групи та падіння у III-ій спостерігається і протягом 24-годинного інкубування в обох зразках сперми.

Інкубування зразків цільної сперми незначно (на 3,5 %) підвищувало показники II групи та істотно (на 7,3 %) знижувало активність сперміїв у III групі після 12-годинного інкубування. Такі зміни були відмічені і протягом 24-годинного інкубування. Дана закономірність спостерігалась у зразках розрідженої сперми.

Важливо зазначити, що додавання ЛК до зразків сперми істотно не впливало на виживаність сперміїв.

Інкубування зразків протягом доби діяло згубно на функціональну активність сперміїв, знижуючи їх виживаність у зразках цільної сперми і розрідженої сперми III групи відповідно на 18,2 % та 16,6 %.

Встановлено, що активність СОД у цільній спермі на 12-ту та 24-ту години після інкубування зменшувалась на 37,7 % ($p < 0,01$) та 22,6 % (табл. 3.16), проте у розрідженій спермі, навпаки, спостерігалось зростання на 64,2 % ($p < 0,01$) після

12-годинного інкубування сперми та на 32,1 % ($p < 0,05$) після добового інкубування порівняно з контролем.

Таблиця 3.16

Вплив лактату купруму на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Активність каталази, $H_2O_2/хв./л$	Активність супероксид-дисмутази, у.о./мл	Вміст дієнових кон'югатів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування, мкмоль/л
Цільна сперма						
I	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	8,76±0,55	0,193±0,094**	18,18±0,63	25,72±1,17	32,61±1,15
	24	7,42±0,56	0,240±0,042	24,20±0,61**	30,00±1,73*	35,12±0,57
II	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	12,66±0,67*	0,200±0,024*	18,39±0,80	24,18±1,49	26,82±1,17
	24	9,90±0,73	0,250±0,057	19,01±2,48	28,33±2,01	30,60±2,30
III	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	10,40±2,43	0,230±0,035	19,74±2,09	20,37±2,42	27,49±0,56
	24	11,40±1,68	0,33±0,035	36,43±3***	32,57±1,03	28,36±1,14
Розріджена сперма						
I	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	5,76±0,56	0,312±0,057**	12,24±0,58	17,30±0,62	23,80±0,61
	24	5,50±0,53	0,251±0,086*	15,80±0,61**	21,30±0,52*	26,50±0,57**
II	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	8,31±0,73	0,148±0,028	13,34±0,73**	12,50±1,17	13,13±1,22
	24	5,42±0,47	0,151±0,027	14,75±0,98**	16,15±0,73	19,57±0,86
III	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	7,81±0,83	0,113±0,009**	15,65±0,49***	13,48±1,61	21,48±0,67
	24	8,31±0,73	0,138±0,019	21,10±1,38***	19,22±0,41	28,10±1,09**

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ – порівняно з (I) контрольною групою

Активність КТ у цільній спермі в процесі інкубування збільшувалась на 27,3 % (12 година), та на 7,8 % (24 година). У розрідженій спермі показники навпаки спадали на 7,1 % та 11,3 % на 12-ту та 24-ту години після інкубування порівняно з контролем. У зразках сперми II групи рівень активності цього ензиму зростав на

12-ту та 24-ту години від початку інкубування на 84 % ($p < 0,05$) та 43,9 %, проте показники розрідженої сперми на 12-ту годину після інкубування зростали на 34 % стосовно контролю та знижувалися протягом добового інкубування на 12,5 %.

У зразках сперми III групи активність цього ензиму протягом 12 - 24 годинного інкубування збільшувалась на 51,1 % та 65,7 % до контролю. У розрідженій спермі також спостерігалось зростання активності на 25,9 % та 34 % на 12-ту та 24-ту години інкубування. Додавання лактатів у середовище для інкубування істотно послаблювало цей процес.

У зразках цільної сперми після 12- та 24-годинного інкубування функціонування даного ензиму було меншим, відповідно, на 35,4 % ($p < 0,05$) та 19,3 % у II групі; зменшення відбувалися й у зразках розрідженої сперми на 22,1 % та 20,5 %. У зразках III групи цільної сперми його активність спадала на 12-ту годину на 25,8 % і підвищувався після добового інкубування на 6,4 % порівняно з контролем, у зразках розрідженої сперми даний показник знижувався на 40,5 % ($p < 0,01$) та 27,3 % до контролю.

Встановлено, що кількість дієнових кон'югатів у зразках сперми I групи на 12- та 24-ту години від початку інкубування зростала на 16,5 % та 55,1 % ($p < 0,01$). Зростання показників було відмічено і у зразках розрідженої сперми, відповідно, на 25,9 % та 62,5 % ($p < 0,01$) до контролю.

Аналогічну динаміку вмісту дієнових кон'югатів виявлено й у зразках із додаванням лактатів – підвищення активності після 12- і 24-годинної інкубації, відповідно, на 17,8 % та 21,8 % у цільній спермі; на 37,2 % ($p < 0,01$) та на 51,7 % ($p < 0,01$) у розрідженій спермі, II група; а також на 26,5 % та на 133,5 % ($p < 0,001$) у цільній спермі; та на 61 % ($p < 0,001$) і на 117 % ($p < 0,001$) у розрідженій спермі, III група.

Вміст ТБК-активних комплексів у цільній спермі в процесі інкубування збільшувався на 18,5 % (12-та година), та на 38,2 % ($p < 0,05$) (24-та година). Зростання показників спостерігалось і у розрідженій спермі на 13 % та 39,2 % ($p < 0,05$) до контролю. У зразках сперми II групи кількість цього комплексу зростала більш інтенсивно на 12-ту та 24-ту години після інкубування, відповідно, на 11,42 %

та 30,55 %. Проте у зразках розрідженої сперми на 12-ту годину рівень даного показника спадав на 18,3 %, з подальшим зростанням до добового інкубування на 5,5 % до контролю. Збільшення концентрації ЛК приводило до зниження концентрації даного метаболіту у цільній спермі на 6,1 %, у розрідженій - на 11,9 % за 12 годин інкубування, з наступним зростанням на 50,1 %, у цільній спермі, та на 25,6 %, у розрідженій спермі, III група.

Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування збільшувався на 21,2 % (12-та година) та 30,5 % (24-та година), цільна сперма, та на 31,8 % та 46,8 % ($p < 0,01$), розріджена сперма. Збільшення концентрації ЛК приводило до незначного зниження концентрації даного метаболіту на 12-ту годину інкубування, з наступним зростанням на 13,7 %, II група. Проте у зразках розрідженої сперми на 12-ту годину інкубування спостерігалось зменшення її на 27,2 %, з подальшим зростанням після добового інкубування на 8,4 %, до контролю. У зразках цільної сперми III групи кількість цього комплексу зростала більш інтенсивно на 12-ту та 24-ту години після інкубування, відповідно, на 2,2 % та 5,4 %. Відповідне зростання відбувалося і у зразках розрідженої сперми: на 19 % через 12 годин та на 55,6 % ($p < 0,01$) через 24 години.

Вміст відновленого глутатіону у спермі інтактної групи в процесі інкубування збільшувався на 41 % ($p < 0,01$) (12-та година), із наступним зменшенням на 14,8 % (24-та година) (табл. 3.17). Аналогічну динаміку показників нами було встановлено і у зразках розрідженої сперми: 12-та година - збільшення на 16,5 %, з подальшим спаданням на 8,5 % через 24 години. У зразках цільної сперми II групи рівень цього комплексу збільшувався на 12-ту годину на 13,1 % з подальшим зниженням на 18,8 % через 24 години інкубування, щодо початкового рівня. На 12-ту годину інкубування у зразках розрідженої сперми активність глутатіону збільшувалася на 11 %, з подальшим незначним зниженням через добу інкубування порівняно з контролем. У зразках сперми III групи на 12-ту та 24-ту години як у цільній, так і у розрідженій спермі спостерігалось зниження його активності, - на 4,9 % та на 27,8 % (цільна сперма), а також - на 18,5 % та 21 % (розріджена сперма) до початкового рівня дослідження.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних зразках цільної сперми у процесі її інкубування зменшувався на 12,4 % (12-та година) та на 43,4 % ($p < 0,05$; 24-та година) та на 2 % і 40,8 % ($p < 0,05$) у зразках розрідженої сперми порівняно з контролем.

Таблиця 3.17

Вплив лактату купруму на вміст низькомолекулярних антиоксидантів у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Вміст відновленого глутатіону, ммоль/л	Вміст аскорбінової кислоти, ммоль/л	Вміст дегідроаскорбінової кислоти, ммоль/л
Цільна сперма				
I	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,8±0,69
	12	0,430±0,11**	16,73±1,12	14,53±1,00
	24	0,260±0,057	10,80±0,69*	18,11±1,01**
II	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,345±0,043	14,60±0,69	18,60±4,67
	24	0,280±0,075	12,80±2,67	19,30±4,07
III	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,290±0,041	11,40±2,38*	17,67±2,68*
	24	0,220±0,031	8,16±0,72**	24,06±1,95**
Розріджена сперма				
I	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,233±0,086	11,80±0,65	9,68±0,57
	24	0,183±0,057	7,13±0,60*	12,30±0,60
II	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,222±0,029	8,66±0,56	13,35±0,80
	24	0,196±0,052	9,36±0,35	14,48±0,58
III	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,163±0,031	5,18±0,53**	12,19±1,12
	24	0,158±0,10	5,76±0,33**	17,23±1,05

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Додавання ЛК у зразки цільної та розрідженої сперми викликало зниження рівня аскорбату протягом 12- та 24-годинного інкубування, відповідно, на 23,5 % і 32,9 % у цільній та на 28,1 % і 22,3 % у розрідженій спермі, а також, відповідно, на

40,3 % ($p < 0,05$) і 57,2 % ($p < 0,01$) у цільній та на 57 % ($p < 0,01$) і 52,2 % ($p < 0,01$) у розрідженій спермі III групи, що свідчить про істотне його використання.

Концентрація дегідроаскорбінової кислоти у зразках цільної сперми I групи в процесі інкубування зростала на 13,5 % (12-та година), та на 41,5 % ($p < 0,01$; 24-та година). Проте у зразках розрідженої сперми рівень дегідроаскорбінової кислоти спадав на 10,3 %, 12-та година інкубування, з подальшим зростанням протягом добового інкубування на 13,8 % порівняно з контролем. Інтенсивність цього процесу прискорювалась із додаванням ЛК у зразки сперми II групи. Рівень даної кислоти істотно підвищувався на 12-ту та 24-ту години, відповідно, на 45,3 % ($p < 0,05$) та 50,7 % ($p < 0,01$) у цільній спермі, та на 23,2 % і 34 % у розрідженій спермі до контролю. Для зразків III групи впродовж інкубування встановлено аналогічну динаміку.

Отримані експериментальні дані свідчать про істотний вплив на якість сперми терміну інкубування зразків цільної та розрідженої сперми, а також величини концентрації доданого лактату цинку (ЛЦ) (табл. 3.18).

Так, встановлено, що рухливість сперміїв знижувалася на 2,8 % та 1,7 % у цільній спермі та на 4,6 % та 4,0 % у розрідженій спермі у II-ій та III-ій групах відносно контролю протягом 12-годинного інкубування. Протягом 24-годинного інкубування спостерігалось підвищення показників у II та III групі порівняно з контрольною на 5,7 % та 8,6 % цільна сперма та 6,2 % та 8,7 % розріджена сперма.

Вживаність сперміїв у цільній та розрідженій спермі до початку інкубування мала незначне підвищення у II групі та незначне падіння у III групі порівняно з контролем. Під час 12-годинного інкубування вживаність сперміїв II та III груп більшою на 4,8 % та 5,6 % цільна сперма та 5,2 % та 8,3 % розріджена стосовно контролю. Така тенденція підвищення показників II та III груп спостерігається і протягом 24 годинного інкубування.

Інкубування зразків цільної та розрідженої сперми незначно підвищувало активність сперміїв після 12-годинного інкубування у II та III групі. Такі зміни були відмічені і протягом 24-годинного інкубування.

Таблиця 3.18

Вплив лактату цинку на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Рухливість %	ТРП 3 год. виживаність %	Кількість живих сперміїв %		Кількість мертвих сперміїв %	
			До інкубування	ТРП	До інкубування	ТРП
Цільна сперма						
До інкубування						
I	91,60±2,06	85,20±0,19	95,00±2,24	93,20±1,11	5,00±1,41	6,80±0,73
II	91,60±2,06	86,80±0,96	92,40±1,43	86,40±0,98	7,60±0,67	13,60±0,51
III	91,60±2,06	83,40±1,43	93,80±0,79	89,80±1,65	6,20±0,86	10,20±1,02
12 годин інкубування						
I	90,00±1,58	78,00±2,24	84,20±4,14	80,20±4,86	15,80±2,97	19,80±2,75
II	87,40±2,18	81,80±1,20	85,60±1,63	82,80±1,96	14,40±0,24	17,20±0,86
III	88,40±1,03	82,40±1,65	86,80±1,56	85,80±1,77	13,20±0,58	14,20±1,43
24 години інкубування						
I	83,40±3,17	75,20±3,40	70,80±3,34	60,40±4,44	29,20±3,49	39,60±3,62
II	88,20±2,11	78,60±1,56	77,40±1,29	70,40±1,63	22,60±0,74	29,60±1,63
III	90,60±1,16	80,40±2,04	72,20±1,77	71,80±1,11	27,80±0,58	28,20±0,86
Розріджена сперма						
До інкубування						
I	91,20±2,16	85,20±1,19	95,20±2,24	92,20±1,10	4,80±1,11	7,80±0,79
II	91,20±2,16	86,80±1,96	92,60±1,48	85,40±1,98	7,40±0,87	14,60±0,91
III	91,20±2,16	84,60±1,43	94,40±0,99	90,40±1,95	5,60±0,82	9,60±1,12
12 годин інкубування						
I	90,20±1,98	77,20±2,44	84,20±2,14	80,60±3,16	15,80±1,45	19,40±1,75
II	85,80±2,11	81,40±1,27	85,60±2,63	82,60±1,06	14,40±0,89	17,40±0,66
III	86,40±1,13	83,40±1,85	85,60±2,56	85,80±1,27	14,40±0,88	14,20±1,83
24 години інкубування						
I	82,80±2,17	75,20±2,10	70,20±2,34	60,80±2,44	29,80±2,49	39,20±1,62
II	88,40±2,11	78,80±1,56	77,40±1,39	70,80±1,68	22,60±0,84	29,20±1,63
III	90,40±1,10	80,40±2,14	72,20±1,34	70,80±1,10	27,80±0,98	29,20±0,88

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ - порівняно з (I) контрольною групою

Важливо зазначити, що додавання ЛЦ до зразків цільної та розрідженої сперми впливало на виживаність сперміїв на 12-ту годину після інкубування з незначним підвищенням.

Інкубування зразків II групи цільної і розрідженої сперми протягом доби підвищувало активність сперміїв до 16,5 %, а III групи до 18,8 %.

Активність СОД у цільній спермі на 12-ту та 24-ту годину після інкубування зменшувалась на 37,7 % ($p < 0,01$) та 22,6 % порівняно з контролем (табл. 3.19), проте активність даного ензиму у розрідженій спермі навпаки зростала на 64,2 % ($p < 0,01$) та 32,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. Додавання лактатів у середовище для інкубування послаблювало цей процес. У зразках II групи даний показник знизився на 19,3 % та 7,1 % у цільній спермі та на 20,5 % і 7,9 % у розрідженій.

У зразках цільної сперми III групи після 12-годинного інкубування функціонування даного ензиму було меншим на 10,9 % у цільній спермі і на 39,4 % ($p < 0,05$) у розрідженій, з подальшим підвищенням після добового інкубування на 4,5 % у цільній спермі та на 21,5 % у розрідженій, порівняно з контролем.

Активність КТ у цільній спермі в процесі інкубування збільшувалась на 27,3 % (12 година), та на 7,8 % (24 година), проте даний показник у розрідженій спермі знижувався на 7,1 % та 11,3 % до контролю. У зразках сперми II групи знижувалась на 12-ту та 24-ту години від початку інкубування на 25 % та 9,8 % у цільній спермі та на 56,9 % ($p < 0,05$) і 44,2 % ($p < 0,05$) у розрідженій. У зразках сперми III групи на 12-ту та 24-ту години спостерігалось зниження активності даного ензиму на 14,2 % та 32,7 % у цільній спермі на 26,1 % і 8,3 % у розрідженій до контролю.

Встановлено, що кількість дієнових кон'югатів у зразках сперми I групи на 12-ту та 24-ту годину від початку інкубування зростала на 16,5 % та 55,1 % ($p < 0,01$) у цільній спермі та на 25,9 % і 62,5 % ($p < 0,01$) у розрідженій.

Аналогічну динаміку вмісту дієнових кон'югатів виявлено й у зразках із додаванням лактатів – підвищення активності після 12- і 24-годинної інкубації, відповідно, на 30,9 % та 26,5 % у цільній спермі та на 15,2 % і 11,2 % у розрідженій, II група, а також на 13 % та 17,8 % у цільній спермі та на 37,9 % ($p < 0,05$) і 50,1 % ($p < 0,05$) у розрідженій, III група, відносно контролю.

Активність ТБК-активних комплексів збільшувався в процесі інкубування у цільній спермі на 18,5 % (12-та година), та 38,2 % ($p < 0,05$) (24-та година), у розрідженій спермі, - відповідно, на 13 % і 39,2 % ($p < 0,05$) до контролю. У зразках

цільної сперми II групи кількість цього комплексу зростала на 12-ту та 24-ту годину інкубування, відповідно, на 26,6 % та 22,3 %.

Таблиця 3.19

Вплив лактату цинку на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час год	Активність каталази, H_2O_2 /хв./л	Активність супероксид-дисмутази, у.о./мл	Вміст дієнових кон'югатів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування, мкмоль/л
Цільна сперма						
I	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	8,76±0,55	0,193±0,094**	18,18±0,63	25,72±1,17	32,61±1,15
	24	7,42±0,56	0,240±0,042	24,20±0,61**	30,00±1,73*	35,12±0,57
II	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	5,16±0,24	0,250±0,057	20,42±1,39	27,49±0,56	32,57±1,03
	24	6,20±0,30	0,288±0,047	19,74±2,09	26,55±0,86	30,60±2,30
III	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	5,90±0,50	0,276±0,015	17,64±0,39	23,32±2,49	27,49±0,56
	24	4,63±0,23	0,324±0,023	18,39±0,80	24,45±1,75	28,36±1,14
Розріджена сперма						
I	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	5,76±0,56	0,312±0,057**	12,24±0,58	17,30±0,62	23,80±0,61
	24	5,50±0,53	0,251±0,086*	15,80±0,61**	21,30±0,52*	26,50±0,57**
II	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	2,67±0,18*	0,151±0,027	11,20±0,39	16,63±0,93	18,51±0,98
	24	3,46±0,27*	0,175±0,011	10,81±0,21	17,37±0,56	20,70±0,28
III	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	4,58±0,31	0,115±0,041*	13,41±0,73*	13,80±1,63	18,97±0,77
	24	5,68±0,60	0,231±0,031	14,59±0,71*	14,35±0,16	20,27±0,61

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Проте у розрідженій спермі мало місце лише незначне збільшення. Збільшення концентрації ЛЦ приводило до збільшення концентрації даного метаболіту на 7,4 % та 12,6 % у цільній спермі III групи, проте - до зменшення на 9,8 % і 6,2 % через 12 та 24 години інкубування у розрідженій, щодо контролю.

Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування збільшувався на 21,2 % (12-та година), та 30,5 % (24-та година), у цільній спермі, та на 31,8 % і 46,8 % ($p < 0,01$) у розрідженій, порівняно з контролем.

Збільшення концентрації ЛЦ приводило до підвищення концентрації даного метаболіту у цільній спермі на 12-ту та 24-ту години інкубування, на 21 % та 13,7 %, II група. У зразках цільної сперми III групи кількість цього комплексу зростала на 12-ту та 24-ту години інкубування, відповідно, на 2,2 % та 5,4 %. У зразках II та III групи розрідженої сперми відбувалися незначні підвищення даного показника.

Кількість відновленого глутатіону у спермі інтактної групи в процесі інкубування збільшувався на 41 % ($p < 0,01$; 12-та година), у розрідженій спермі - на 16,5 %, з наступним (24-та година) зменшенням на 14,8 % у цільній спермі та на 8,5 % у розрідженій. У зразках цільної сперми II групи рівень цього комплексу зменшувався на 12-ту та 24-ту години інкубування на 8,2 % та 23,9 % та на 18,5 % і 36 % ($p < 0,05$) у розрідженій спермі, до початкового рівня (табл. 3.20).

У зразках цільної сперми III групи на 12-ту та 24-ту години спостерігалось зниження його рівня на 4,9 % та 7,8 %. Проте у зразках розрідженої сперми спостерігалось підвищення на 47,5 % ($p < 0,01$) та 14 % до початкового рівня дослідження.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних зразках цільної сперми у процесі інкубування зменшувався на 12,4 % (12-та година), та на 43,4 % ($p < 0,05$) (24-та година). У зразках розрідженої сперми на 12-ту годину інкубування відбулися незначні зменшення, проте протягом добового інкубування зниження відбулося на 40,8 % ($p < 0,05$).

Додавання ЛЦ у зразки сперми викликало зниження рівня аскорбату протягом 12- та 24-годинного інкубування на 8,7 % та 32,9 % у цільній спермі II групи та на 13,2 % і 39,4 % ($p < 0,05$) у розрідженій, а також - на 3,9 % і 12,6 % у цільній спермі III групи та на 19,7 % і 31,9 % у розрідженій, що свідчить про істотне його використання.

Концентрація дегідроаскорбінової кислоти у зразках цільної сперми I групи в процесі інкубування зростала на 13,5 % (12-та година), та на 41,5 % ($p < 0,01$; 24-та

година), проте у зразках розрідженої сперми спостерігалось незначне зниження протягом 12-годинного інкубування з подальшим підвищенням протягом добового інкубування на 13,8 % до контролю. Інтенсивність цього процесу прискорювалась із додаванням ЛЦ у зразки II групи.

Таблиця 3.20

Вплив лактату цинку на вміст низькомолекулярних антиоксидантів у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Вміст відновленого глутатіону, ммоль/л	Вміст аскорбінової кислоти, ммоль/л	Вміст дегідроаскорбінової кислоти, ммоль/л
Цільна сперма				
I	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,8±0,69
	12	0,430±0,11**	16,73±1,12	14,53±1,00
	24	0,260±0,057	10,80±0,69*	18,11±1,01**
II	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,280±0,075	17,44±1,42	16,29±1,47
	24	0,232±0,042	12,80±2,67	21,51±2,54*
III	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,290±0,041	18,34±1,24	14,70±1,10
	24	0,281±0,061	16,69±2,46	15,50±1,90
Розріджена сперма				
I	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,233±0,086	11,80±0,65	9,68±0,57
	24	0,183±0,057	7,13±0,60*	12,30±0,60
II	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,163±0,031	10,46±0,42	13,45±0,71
	24	0,128±0,028*	7,30±0,71*	15,29±0,30
III	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,295±0,0075**	9,67±0,60	12,61±0,72
	24	0,228±0,026	8,20±0,24	14,62±0,45

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Рівень даної кислоти істотно підвищувався на 12-ту та 24-ту години, відповідно, на 27,2 % та 68 % ($p < 0,05$) у цільній спермі та на 24,5 % і 41,5 % у розрідженій, відповідно. Для зразків III групи, впродовж інкубування встановлено аналогічну динаміку, як для цільної, так і розрідженої сперми.

Експериментальні дані свідчать про істотний вплив терміну інкубування зразків цільної та розрідженої сперми, а також величини концентрації доданого ЛС (табл. 3.21). Так, встановлено, що рухливість сперміїв після 12 і 24-годинного інкубування незначно підвищувалась у зразка цільної та розрідженої сперми II та III груп.

Таблиця 3.21

Вплив лактату селену на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Рухливість сперміїв, %	ТРП 3 год. виживаність, %	Кількість живих сперміїв, %		Кількість мертвих сперміїв, %	
			До інкубування	ТРП	До інкубування	ТРП
Цільна сперма						
До інкубування						
I	91,60±2,06	85,20±0,19	95,00±2,24	93,20±1,11	5,00±1,41	6,80±0,73
II	91,60±2,06	88,60±0,98	94,40±0,60	90,80±0,79	5,60±0,51	9,20±0,85
III	91,60±2,06	90,60±0,60	95,00±1,58	92,40±1,12	5,00±1,41	7,60±0,24
12 годин інкубування						
I	90,00±1,58	78,00±2,24	84,20±4,14	80,20±4,86	15,80±2,97	19,80±2,75
II	92,80±0,96	83,40±1,03	86,20±0,96	78,80±0,96	13,80±0,56	21,20±0,58
III	91,40±0,98	85,80±1,68	86,80±1,56	76,40±1,03	13,20±0,58	23,60±0,81
24 години інкубування						
I	83,40±3,17	75,20±3,40	70,80±3,34	60,40±4,44	29,20±3,49	39,60±3,62
II	88,40±1,96	80,20±1,59	73,60±1,12	58,40±1,03	26,40±1,07	41,60±1,32
III	88,00±0,95	82,60±1,29	81,40±2,18	65,20±1,59	18,60±0,51	34,80±1,39
Розріджена сперма						
До інкубування						
I	91,20±2,12	84,20±1,29	95,20±2,24	93,80±1,10	4,80±1,44	6,20±0,75
II	91,40±2,62	87,40±1,38	94,60±1,29	90,20±1,98	5,40±1,51	9,80±0,84
III	91,60±2,86	89,80±1,62	95,00±1,58	91,40±1,62	5,00±1,48	8,60±0,27
12 годин інкубування						
I	90,20±1,88	77,40±1,48	83,20±2,74	80,80±2,69	16,80±1,74	19,20±1,78
II	92,20±0,96	82,20±1,32	85,20±1,64	77,20±1,61	14,80±0,68	22,80±0,98
III	91,20±0,92	84,40±1,68	85,80±1,36	75,20±1,13	14,20±0,98	24,80±0,91
24 години інкубування						
I	82,20±2,17	75,20±2,42	70,20±2,34	60,40±2,44	29,80±2,43	39,60±2,62
II	86,80±1,56	81,20±1,56	72,20±1,12	56,40±1,05	27,80±1,37	43,60±1,39
III	89,80±2,26	85,00±1,10	80,20±2,24	64,40±1,11	19,80±1,61	35,60±0,93

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Виживаність сперміїв у цільній спермі до початку інкубування мала незначне підвищення у II групі та III групі на 6,3 % порівняно з контролем. Під час 12-годинного інкубування виживаність сперміїв II та III груп мала більші показники на 6,9 % та 10 % цільна сперма та 6,7 %-9,6 % розбавлена сперма у порівнянні з контролем. Така тенденція підвищення показників II та III груп спостерігається і протягом 24-годинного інкубування.

Інкубування зразків цільної та розбавленої сперми незначно підвищувало активність сперміїв після 12-годинного інкубування у II та III групах. Такі зміни були відмічені і протягом 24-годинного інкубування.

Важливо зазначити, що додавання ЛС до зразків цільної сперми впливало на виживаність сперміїв на 12-ту годину після інкубування з незначним зниженням на 1,7 % та 4,7 % у II та III групах порівняно з контролем. Інкубування протягом доби знизило активність сперміїв на 3,3 % у II групі з подальшим підвищенням у зразках III групи на 7,9 % до контролю, аналогічну динаміку зниження та підвищення показників було зафіксовано і у зразках розрідженої сперми.

Активність СОД у цільній спермі на 12-ту та 24-ту години після інкубування зменшувалась на 37,7 % ($p < 0,01$) та 22,6 % порівняно з контролем (табл. 3.22), проте даний показник у розрідженій спермі зростав, відповідно, на 64,2 % ($p < 0,01$) та на 32,1 % ($p < 0,05$). Додавання лактату селену у середовище для інкубування послаблювало цей процес.

У зразках цільної сперми після 12- та 24-годинного інкубування активність даного ензиму зменшувалась, відповідно, на 8 % та 11,3 %, і незначно збільшувалась у розрідженій спермі II групи порівняно з контролем. У зразках цільної сперми III групи вона підвищувалася на 12-ту годину на 9 %, з подальшим спадом після добового інкубування на 13,2 %. Проте у розрідженій спермі вона зростала на 26,3 % і 38,4 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем.

Активність КТ у цільній спермі в процесі інкубування збільшувалась на 27,3 % (12 година) та на 7,8 % (24 година). Рівень активності даного ензиму у розрідженій спермі спадав, відповідно, на 7,1 % та 11,3 % до контролю. У зразках цільної сперми II групи рівень активності цього ензиму спадав на 12-ту та 24-ту години від початку

інкубування на 11,7 % та 40,1 %. Незначне падіння спостерігалось і у зразках розрідженої сперми. У зразках цільної сперми III групи на 12-ту та 24-ту години спостерігалось зниження активності даного ензиму на 30,9 % та 37 %, а також - на 52,9 % ($p < 0,05$) і 60,8 % ($p < 0,05$) у розрідженій спермі порівняно з контролем.

Таблиця 3.22

Вплив лактату селену на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Активність каталази, H_2O_2 /хв./л	Активність супероксид-дисмутази, у.о./мл	Вміст дієнових кон'югатів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів, мкмоль/л	Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування, мкмоль/л
Цільна сперма						
I	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	8,76±0,55	0,193±0,094**	18,18±0,63	25,72±1,17	32,61±1,15
	24	7,42±0,56	0,240±0,042	24,20±0,61**	30,00±1,73*	35,12±0,57
II	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	6,07±0,60	0,285±0,045	19,74±2,09	20,56±1,65	27,49±0,56
	24	4,12±0,45	0,275±0,038	21,77±1,76*	23,49±0,89	26,55±0,89
III	0	6,88±1,11	0,310±0,057	15,60±1,13	21,70±1,24	26,90±1,15
	12	4,75±0,28	0,338±0,012	22,49±2,09*	22,46±2,08	27,49±0,56
	24	4,33±0,29	0,269±0,036	23,10±1,67**	24,45±1,75	28,36±1,14
Розріджена сперма						
I	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	5,76±0,56	0,312±0,057**	12,24±0,58	17,30±0,62	23,80±0,61
	24	5,50±0,53	0,251±0,086*	15,80±0,61**	21,30±0,52*	26,50±0,57**
II	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	3,88±0,53	0,211±0,029	12,46±0,41	16,63±0,93	20,39±1,36
	24	3,16±0,35	0,193±0,0043	11,28±0,33	12,81±0,35	18,85±0,95
III	0	6,20±0,55	0,190±0,10	9,72±0,57	15,30±0,53	18,05±0,55
	12	2,92±0,39*	0,240±0,028	15,33±0,30**	16,54±0,16	19,52±0,44
	24	2,43±0,21*	0,263±0,020**	17,57±0,92**	18,45±0,19	20,27±0,61

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Встановлено, що вміст дієнових кон'югатів у цільній спермі I групи на 12-ту та 24-ту години від початку інкубування зростав на 16,5 % та 55,1 % ($p < 0,01$), а в розрідженій спермі - на 25,9 % і 62,5 % ($p < 0,01$).

Аналогічну динаміку вмісту дієнових кон'югатів виявлено й у зразках із додаванням лактатів – підвищення активності після 12-ої та 24-ої годинної інкубації, відповідно, на 26,5 % та 39,5 % ($p < 0,05$) у цільній спермі та на 28,1 % і 16 % у розрідженій II групи, а також на 44,1 % ($p < 0,05$) та 48 % ($p < 0,01$) у цільній, і відповідно, на 57,7 % ($p < 0,01$) і 80,7 % ($p < 0,01$) у розрідженій III групи.

Вміст ТБК-активних комплексів у цільній спермі в процесі інкубування збільшувався на 18,5 % (12-та година), та 38,2 % ($p < 0,05$) (24-та година). У розрідженій спермі також спостерігалось збільшення на 13 % і 39,2 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. У зразках сперми II групи кількість цього комплексу зменшувалась на 12-ту годину інкубування на 5,2 % з подальшим зростанням до 24-ої години на 8,2 % стосовно контролю у цільній спермі, проте у розрідженій спермі активність ТБК-активних комплексів на 12-ту годину інкубування зростала на 8,7 %, з подальшим зниженням протягом добового інкубування на 16,2 % порівняно з контролем. Збільшення концентрації ЛС приводило до збільшення концентрації даного метаболіту на 3,5 % та 12,6 % у цільній спермі, та на 8,1 % і 20,5 % у розрідженій спермі III групи через 12 та 24 години інкубування при порівнянні з показниками тварин контрольної групи.

Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування у цільній спермі збільшувався на 21,2 % (12-та година), та 30,5 % (24-та година), та у розрідженій - на 31,8 % та 46,8 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем. Збільшення концентрації ЛС приводило до підвищення концентрації даного метаболіту у цільній спермі на 12-ту годину інкубування на 2,2 % з незначним зниженням через 24 години інкубування. У розрідженій спермі ми можемо спостерігати підвищення показників на 12-ту та 24-ту години інкубування на 12,9 % та 4,4 %, II група. У зразках сперми III групи кількість цього комплексу зростала на 12-ту та 24-ту години інкубування, відповідно, на 2,2 % та 5,4 % у цільній спермі та на 8,1 % і 12,3 % у розрідженій порівняно з контролем.

Кількість відновленого глутатіону у спермі інтактної групи в процесі інкубування збільшувався на 41 % ($p < 0,01$; 12-година), у розрідженій спермі - на 16,5 %, із наступним (24-та година) зменшенням на 14,8 % у цільній спермі та на 8,5 % у розрідженій. У зразках сперми II групи рівень цього комплексу збільшувався у цільній спермі на 12-ту та 24-ту години після інкубування на 13,7 % та 7,8 %, а в розрідженій спермі на 16 % і 27 % стосовно початкового рівня (табл. 3.23). У зразках III групи на 12-ту та 24-ту години спостерігалось зниження у цільній спермі на 7,8 % та 20,6 %, а в розрідженій на 18,5 % та 2 % до початкового рівня дослідження.

Таблиця 3.23

Вплив лактату селену на вміст низькомолекулярних антиоксидантів у цільній та розрідженій спермі кнурів-плідників, $M \pm m$, $n=5$

Групи зразків	Час, год.	Вміст, ммоль/л		
		відновленого глутатіону	аскорбінової кислоти	дегідроаскорбінової кислоти
Цільна сперма				
I	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,8±0,69
	12	0,430±0,11**	16,73±1,12	14,53±1,00
	24	0,260±0,057	10,80±0,69*	18,11±1,01**
II	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,347±0,044	14,69±1,37	16,29±1,47
	24	0,329±0,045	11,46±2,15*	19,31±0,35**
III	0	0,305±0,002	19,10±1,56	12,80±0,69
	12	0,281±0,016	15,59±1,96	17,10±1,02
	24	0,242±0,043	13,13±0,89*	19,78±0,63
Розріджена сперма				
I	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,233±0,086	11,80±0,65	9,68±0,57
	24	0,183±0,057	7,13±0,60*	12,30±0,60
II	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,232±0,038	10,46±0,42	11,40±0,46
	24	0,254±0,034	9,67±0,60	12,54±1,20
III	0	0,200±0,056	12,05±0,57	10,80±0,64
	12	0,163±0,031	11,91±0,76	13,30±0,27
	24	0,196±0,0056	10,55±0,47	14,62±0,45

Примітка. *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з (I) контрольною групою.

Вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних зразках цільної сперми у процесі інкубування зменшувався на 12,4 % (12-та година), та на 43,4 % ($p < 0,05$) (24-та година), а у зразках розрідженої сперми на 12-ту годину інкубування відбулося незначне зменшення; проте протягом добового інкубування зниження відбулося на 40,8 % ($p < 0,05$). Додавання ЛС у зразки сперми викликало зниження рівня аскорбату протягом 12- та 24-годинного інкубування на 23,08 % та 40 % ($p < 0,05$), цільна сперма, та на 13,2 % і 19,7 %, розріджена сперма (II група), та на 18,3 % і 31,2 % ($p < 0,05$), цільна сперма, та, відповідно, на 1,1 % і 12,4 %, розріджена сперма (III група), що свідчить про істотне його використання.

Концентрація дегідроаскорбінової кислоти у зразках цільної сперми I групи в процесі інкубування зростала на 13,5 % (12-та година), та на 41,5 % ($p < 0,01$) (24-та година); проте у зразках розрідженої сперми спостерігалось незначне зниження протягом 12-годинного інкубування з подальшим підвищенням протягом добового інкубування на 13,8 % відносно контролю.

Інтенсивність цього процесу прискорювалась із додаванням ЛС у зразки II групи. Рівень даної кислоти істотно підвищувався на 12-ту та 24-ту години, відповідно, на 27,2 % та 50,8 % ($p < 0,01$), цільна сперма, та на 5,5 % і 16,1 %, розріджена. Для зразків III групи впродовж інкубування встановлено аналогічну динаміку як для цільної так і розрідженої сперми.

З'ясовано, що додавання мікроелементів у незначних кількостях покращує виживаність сперміїв в межах від 4,8 % до 11 % та підвищує активність сперміїв протягом 12-годинного інкубування. Встановлено, що додавання лактатів у більших дозах знижує рухливість сперміїв, підвищує виживаність сперміїв в межах від 5,6 % до 10 % та знижує активність сперміїв; ці зміни відбуваються на тлі посилення антиоксидантного захисту.

Введення лактатів до цільної сперми в невеликих дозах стимулює процеси пероксидного окиснення – зростання концентрації дієнових кон'югатів в межах від 14,8 % до 30,9 %, ТБК-активних комплексів в межах від 11,4 % до 26,6 %. Аналогічні підвищення дієнових кон'югатів були відмічені й у зразках розрідженої сперми в межах від 10,5 % до 26,5 %.

Отже, процес інкубування сперми призводить до істотного зниження рухливості і виживаності сперміїв, що відбувається внаслідок зміщення ПАГ у напрямі прискорення процесів пероксидного окиснення. Введення лактатів мікроелементів до цільної і розрідженої сперми неоднаково впливає на рівень функціональної активності сперміїв за рахунок окремих особливостей формування ПАГ.

3.5. Економічна ефективність результатів досліджень

При розрахунку економічної ефективності використання вітамінної добавки на основі вітамінів А, Е, та С враховувалися показники продуктивності кнурів-плідників та існуючі на даний час цінові показники.

Економічна ефективність використання вітамінної добавки на основі вітамінів А, Е та С

При розрахунку економічної ефективності використання вітамінів А, Е та С виходили з покращення показників репродуктивної функції кнурів-плідників.

За основу було взято показник приросту одержаних за рік спермодоз на 1 кнура-плідника, який в середньому складає 20-21 спермодозу.

Розрахунок річного економічного ефекту, отриманого від згодовування вітамінів та використання лактатів металів, проводили згідно з загальноприйнятою методикою за однією й тією ж формулою:

$$E = \frac{C \times \Pi}{\text{Ц} \times 10} \times \text{Л} \times \text{К}$$

За згодовування вітамінів у кількості, на 10 % більшій від норми, значення змінних величин, позначених великими буквами, були такими:

Ц – вартість 1 спермодози - 200 грн.;

С – кількість спермодоз, одержаних від 1 кнура-плідника за рік (у середньому по даному регіону) – 2109;

П – приріст кількості отриманих спермодоз порівняно з середнім приростом по регіону – 1,26 % (2657 спермодоз);

При розрахунку економічної ефективності використання лактатів Zn, Se, Cu і Fe виходили з покращення показників репродуктивної функції кнурів-плідників.

За основу було взято показник приросту одержаних за рік спермодоз на 1 кнура-плідника, який в середньому складає 12-16 спермодоз.

Розрахунок річного економічного ефекту проводили за формулою, згідно із загальноприйнятою методикою:

За згодовування лактатів у кількості, на 10 % більшій від норми, значення змінних величин, позначених великими буквами, були такими:

Ц – вартість 1 спермодози - 200 грн.;

С – одержано спермодоз від 1 кнура-плідника за рік (в середньому по даному регіону) – 1193;

П – приріст кількості отриманих спермодоз в порівнянні з середнім приростом по регіону – 1,36 % (1622 спермодоз);

Л – постійний коефіцієнт зменшення результату (0,75);

К – кількість кнурів-плідників (3 гол.).

$$\times E = 200 \text{ грн} \times \frac{1193}{100} \times 1,36 \% \times 0,75 \times 3 = 7301,16 \text{ грн.}$$

Отже, економічний ефект, отриманий від використання лактатів склав 7301,16 грн. або 2433,72 грн. на 1 кнура-плідника.

При згодовуванні лактатів на 10 % більше від норми на рік затрати на 3 кнурів-плідників становлять 6450,88 грн. або 2150,29 грн. на 1 кнура-плідника.

За згодовування лактатів у кількості, на 20 % більшій від норми, значення змінних величин, позначених великими буквами, були такими:

Ц – вартість 1 спермодози - 200 грн.;

С – одержано спермодоз від 1 кнура-плідника за рік (в середньому по даному регіону) – 1193;

П – приріст кількості отриманих спермодоз в порівнянні з середнім приростом по регіону – 1,87 % (2219 спермодоз);

Л – постійний коефіцієнт зменшення результату (0,75);

К – кількість кнурів-плідників (3 гол.).

$$E = 200 \text{ грн} \times \frac{1193}{1,87 \%} \times 0,75 \times 3 = 10039,09 \text{ грн.}$$

кнурів.

Отже, економічний ефект, отриманий від використання лактатів склав 10039,09 грн. або 3346,36 грн. на 1 кнура-плідника.

При згодовуванні лактатів на 20 % більше від норми на рік затрати на 3 кнурів-плідників становлять 7136,48 грн. або 2378,82 грн. на 1 кнура-плідника.

Таким чином, проведені експерименти свідчать, що сперміям належить провідна роль у формуванні ПАГ у спермі, що є особливо виразним за дії на організм кнурів-плідників теплового стресу та режиму використання. Дія теплового стресу приводить до інтенсифікації пероксидного окиснення у спермі порівняно із спермальною плазмою, що підтверджується переважанням вмісту ТБК-активних комплексів і функціональною активністю супероксиддисмутази та каталази .

З'ясовано, що згодовування кнурам-плідникам кормосуміші з додаванням вітамінів А, Е і С сприяє підвищенню запліднювальної здатності сперміїв та багатоплідності свиноматок, що очевидно відбувається за рахунок підсилення системи антиоксидантного захисту - підвищення вмісту відновленого глутатіону, активності супероксиддисмутази і каталази.

Згодовування кормосуміші з додаванням лактатів Zn, Se, Cu та Fe кнурам плідникам істотно оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення в напрямку підвищення функціональної активності ензимних та вмісту низькомолекулярних антиоксидантів. Такі зміни у формуванні ПАГ покращують якість отриманих еякулятів та біологічну повноцінність сперміїв. Додавання лактатів мікроелементів безпосередньо до цільної сперми і спермодоз кнурів-плідників зумовлює зміну функціональної активності спермії протягом інкубування. Неоднакові біологічні ефекти на спермії після введення окремих мікроелементів, очевидно обумовлені їх дією на окремі ланки формування ПАГ.

РОЗДІЛ ІV

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відтворювальна функція кнурів-плідників залежить від різних факторів: пори року, інтенсивності їх використання, годівлі та утримання. Відновлення якості спермопродукції часто є складним і повільним процесом, та може закінчитися вимушеним їх вибракуванням.

Годівля та утримання кнурів-плідників мають бути спрямовані на одержання більшої маси сперми з оптимальною якістю та максимальною життєздатністю сперміїв [203]. Основною метою утримання кнурів-плідників має бути отримання високопродуктивних тварин за рахунок забезпечення годівлі (достатньої кількості корму) і добавок, щоб усі поживні речовини, необхідні для різних метаболічних процесів, були доступними.

Кількість згодованого корму впливає на якість одержуваної сперми. Так, проблема кормового дефіциту у кнурів-плідників часто виникає через велику вартість комбікормів, що супроводжується зниженням їх репродуктивної здатності.

Для покращення якості спермопродукції виникає потреба в спеціальних кормових добавках для кнурів-плідників. Пропоновані на ринку добавки засновані на харчових формулах поживності раціону виключно для високопродуктивних свиноматок. І всі вони ігнорують той факт, що потреби кнурів-плідників і свиноматок різні.

Розкриття особливостей змін ПАГ в організмі кнурів-плідників залежно від пори року, інтенсивності навантаження, вітамінно-мінерального живлення в період теплового стресу є одним з найважливіших завдань сільського господарства.

Показники спермопродукції істотно змінюються у різні пори року, особливо влітку в період підвищених температур, що супроводжується зменшенням рухливості і виживаності сперміїв, внаслідок чого знижується запліднюваність і багатоплідність свиноматок [204, 205]. Саме в цей період відмічено прискорення перебігу процесів пероксидного окиснення, що спонукає до пошуку нових методичних підходів у регуляції якості спермопродукції за рахунок формування

прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу [206]. У формуванні якості спермопродукції особлива роль належить окиснювальному стресу, тепловому шоку, ролі неензимних та ензимних антиоксидантів [207, 208, 209].

Успішне протистояння впливу сезону року на відтворювальну функцію тварин – одна з головних проблем промислового свинарства. Це спричинене тим, що разом із настанням нового сезону року відбуваються зміни і в зовнішньому середовищі, серед яких найбільше значення має зміна навколишньої температури.

Отримані нами дані свідчать про те, що якісні та кількісні показники спермопродукції у кнурів-плідників суттєво залежать від пори року. Так, максимальна маса еякуляту була зафіксована навесні. Важливо відмітити, що в літній та осінній періоди маса еякуляту була меншою порівняно з весняним ($p < 0,05$). При цьому з настанням зимового періоду даний показник зростав відносно мінімального рівня в літній період. Про існування подібної закономірності відмічали Н. Буга, І. Ганенко [210], В. Крячко [211], Ю. Л. Максимов [212], І. І. Хомяк [213]. За даними В. З. Фоломеєва [214] вплив високих температур влітку зменшує масу еякуляту. Ним було встановлено, що маса еякуляту зменшується також і восени. За даними таких дослідників, як В. В. Леонтьєв [215], Г. С Походня., М. М. Мороз [216], Е. Г. Федорчук [217] влітку у свиней спостерігається статевая депресія, внаслідок чого у них знижується статевая охота, запліднюваність, багатоплідність, а в осінні та зимові місяці ці показники підвищуються.

Нами було встановлено, що максимальна концентрація сперміїв у еякулятах кнурів-плідників була зафіксована навесні, а влітку та восени вона була меншою. При цьому з настанням зими показник зростав порівняно з мінімальним рівнем у літній період. За даними В. С. Антонюка [218] показники спермопродукції були більшими навесні, а найменшими - в осінній період. Максимальною кількістю сперміїв у еякулятах кнури-плідники характеризувались в зимовий період. Даний показник був вірогідно менший у літній та осінній період відносно зимового. З настанням весни даний показник зростав порівняно з мінімальним рівнем у літній період.

Результатами наших досліджень встановлено, що максимальна рухливість сперміїв кнурів-плідників відмічалась навесні та взимку. У літній та осінній періоди рухливість сперміїв була меншою порівняно з весняним. З настанням зими рухливість зростає відносно мінімального рівня у літній період. Н. Буга, І. Ганенко [210] при вивченні спермопродукції кнурів-плідників великої білої породи і ландрас встановили, що пора року не впливає на рухливість сперміїв.

Найвища виживаність сперміїв у кнурів-плідників спостерігається навесні. Влітку та восени виживаність сперміїв була вірогідно меншою. З настанням зими даний показник зростає порівняно із літнім періодом (мінімальний рівень). Установлені нами закономірності також відмічали В. Ф. Коваленко [204], В. З. Фоломеев [214].

Нами було встановлено, що із зміною фізіологічних показників спермопродукції протягом року перебіг процесів пероксидного окиснення здійснювався неоднаково. Так, активність каталази у спермі кнурів-плідників була максимальною весною. Важливо відмітити, що активність даного ензиму була вірогідно меншою в літній, осінній та зимовий періоди порівняно з весняним. Вміст ТБК-активних сполук був мінімальним навесні, будучи нижчим за рівень встановлений улітку, восени та взимку. Інтенсивність утворення ТБК-активних комплексів у спермі кнурів-плідників в умовах залізо-аскорбатного буферу була вищою влітку порівняно з весняним періодом, що свідчить про виснаження системи антиоксидантного захисту у даній тканині в теплішу пору року.

У ході наших досліджень було встановлено, що режим одної садки кнура-плідника на чучело на тиждень сприяє збільшенню маси еякуляту. Взяття сперми від кнура-плідника двічі на тиждень дає можливість отримувати менший еякулят на 9,75 %, а триразовий режим на 16,5 % менше порівняно з одноразовим. Вивчаючи вплив режиму статевого навантаження молодих і дорослих кнурів-плідників на якість спермопродукції С. І. Сердюк, Т. Маковецький, А. Беликова [219], прийшли до висновку, що молодих кнурів слід використовувати з інтенсивністю один еякулят в тиждень, а при необхідності від них можна отримувати один еякулят через два дні протягом двох місяців з перервою у два тижні. Найбільш раціональним режимом

використання дорослих кнурів-плідників є помірний – одна садка через три дні. При цьому кількісні та якісні показники залишаються високими та стабільними упродовж тривалого часу. До такого висновку прийшов і Ф. Аветісян [220], рекомендуючи в зоні жаркого клімату в зимовий час кнурів-плідників використовувати за режимом – одна садка на три доби, а при необхідності - одна садка на дві доби.

Однократний режим отримання сперми сприяє збільшенню загальної кількості сперміїв у еякуляті. Використання дво- та трикратного режимів отримання сперми знижує цей показник. Вживаність сперміїв була максимальною при статевому навантаженні два рази на тиждень що є вірогідно більше порівняно з інтенсивністю використання один та три рази на тиждень. Проте дані D. Rohloff [221], свідчать, що за щоденного отримання сперми середньодобова кількість сперміїв в еякуляті становить 17 млрд, через день – 15,5 і один раз на тиждень - 13,5 млрд. Отже, із збільшенням інтервалу між взяттям сперми знижується концентрація сперміїв в еякуляті.

Нами встановлено, що режим використання кнурів-плідників суттєво впливає на процеси пероксидного окиснення у спермі. Так, активність КТ була середньою при отриманні сперми кнурів-плідників два рази на тиждень, проте вірогідно вищою, при однократному її взятті, та нижчою при трикратному відборі на тиждень. Вміст ТБК-активних сполук був максимальним при використанні кнурів-плідників 1 раз на тиждень. Взяття сперми при дво- та трикратному режимі знижувало вміст ТБК-активних комплексів, що, напевно, зумовлено розрідженням сперми. Необхідно зазначити, що за підвищеного режиму статевого навантаження кнура-плідника, при інкубуванні цієї тканини у залізо-аскорбатному буфері спостерігається зниження інтенсивності накопичення вмісту ТБК-активних комплексів. Використання кнурів-плідників по два рази на тиждень в осінньо-зимовий період і один раз у п'ять днів у весняно-літній період сприяє покращенню біохімічних показників сперми, а щоденне, та по три садки на тиждень веде до їх погіршення.

Отримані нами дані свідчать про те, що після згодовування вітамінної добавки у складі кормосуміші кнурам-плідникам на 10 % (II-група) більше від норми,

порівняно з контрольною, збільшуються маса еякуляту, концентрація сперміїв, їх рухливість ($p < 0,05$), і виживаність ($p < 0,001$). У тварин, які вживали вітамінну добавку на 20 % (III-група) більше від норми на 30-ту добу після її згодовування, показники спермопродукції були вірогідно вищими: маса еякуляту, концентрація сперміїв, рухливість і виживаність. Дані наших досліджень підтверджуються даними, отриманими Т. П. Шкурко, Д. Ю. Григор'єв [12]. Для підтримання на достатньо високому рівні відтворної здатності кнурів-плідників винятково важливе значення має постійне забезпечення їх вітамінами. Нестача у раціонах кнурів-плідників вітамінів, навіть за повного енергетичного, білкового та мінерального забезпечення, приводить до різкого зменшення якості сперми та низької запліднюваності свиноматок. Потребу кнурів-плідників у вітамінах потрібно задовольняти головним чином, за рахунок уведення їх до раціонів.

Для покращення якості сперми кнурів-плідників Л.С. Жильцова [222], рекомендується додатково вводити до раціону у зимовий і весняний періоди аскорбінову кислоту по 8–10 мг в розрахунку на 1 кг маси тіла на добу та вітаміну А - по 1200-1500 МО на 1 кг маси тіла один раз на 3–5 діб.

Згодовування вітамінної добавки в складі кормосуміші впливає на активність ензимних антиоксидантів протягом дослідного періоду і коливається залежно від їх дози. Встановлено, що перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур супроводжується зростанням рівня СОД у спермі. Активність цього ензиму в спермі тварин дослідних груп на 60-ту добу основного періоду дослідів була вищою порівняно з контролем.

Активність КТ у спермі кнурів-плідників дослідних груп протягом основного періоду була найвищою. При цьому впродовж основного періоду рівень КТ зменшувався майже у 2 рази.

Концентрація дієнових кон'югатів у спермі кнурів-плідників контрольної групи ставала вірогідно вищою на 60-ту добу основного періоду. Вживання тваринами дослідних груп вітамінної добавки зменшувало вміст цих метаболітів у спермі на 30-ту та на 60-ту доби експерименту.

У спермі рівень ТБК-активних сполук був найвищим у контрольній групі, та підвищувався до максимальних значень на 60-ту добу, порівняно з його величиною на початку експерименту. У представників дослідних групи концентрація цього метаболіту впродовж основного періоду була нижчою порівняно з контролем.

Вводячи кнурам-плідникам внутрішньом'язово вітамін А, Р. В. Мартиненко [223], спостерігали покращення статевої активності, збільшення маси еякуляту, концентрації сперміїв та їх виживаності.

Додавання до комбікорму вітаміну Е по 40–80 мг на 1 кг корму кнурам-плідникам великої білої породи в процесі їх вирощування з 2- до 8 – місячного віку дозволяє збільшити масу еякуляту на 55,3 та 63,4 мл, концентрацію сперміїв - на 120 і 124,3 млн/мл, їх активність - на 2 і 2,5 бали. При цьому спостерігали тенденцію до збільшення багатоплідності свиноматок [224].

Нестача або відсутність мікроелементів може привести до зменшення ефективності використання тваринами поживних речовин корму і, як наслідок, зниження рівня їх продуктивності та якості отриманої продукції. При цьому усунення дефіциту мікроелементів здійснюється, в основному, за рахунок їх додаткового введення до раціонів сільськогосподарських тварин у вигляді кормових добавок [198, 225].

У ході наших досліджень було встановлено, що після згодовування лактатів Цинку, Купруму, Феруму і Селену у складі кормосуміші кнурам-плідникам дослідних груп, порівняно із контрольною, спостерігалось збільшення маси еякуляту, концентрації сперміїв, рухливості, виживаності та загальної кількості сперміїв. По закінченню згодовування лактатів (заключний період) кнури-плідники II групи характеризувалися вищою концентрацією сперміїв та їх загальною кількістю в еякуляті. У кнурів-плідників III групи концентрація сперміїв в еякуляті та їх загальна кількість у ньому були більшими. Результати наших досліджень підтверджуються даними Р. Massanyi, J. Trandzik, P. Nad [226], які показують, що дефіцит мікроелементів негативно впливає на масу еякуляту, концентрацію сперміїв і їх рухливість.

Стимулюючу дію на спермопродукцію спричиняють такі мікроелементи, в дозах 0,02–0,03 мг на 1 кг маси тіла, а також в дозах 0,4 мг на 1 кг корму сульфату цинку і мангану по 0,5 мг на 1 кг живої маси, як окремо, так і в суміші [227, 228].

Дані наших досліджень підтверджуються Е. В. Гасай [229], він відзначав, що вирощування кнурів-плідників на покращених повноцінних раціонах, збагачених біологічно активними речовинами, сприяє збільшенню маси еякуляту, концентрації сперміїв, загальної кількості сперміїв в еякуляті, та їх рухливості.

Нами було встановлено, що, згодовування мікроелементів тваринам дослідних груп впливає на рівень активності ензимних антиоксидантів у спермі та спермальній плазмі протягом дослідного періоду коливався залежно від згодовуваної дози лактатів. Встановлено, що у кнурів-плідників контрольної групи відбувалося зниження активності СОД у спермі та спермальній плазмі. У спермі тварин дослідних груп, яким згодовували лактати, цей показник на 60-ту добу основного періоду, був вірогідно вищим. У заключному періоді спостерігали подальше вірогідне зростання функціональної активності даного ензиму.

Активність КТ у спермі кнурів-плідників (дослідних груп) протягом основного періоду була найвищою. Ці зміни відбувались на тлі зниження рівня активності цього ензиму.

У спермальній плазмі кнурів-плідників дослідних груп протягом основного періоду активність каталази була найвищою на 30-ту добу основного періоду. У заключний період експерименту показники активності даного ензиму в тварин дослідних груп перевищували контроль. Ці зміни відбувались на тлі збільшення рівня активності цього ензиму.

Концентрація дієнових кон'югатів у спермі кнурів-плідників контрольної групи протягом експерименту зростала. Вживання тваринами (II і III груп) лактатів мікроелементів збільшувало вміст первинних продуктів пероксидації на 30-ту добу експерименту у спермі та спермальній плазмі порівняно з контролем. Така закономірність зберігалася до 60-ї доби експерименту.

Позитивний вплив на якісні й кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників, після додаткового згодовування лактатів мікроелементів у дозі 10 %

понад норми, триває, щонайменше 30 діб після закінчення згодовування, та супроводжується підвищенням концентрації, рухливості та виживаності сперміїв.

Матеріали проведених нами експериментів свідчать про взаємозв'язок прооксидантно–антиоксидантного гомеостазу з фізіологічним станом та умовами зовнішнього середовища. Встановлені закономірності динаміки рівня компонентів, які формують ПАГ, матимуть суттєве значення для з'ясування механізмів здійснення відтворювальної функції кнурів-плідників. Розробка способів коригування ПАГ матиме істотне значення у забезпеченні проявів відтворювальної здатності кнурів-плідників, дозволить організувати ритмічне й ефективне відтворення поголів'я на підприємствах шляхом поліпшення якості еякулятів, підвищення запліднюючої здатності сперміїв, отримання високоякісного молодняка, зменшення відсотка браку та підвищення ефективності селекційно-племінної роботи.

ВИСНОВКИ

У дисертації відповідно до поставленої мети і завдань досліджень отримано нові наукові дані про формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників залежно від окремих факторів та на цій основі розроблено новітні способи підвищення їх репродуктивної здатності. З'ясовані особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників залежно від пори року, режиму використання та утримання а також за впливу вітамінів А, Е, С та лактатів Zn, Se, Cu та Fe.

1. Встановлено, що залежно від сезону року якісні та кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників змінюються. Найвищими фізіологічними показниками спермопродукції тварини характеризувалися у весняний період. Влітку якість сперми кнурів-плідників вірогідно знижується: маса еякуляту – на 11,5 %, концентрація сперміїв – на 27,1 %, загальна кількість сперміїв – на 26,7 %, рухливість сперміїв – на 8,3 %, їх виживаність – на 13,4 %. Такі зміни супроводжуються істотним зниженням активності каталази та суттєвим накопиченням вмісту ТБК-активних комплексів до та після інкубування зразків сперми відповідно на 46,9 % ($p < 0,01$) та 55,8 % ($p < 0,001$) у літню пору року (період теплового стресу). Проте з настанням зимового періоду біологічна повноцінність еякулятів кнурів-плідників підвищується.

2. Якість спермопродукції кнурів-плідників перебуває в істотній залежності від режиму їх використання. Підвищення інтенсивності використання кнурів-плідників до двох-трьох разів на тиждень призводить до зменшення маси еякуляту, концентрації сперміїв та їх рухливості. Однак виживаність сперміїв за дворазового режиму використання кнурів-плідників істотно вища, ніж за умови одноразового та триразового отримання сперми.

3. З'ясовано, що спермії істотно впливають на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі, що є особливо виразним за дії на організм кнурів-плідників теплового стресу та режиму використання. Дія теплового стресу приводить до інтенсифікації пероксидного окиснення у спермі порівняно із

спермальною плазмою, що підтверджується переважанням вмісту ТБК-активних комплексів до та після інкубування зразків сперми відповідно на 14,9 % та 87,6 % ($p < 0,01$), а також активності супероксиддисмутази на 85,8 % ($p < 0,01$) та каталази – на 22,3 %. Залежно від режиму використання у спермі відносно спермальної плазми встановлено більшу концентрацію ТБК-активних комплексів до та після інкубування за екстенсивного – на 47,6 % ($p < 0,05$) та 86,2% ($p < 0,01$), помірного – на 46,8 % ($p < 0,05$) і на 92,4 % ($p < 0,01$), інтенсивного режимів – на 35,0 % та 14,8 % відповідно.

4. Згодовування кнурам-плідникам кормосуміші з додаванням вітамінів А, Е і С, на 20 % більше порівняно з нормою, в період теплового стресу, позитивно впливало на отримання біологічно-повноцінних еякулятів кнурів-плідників відносно контрольної групи. Що проявлялось у вигляді підвищення рухливості сперміїв на 6,2 % ($p < 0,05$, 30-та доба), збільшення маси еякуляту на 29,5 % і концентрації сперміїв на 13,3% (60-та доба) та покращення їх виживаності на 60 % ($p < 0,001$, 90-та доба). Такі зміни відбуваються на тлі підсилення системи антиоксидантного захисту: переважання вмісту відновленого глутатіону, відповідно, на 90 % (30-та доба), активності супероксиддисмутази – на 46,1 %, каталази – на 66,1 % (60-а доба після згодовування). Це сприяє виникненню тенденції до підвищення запліднюючої здатності сперміїв на 10,7 % та багатоплідності свиноматок на 10,7 %. Встановленні істотні кореляційні взаємозв'язки вказують на провідну роль компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у забезпеченні процесів рухливості, виживаності та запліднювальної здатності сперміїв. Економічний ефект від згодовування вітамінів на 20% понад норму полягав у додатковому отриманні 21 спермодози або 4239,09 грн. від 1 кнура-плідника на рік.

5. Згодовування кормосуміші з додаванням лактатів Zn, Se, Cu та Fe на 10 % більше від норми кнурам-плідникам порівняно з контрольною групою, збільшує концентрацію сперміїв на 21,7 %, загальну кількість сперміїв – на 33,6 % і підвищує рухливість сперміїв на 7,2 % на 30-ту добу експерименту. Такий ефект зберігається до 60-ої доби згодовування даних лактатів і проявляється у збільшенні маси еякуляту на 29,2 % та виживаності сперміїв – на 17,1 %. При цьому встановлено

підсилення системи антиоксидантного захисту: переважання вмісту відновленого глутатіону, відповідно, на 29,6 % у спермі і на 12,6 % у спермальній плазмі; активності супероксиддисмутази – на 106,6 % ($p < 0,001$) у спермі і на 72,2 % у спермальній плазмі; активності каталази у спермі – на 24,6 % у спермальній плазмі – на 53,4 % по закінченню основного періоду експерименту.

6. Згодовування кормосуміші з додаванням лактатів мікроелементів на 20 % більше від норми кнурам-плідникам порівняно з контрольною групою позитивно впливає на отримання біологічно-повноцінних еякулятів, що проявляється на 30-ту добу у вигляді вищої на 11,3 % ($p < 0,05$) рухливості сперміїв, на 28,7 % – концентрації сперміїв, на 82,9 % ($p < 0,01$) – загальної кількості сперміїв. Дана закономірність зберігається до закінчення основного періоду та виражається в отриманні більшої на 63,4 % маси еякуляту та кращій на 32,5 % виживаності сперміїв. Дана добавка мікроелементів істотно оптимізує перебіг процесів пероксидного окиснення в напрямку переважання вмісту відновленого глутатіону на 39,2 % у спермі та на 25,2 % у спермальній плазмі; активності супероксиддисмутази – на 82,9 % у спермі і на 62,8 % у спермальній плазмі; активності каталази у спермі – на 33,8 % спермальній плазмі – на 93,1 % ($p < 0,05$) до 60-ої доби їх згодовування, що сприяло появі тенденції до підвищення багатоплідності у свиноматок на 8,3 %. Економічний ефект від згодовування вітамінів на 20% понад норму полягав у додатковому отриманні 16 спермодоз, або 3346,36 грн. від 1 кнура-плідника на рік.

7. Доведено, що додавання лактатів Zn, Se, Cu та Fe до цільної сперми і спермодоз кнурів-плідників істотно впливає на функціональну активність сперміїв за рахунок окремих особливостей формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Введення лактату заліза (15 мкг/мл) підвищує активність сперміїв протягом 12-годинного інкубування. Подальше збільшенням терміну інкубування зразків до 24 годин і введеної дози даного мікроелементу (30 мкг/мл) стимулює процеси пероксидації, виснаження системи антиоксидантного захисту, суттєве зниження рухливості ($p < 0,05$) та виживаності ($p < 0,01$) цих клітин.

8. Додавання лактатів міді і цинку покращувало функціональну активність сперміїв в усі періоди інкубування сперми, що в значній мірі обумовлювалось

інтенсифікацією процесів пероксидації та активацією антиоксидантної системи. Встановлено найбільш виражену дію лактату міді (3,5 мкг/мл) у спермі після 12- та 24-годинної інкубації на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу – підвищення активності каталази відповідно на 44,5 % ($p < 0,05$) та на 33,4 %, у спермодозах – на 44,2 % (12 годин інкубування).

9. Виявлено, що лактат селену (0,625 і 1,25 мкг/мл) доданий до сперми і спермодоз зміщує прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у бік прискорення процесів пероксидації – збільшення вмісту дієнових кон'югатів ($p < 0,05-0,01$), що не викликає істотних змін у системі антиоксидантного захисту і є в межах фізіологічної норми та стимулює підвищення рухливості і виживаності спермій після 12- та 24-годинних інкубувань. У розрідженій спермі встановлено тенденцію до інгібуючої дії мікроелементу на процеси пероксидації – нижча концентрація ТБК-активних комплексів на 25,0 % на 12 годину і 27,7 % на 24 годину інкубування порівняно із контрольною групою.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою підвищення репродуктивної здатності свиней за умов теплового стресу рекомендовано додавати до основного раціону вітамінну кормову добавку (комплекс вітамінів А, Е і С) у кількості 20 % понад норму, що оптимізує умови розвитку сперміїв, підвищує рівень антиоксидантного захисту покращує якість спермопродукції та заплідненість свиноматок (Патент України на корисну модель №133103).

2. Для оптимізації ПАГ та підвищення репродуктивної здатності свиней рекомендовано до основного раціону кнурів-плідників додавати лактати Zn, Se, Cu і Fe в дозі на 20 % вище норми, що покращує якість спермопродукції та заплідненість свиноматок (Патент України на корисну модель №132475).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шостя А. М. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у плазмі та спермі кнурців червоної білопоясої породи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. С. 133-137.
2. Стояновський В. Г., Шостя А. М., Усенко С. О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у плазмі та спермі кнурців Української Степової Білої породи. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2015, № 113 С. 309-318.
3. Maxwell W. M. Membrane status of boar spermatozoa after cooling or cryopreservation. *Theriogenology*. 2019. Vol. 48, № 2. P. 451-458.
4. Корнят С. Б. Збереження та життєздатність сперми кнурів за різних температурних режимів і умов середовища. *Біологія тварин*. 2016. Вип. 8. № 1-2. С. 25-32.
5. Rodrigues A., Meintjes M., Chantilis S., Douglas J., Guerami A., Bookout D., Madden J. Controlled randomized study to assess the impact of low oxygen tension in the incubator for live births in the main program blastocyst transfer. *Hum Reprod*. 2017. Vol. 24, № 2. P. 300.
6. Коваленко В. Ф., Шостя А. М., Усенко С. О., Цебржинський О. І. Роль активних форм кисню в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Полтава, 2007. Вип. 55. С. 66-73.
7. Ali A.A. Antioxidant requirements for bovine oocytes varies during in vitro maturation, fertilization and development. *Theriogenology*. 2017. Vol. 59. P. 939-949.
8. Hsieh Y. Y. Seminal malondialdehyde concentration but not glutathione peroxidase activity is negatively correlated with seminal concentration and motility. *Int J Biol Sci*. 2006. Vol. 2, № 1. P. 23-29.
9. Binda M. M., Molinas C. R., Koninckx P. R. Reactive oxygen species and adhesion formation. Clinical implications in adhesion prevention. *Hum. Reprod*. 2017. Vol. 18, № 12. P. 41.

10. Gogol P. Ferrous Ion Induced Photon Emission as a Method to Quantify Oxidative Stress in Stored Boar Spermatozoa. *Folia biologica*. 2008. Vol. 56, № 3-4. P. 173-177.
11. Данчук О. В., Карповський В. І., Данчук В. В. Індекси інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів у свиней за дії стресового фактора. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2016. Том 18 № 1 (65). Ч. 2, С. 47-50.
12. Шкурко Т. П. Годівля кнурів-плідників. *Тваринництво сьогодні: щоквартальний науково-практичний журнал*. 2013. № 1. С.38-41.
13. Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Сокирко М. П., Гиря В. М. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермальній плазмі кнурів плідників при згодовуванні наноаквахелатів. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Полтава. 2018. Вип. 72. С. 93-102.
14. Зинь А. Р. Вплив гіпохлориту натрію на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз зародків в'юна протягом раннього ембріогенезу. *Біологічні студії*. 2012. Т. 6. № 1. С. 67–76.
15. Salvador A., Igartua M., Hernández R., Pedraz J.. Combination of immune stimulating adjuvants with poly(lactide-co-glycolide) microspheres enhances the immune response of vaccines. *Vaccine*. 2012 Vol. 11, № 30. P. 96.
16. Остапів Д. Д., Акимішин М. М., Кузьміна Н. В. Активність і вміст ізозимів супероксиддисмутази в тканинах репродуктивних органів корів. *Науково-технічний бюлетень інституту біології тварин*. Львів. Вип.18, № 1 С. 11-19.
17. Ozolins T. R., Siksay D. L. Modulation of embryonic glutathione peroxidase activity and phenytoin teratogenicity by dietary deprivation of selenium in CD-1 mice. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*. 277 (1996). P. 945-953.
18. Treulen F., Uribe P., Boguen R. Mitochondrial permeability transition increases reactive oxygen species production and induces DNA fragmentation in human spermatozoa. *Hum. Reprod*. 2015. Vol. 30, № 4. P. 767-776.

19. Левина А. А., Макешова А. Б., Мамукова Ю. И. Регуляция гомеостаза кислорода. Фактор, индуцированный гипоксией (HIF), и его значение в гомеостазе кислорода. ГУ «Гематологический научный центр РАМН» 2 ГОУ ВПО РГМУ Росздрава. Москва: ГОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». Чебоксары, 2008.
20. O'Flaherty C. Positive role of reactive oxygen species in mammalian sperm capacitation: triggering and modulation of phosphorylation events. *Free Radical Biology and Medicine*. 2006. Vol. 41, № 4. P. 528-540.
21. Jing Gong , Fang Du , Zhong Ming Qian , Qian Qian Luo , Yuan Sheng, Wing-ho Yung , Yan Xin Xu. Pre-treatment of rats with ad-hepcidin prevents iron-induced oxidative stress in the brain. *Free Radical Biology and Medicine*. 2015. Vol. 90. P. 126-132.
22. Hong Chen, Su-Bin Liao, May P.L. 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. Original Research Article. *Free Radical Biology and Medicine*. 2012. Vol. 53, № 4. P. 885-892.
23. Rong-Liang Zheng, Hong Zhang. Effects of Ferulic Acid on Fertile and Asthenozoospermic Infertile Human Sperm Motility, Viability, Lipid Peroxidation, and Cyclic Nucleotides Original Research Article. *Free Radical Biology and Medicine*. 1997. Vol. 22, № 4. P. 581-586.
24. Basic G., Pavicevic A., Peyrot F. In vivo evaluation of different alterations of redox status by studying pharmacokinetics of nitroxides using magnetic resonance techniques. *Redox Biology*. 2016. Vol. 8. P. 226-242.
25. Sanocka D. Kurpisz M. Reactive oxygen species and sperm cells. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2004. Vol. 23, № 12. P. 899-918.
26. Cheema R., Bansal A., Bilaspuri G.. Manganese provides antioxidant protection for sperm cryopreservation that may offer new consideration for clinical fertility. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2009. Vol. 2(3). P.152-159.
27. Lamirande E. Sperm activation: role of reactive oxygen species and kinases. *Biochim. Biophys. Acta*. 2008. Vol. 1784, № 1. P.106-115.

28. Лешовська Н. М., Мамчук Н. А., Матлах І. Й., Вах Ю. Ф. Вплив вітамінів А, D3, Е, селену та інтерферону на систему антиоксидантного захисту та процеси пероксидної оксидації ліпідів у глибоко тільних корів та їх телят. *Біологія тварин: наук.теор. журнал*. Львів, 2007. Т. 9.
29. Ogbuewu I. P., Aladi N. O., Etuk I. F., Opara M. N., Uchegbu M. C. Relevance of Oxygen Free Radicals and Antioxidants in Sperm Production and Function. *Veterinary Medicine International*. 2010. Vol. 3. P. 138-164.
30. Tremellen K. Oxidative stress and male infertility: a clinical perspective. *Human Reproduction Update*. 2008. Vol. 14. P. 58.
31. Guixiang Ji, Aihua Gu, Yubang Wang, Cong Huang, Fan Hu, Yong Zhou, Ling Song, Xinru Wang. Genetic variants in antioxidant genes are associated with sperm DNA damage and risk of male infertility in a Chinese population. *Free Radical Biology and Medicine*. 2012. Vol. 52, № 4. P. 775-780.
32. Singh S. M. Temporal expression of genes encoding free radical-metabolizing enzymes is associated with higher mRNA levels during in utero development in mice. *Developmental genetics*. 1990. Vol.11. P. 149-159.
33. Mikhed Y., Gorlach A. Redox regulation of genome stability by effects on gene expression, epigenetic pathways and DNA damage repair. *Redox Biolog*. 2015. Vol. 5. P. 275-289.
34. Peeker R. Superoxide dismutase isoenzymes in human seminal plasma and spermatozoa. *Molecular Human Reproduction*. 1997. Vol. 3. P. 1061-1066.
35. Chen H. 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. P. 885-892.
36. Цбржинський О. І. Оксидативна активність у сперматозоїдах. *Фізіологічний журнал*. 2000. Т. 46. № 4. С.71–75.
37. Richer S. C. Testis and spermatogenesis A critical investigation of NADPH oxidase activity in human spermatozoa. *Molecular Human Reproduction*. 2001. Vol. 7, № 3. P. 237-244.

38. Vernet P. Analysis of Reactive Oxygen Species Generating Systems in Rat Epididymal Spermatozoa. *Biology of Reproduction*. 2001. Vol. 65. P. 1102-1113.
39. Donnelly E. T. Glutathione and hypotaurine in vitro: effects on human sperm motility, DNA integrity and production of reactive oxygen species. *Mutagenesis*. 2000. Vol. 15, № 1. P. 61-68.
40. Ricci G. Apoptosis in human sperm: its correlation with semen quality and the presence of leukocytes. *Human Reproduction*. 2002. Vol. 17, № 10. P. 2665-2672.
41. Ahotupa M. Impaired detoxification of reactive oxygen and consequent oxidative stress in experimentally cryptorchid rat testis. *Biology of Reproduction*. 1992. Vol. 46. P. 1114-1118.
42. Chen S. Polymorphisms of glutathione S-transferase M1 and male infertility in Taiwanese patients with varicocele. *Human Reproduction*. 2002. Vol. 17, № 3. P. 718-725.
43. Sharma R. K. The reactive oxygen species-total antioxidant capacity score is a new measure of oxidative stress to predict male infertility *Human Reproduction*. 1999. Vol. 14, № 11. P. 2801-2807.
44. Mitropoulos D. Nitric oxide synthase and xanthine oxidase activities in the spermatic vein of patients with varicocele: a potential role for nitric oxide and peroxynitrite in sperm dysfunction. *J Urol*. 1996. Vol. 156. P. 1952-1958.
45. Mostafa T. Varicolectomy reduces reactive oxygen species levels and increases antioxidant activity of seminal plasma from infertile men with varicocele. *International Journal of Andrology*. 2001. Vol. 24, № 5. P. 261.
46. Potts R. J. Antioxidant capacity of the epididymis. *Human Reproduction*. 1999. Vol. 14, № 10. P. 2513-2516.
47. James P. S. Lipid dynamics in the plasma membrane of fresh and cryopreserved human spermatozoa. *Human Reproduction*. 1999. Vol. 14, № 7. P. 1827-1832.
48. Storey B. T. Human sperm glutathione reductase activity in situ reveals limitation in the glutathione antioxidant defense system due to supply of NADPH. *Molecular Reproduction and Development*. 1998. Vol. 49, № 4. P. 400-407.

49. Yeung C. H. Studies on the origin of redox enzymes in seminal plasma and their relationship of in-vitro fertilization. *Molecular Human reproduction*. 1998. Vol. 4. P. 835-839.
50. Marti E. Seasonal variations in antioxidant enzyme activity in ram seminal plasma. *Theriogenology*. 2005. Vol. 67, № 9. P.1446-1454.
51. Sikka S.C. Oxidative stress and role of antioxidants in normal and abnormal sperm function. *Front. Biosci*. 1996. Vol. 1. P.78-86.
52. Storey B. T. Biochemistry of the induction and prevention of lipoperoxidative damage in human spermatozoa. *Molecular Human Reproduction*. 1997. Vol. 3. P. 203-213.
53. Zakošek-Pipan M. Superoxide Dismutase: A Predicting Factor for Boar Semen Characteristics for Short-Term Preservation. *Bio Med Research International*. 2014. Vol.4. P. 7-14.
54. Rao B. Lipid peroxidation in human spermatozoa as related to midpiece abnormalities and motility. *Gamete Res*. 1989. Vol. 24(2). P.127-134.
55. Lewisa S. E. Comparison of individual antioxidant of sperm and seminal plasma in fertile and infertile men. *Fertility and Sterility*. 1997. Vol. 67, № 1. P. 142-147.
56. Maarten T. M. Glutathione and glutathione S-transferases A1-1 and P1-1 in seminal plasma may play a role in protecting against oxidative damage to spermatozoa. *Fertility and Sterility*. 2003. Vol. 79. № 1. P. 169–172.
57. Остапів Д. Д. Окисно-відновні процеси в статевих клітинах бугаїв і корів, способи оцінювання якості та підвищення запліднюваності: автореф. дис. ... д-ра. с-г. наук: 03.00.13 Львів, 2008. 39 с.
58. Okabe H. The role of xanthine dehydrogenase (xanthine oxidase) in ischemia-reperfusion injury in rat kidney. *Nippon Jinzo Gakkai Shi*. 1996. Vol. 38, № 12. P.577–584.
59. Gil-Guzman E. Differential production of reactive oxygen species by subsets of human spermatozoa at different stages of maturation. *Human Reproduction*. 2001. Vol. 16, № 9. P.1922–1930.

60. Aitken R. J. Relative Impact of Oxidative Stress on the Functional Competence and Genomic Integrity of Human Spermatozoa. *Biology of Reproduction*. 1998. Vol. 59. P. 1037–1046.
61. Agarwal A. The role of free radicals and antioxidants in reproduction. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*. 2006. Vol. 18. P. 325–332.
62. Ahlemeyer B. Retinoic acid reduces apoptosis and oxidative stress by preservation of SOD protein level. *Free Radical Biology and Medicine*. 2001. Vol. 30, № 10. P. 1067–1077.
63. Vrdá E. Impact of oxidative stress on male fertility – a review. *Acta veterinaria Hungarica*. 2011. Vol. 59, № 4. P. 465–484.
64. Furuchi T. Inhibition of testicular germ cell apoptosis and differentiation in mice misexpressing Bcl-2 in spermatogonia. *Development*. Vol. 122, № 6. P. 1703–1709.
65. Kaneko T. The expression of glutathione reductase in the male reproductive system of rats supports the enzymatic basis of glutathione function in spermatogenesis. *Biochem*. 2002. Vol. 269. P. 1570–1578.
66. Imai H. Failure of the Expression of Phospholipid Hydroperoxide Glutathione Peroxidase in the Spermatozoa of Human Infertile Males 1. *Biology of Reproduction*. 2001. Vol. 64, № 3. P. 684–693.
67. Folgero T. Mitochondrial disease and reduced sperm motility. *Human Reproduction*. 1993. Vol. 8. P. 1863–1868.
68. 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, № 12. P. 2536–2544.
69. Smith C. Information Resources on Swine in Biomedical Researches. 1990-2000. USDA. AWIC Researches Series. 2000. № 11. P.136.
70. Dalvita C. Effect of tocopherol and on ascorbic on bovine in vitro fertilization. *Theriogenology*. 1998. Vol. 49. P. 619–627.
71. Kawasaki S. Implication of superoxide radicals on ischemia-reperfusion-induced skeletal muscle injury in rats. *Eur Surg Res*. 1993. Vol. 25, № 3. P. 129–136.

72. Koppers J. Stimulation of mitochondrial reactive oxygen species production by unesterified, unsaturated fatty acids in defective human spermatozoa. *Free Radical Biology and Medicine*. 2010. Vol. 48, № 1. P. 112–119.
73. Purdey M. S. Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radical Biology and Medicine*. 2015. Vol. 81. P. 69–76.
74. Kodama H. Increased oxidative deoxyribonucleic acid damage in the spermatozoa of infertile male patients. *Fertility and Sterility*. 1997. Vol. 68, № 3. P. 519–524.
75. Ochsendorf F.R. Glutathione in spermatozoa and seminal plasma of infertile men. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13, № 2. P. 353–359.
76. Lenzi A. Glutathione treatment of dyspermia: effect on the lipoperoxidation process. *Human Reproduction*. Vol. 9. P. 2044–2050.
77. Guthrie H.D. Effects of reactive oxygen species on sperm function. *Theriogenology*. 2012. Vol. 78, № 8. P. 1700–1708.
78. Donnelly E.T. Differences in nuclear DNA fragmentation and mitochondrial integrity of semen and prepared human spermatozoa. *Human Reproduction*. 2000. Vol. 15, № 7. P. 1552–1561.
79. Rhemrev J. P. Progressively motile human spermatozoa are well protected against in vitro lipid peroxidation imposed by induced oxidative stress. *Journal of Andrology*. 2001. Vol. 33, № 3. P. 151–158.
80. Foote R.H. High catalase content of rabbit semen appears to be inherited. *Journal of Andrology*. 2000. Vol. 21, № 5. P. 664–668.
81. Leclerca P. Regulation of Protein–Tyrosine Phosphorylation and Human Sperm Capacitation by Reactive of Oxygen Derivatives. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 22, № 4. P. 643–656.
82. Lopes S. Reactive oxygen species: potential cause for DNA fragmentation in human spermatozoa. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P. 896–900.
83. Hughes C. M. The effects of antioxidant supplementation during Percoll preparation on human sperm DNA integrity. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P. 1240–1247.

84. Cerolinia S. Viability, susceptibility to peroxidation and fatty acid composition of boar semen during liquid storage. *Animal Reproduction Science*. 2000. Vol.58. P. 99–111.
85. Emmen J.M. Androgen action during male sex differentiation includes suppression of cranial suspensory ligament development. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P. 1272–1280.
86. Griveau J.F. Influence of oxygen tension on function of isolated spermatozoa from ejaculates of oligozoospermic patients and normozoospermic fertile donors. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P. 3108–3113.
87. Chatterjee S. Production of reactive oxygen species by spermatozoa undergoing cooling, freezing, and thawing. *Molecular Reproduction and Development*. 2001. Vol. 59. P. 451–458.
88. Guthrie H.D. Mitochondrial function and reactive oxygen species action in relation to boar motility. *Theriogenology*. 2008. Vol. 70, № 8. P.1209–1215.
89. Богданович Д.М. Цитоморфологические повреждения макросом спермиев хряков-производителей в различные сезоны года. *Материалы международной конференции «Интенсификация производства продуктов животноводства»*. Жодино, 2002. 14 с.
90. Golden C. Effects of ascorbic acid and alpha-tocopherol on physiological characteristics of boar spermatozoa. *Cryobiology*. 2002. Vol. 80. P. 10.
91. Bize I. Hydrogen peroxide is involved in hamster sperm capacitation in vitro. *Biology of Reproduction*. 1991. Vol. 44. P. 398–403.
92. Ecroyd W. Capacitation heath Role in Regulating the Tyrosine Phosphorylation Events. *Biology of reproduction*. 2003. Vol.69. P. 347–354.
93. Lamirand E. Tyrosine nitration in human spermatozoa: a physiological function of peroxynitrite, the reaction product of nitric oxide and superoxide. *Molecular Human Reproduction*. 2001. Vol. 7, № 10. P. 913–921.
94. Gilbert R.O. Effect of bovine seminal plasma on the function and integrity of bovine neutrophils. *Theriogenology*. 1996. Vol. 46. P. 649–658.

95. Lamirande E. Control of superoxide and nitric oxide formation during human sperm capacitation. *Free Radical Biology and Medicine*. 2009. Vol. 46, № 10. P. 1420–1427.
96. O’Flaherty C.M. Reactive oxygen species requirement for bovine sperm capacitation and acrosome reaction. *Theriogenology*. 1999. Vol. 52, № 2. P.289–301.
97. Rivlin J. Role of hydrogen peroxide in sperm capacitation and acrosome reaction. *Biol Reprod*. 2004. Vol. 70, № 2. P.518–22.
98. Aitken R. J. Human spermatozoa, fruits of creation, seeds of doubt. *Reprod. Fert. Dev*. 2004. Vol. 16. P. 655–664.
99. Aitken R. J. Superoxide dismutase in human sperm suspension: relationship with cellular composition, oxidative stress, and sperm function. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 21. P. 495–504.
100. Jeong B. Cysteine, glutathione, and percoll treatments improve porcine oocyte maturation and fertilization in vitro. *Molecular Reproduction and Development*. 2001. Vol. 59, № 3. P. 330–335.
101. Pfeifer H. Identification of a specific sperm nuclei selenoenzyme necessary for protamine thiol cross-linking during sperm maturation. *FASEB J*. 2001. Vol. 15, № 7. P.1236–1238.
102. Iwasaki A. Formation of reactive oxygen species in spermatozoa of infertile patients. *Fertil Steril*. 1992. Vol. 57, № 2. P.409–416.
103. Twigg J. Analysis of the impact of intracellular reactive oxygen species generation on the structural and functional integrity of human spermatozoa: lipid peroxidation, DNA fragmentation and effectiveness of antioxidants. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P. 1429–1436.
104. Smith R. Total antioxidant capacity of human seminal plasma. *Human Reproduction*. 1996. Vol. 11. P. 1655–1660.
105. Zalata A. Evaluation of the role of reactive oxygen species in male infertility. *Human Reproduction*. 1995. Vol. 10. P. 1444–1451.

106. Zhenga R. L. Effectc of Ferulic Acid on Fertile and Asthenozoospermic Infertile Human Sperm Motility, Viability, Lipid Peroxidation, and Cyclic Nucleotides. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 22, № 4. P. 581–585.
107. 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.
108. Wiley J. Hypoxanthine induces cholesterol accumulation and incites atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice and cells. *Sons Ltd and Foundation for Cellular and Molecular Medicine*. 2016. № 20. P. 2160-2172.
109. Richer S. C. Testis and spermatogenesis A critical investigation of NADPX oxidase activity in human spermatozoa. *Molecular Human Reproduction*. 2001. Vol. 7, № 3. P. 237–244.
110. Nouri A. Vitamins C, E and lipid peroxidation levels in sperm and seminal plasma of asthenoteratozoospermic and normozoospermic men. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*. 2008. Vol. 6, №. 1. P. 1–5.
111. Kett J. Henman M. Toxic effects of oxygen on the development of the human embryo. *Hum Reprod*. 2000. № 2. P. 199-206.
112. Wang G. L., Yiang B. H., Rue E. A., Semenza G. L. Hypoxia-inducible factor 1 is a basic-helix- loop-helix-PAS heterodimer regulated by cellular O₂ tension. *PNAS USA*. 1995. № 92. P.5510–5514.
113. Zaken V., Kohen R., Ornoy A. The development of antioxidant defense mechanism in young rat embryos in vivo and in vitro. *Early pregnancy*. 2000. №4 P. 110–123.
114. Leclerca P., Lamirandea E. Claude Gagnon. Regulation of Protein-Tyrosine Phosphorylation and Human Sperm Capacitation by Reactive Oxygen Derivatives. *Free Radical Biology and Medicine*. Volume 22, № 4. 1997. P. 643–656.
115. Мацинович А. А. Антиокислительная активность крови (АОА) и ее взаимосвязь с содержанием микроэлементов в крови у овец. *Ученые Записки УО ВГАВМ*. Т.51. Вип.1, ч. 1. 2015.
116. Кумерова А. О. Антиоксидантный статус и метаболизм железа в крови во время беременности. V Междунар. конф. «Биоантиоксиданты». Москва, 1998. 226 с.

117. Осінська Л. Ф. Стан детоксикаційної та перекисутворюючої функції крові при пізньому токсикозі вагітних. VII Укр. біохім. з'їзд. К: УСГА. 1992. Ч. 2. 182 с.
118. Бурнев В. А. Состояние липидной пероксидации, антиокислительной активности и маточного-плацентарного кровотока у женщин с хронической угрозой прерывания беременности. *Тезисы III Всесоюзн. конф. «Биоантиоксидант»*. Москва, 1989. Т.2. 208 с.
119. Андрийчук П. Е. Содержание витаминов и липидов в тканях новорожденных поросят в зависимости от витаминного статуса супоросных маток. *Сельскохозяйственная биология*. 1991. № 2. С. 93-95.
120. Коваленко В. Ф., Цебржинский О. И. Антиоксидантный статус крови свиней в онтогенезе. *Зоотехния*. 1997. № 4. С. 29–30.
121. Кичун І. В. Гормональний статус і показники метаболізму в крові свиноматок у зв'язку з фізіологічним станом та вмістом у раціони обмінної енергії і селену: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13 Львів, 2000. 18 с.
122. Кравченко О. О. Породні особливості сперматогенезу та спермопродукції кнурів-плідників. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Сільськогосподарські і біологічні науки. Одеса, 2005. Вип.31. С. 20– 29.
123. Підтереба О. І. Вивчення динаміки вмісту вільних амінокислот у тканинах окремих органів свиноматок і плодів: автореф. дис. ... наук. канд. біол. наук: 03.00.13. Полтава, 1994. 25 с.
124. Шостя А. М. Особливості динаміки вмісту вітамінів антиоксидантної дії в різних тканинах свиноматок та плодів: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. Полтава, 1998. 18 с.
125. Аніскіна-Левчук Р. В. Взаємозв'язок між стадіями відтворювального циклу та процесами перекисного окислення ліпідів і антиоксидантного захисту у свиноматок: автореф. дис. ... с.-г. наук. 03.00.13. Полтава, 2003. 20 с.
126. Tarin J. J. Antioxidant therapy counteracts disturbing effects of diamide and maternal ageing on meiotic division and chromosomal segregation in mouse oocytes. *Molecular Human Reproduction*. 1998. Vol. 4. P. 281–288.

127. Petroff B. K. Total ascorbat and dehidroascorbat concentrations in porcine ovarian stroma follicles and corpora lutea throughout the estrous cycle and pregnancy. *Theriogenology*. 1997. Vol. 47, № 6. P.1265–1273.
128. Box H. C. Free radical–induced double lesions in DNA. *Free Radical. Biology and Medicine*. 2001. Vol. 31. P. 856–868.
129. Liu L. Involvement of Mitochondria in Oxidative Stress–Induced Cell Death in Mouse Zygotes. *Biology of Reproduction*. 2000. Vol. 62. P. 1745–1753.
130. Sugino N. Different mechanisms for the induction of copper–zinc superoxide dismutase and manganese superoxide dismutase by progesterone in human endometrial stromal cells. *Human Reproduction*. 2002. Vol. 17, № 7. P. 1709–1714.
131. Parka C. K. Effect of superoxide (SOD) on pronucleus formation of porcine fertilized in vitro. *Theriogenology*. 1997. Vol. 48, № 7. P.1137–1146.
132. Ayako Karube–Harada. Inducation of manganese superoxide dismutase by tumour necros factor–in human endometrial stromal cells. *Molecular Human Reproduction*. 2001. Vol. 7, № 11. P. 1065–1072.
133. Tatemoto H. Protection of Porcine Oocytes Against Apoptotic Cell Death Caused by Oxidative Stress During In Vitro Maturation Role of Cumulus Cells. *Biology of Reproduction*. 2000. Vol.63, № 3. P. 805–810.
134. Fujitani V. Effect of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro–produced bovine embryos. *J Anim Sci*. 1997. Vol. 75, № 2. P.483–489.
135. Noda Y. Related Articles, Links Involvement of superoxide radicals in the mouse two–cell block. *Mol Reprod Dev*. 1991. Vol. 28, № 4. P.356–60.
136. John C. M. Effect of oxygen concentration on human in vitro fertilization and embryo culture. *Human Reproduction*. 1999. Vol. 14, № 2. P. 465–469.
137. Koerber S. Increased expression of NaDH–ubiquinone oxidoreductase chain 2 (ND2) in preimplantation rabbit embryos cultured with 20 % oxygen concentration. *Molecular Reproduction and Embryo Development*. 1998. Vol. 49, № 4. P. 394–399.
138. Nicolas M. Protection against reactive oxygen species during mouse preimplantation embryo development; Role of EDTA oxygen tension, catalase,

- superoxide dismutase and pyruvate. *Molecular Reproduction and Embryo*. 2001. Vol. 59, № 1. P. 44–53.
139. Matos D. G. Stimulation of glutathione synthesis of in vitro matured bovine oocytes and its effect on embryo development and freezability. *Molecular Reproduction and Embryo*. 1996. Vol. 45. P. 451–457.
140. Elhassana V. M. Effect of selenium and vitamin E addition on cleavage rate of IVM/IVF bovine oocytes. *Theriogenology*. 1995. Vol. 3. P. 206.
141. Lane M. L. Addition of ascorbate during cryopreservation stimulates subsequent embryo development. *Human Reproduction*. 2002. Vol. 17, № 10. P. 2686–2693.
142. Tarin J. J. Ascorbate-supplemented media in short-term cultures of human embryos. *Hum Reprod*. 1994. Vol. 9, № 11. P. 1717–1722.
143. Johnson M. N. Radical solution and cultural problems: could free oxygen radicals be responsible for the impaired development of preimplantation mammalian embryos in vitro. *Bioessays*. 1994. Vol. 16, № 1. P.31–38.
144. Paszkowski T. Antioxidative capacity of preimplantation embryo culture medium declines following the incubation of poor quality embryos. *Human Reproduction*. 1996. Vol. 11. P. 2493–2495.
145. Безуглый Ю. В. Динамика показателей антиоксидантной системы в онтогенезе. Биоантиоксиданты и свободнорадикальная теория. Полтава, 1997. 44 с.
146. Maya J. M. Ascorbate recycling in human erythrocytes: role of GSH in reducing dehydroascorbate. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 20, № 4. P.543–551.
147. Волобуев А. И. Взаимосвязь между показателями активности некоторых ферментов крови и состоянием маточно-плацентарного кровотока у беременных с высоким риском перинатальной патологии. *Акушерство и гинекология*. ГБОУ ВПО, 1989. № 1. С. 38–40.
148. Лизин М. А. Роль перекисного окислення ліпідів та антиоксидантної системи захисту в патогенезі внутрішньоутробного росту плода. *Буковинський медичний вісник*. 2000. Вип. 4. № 3. С. 96–101.

149. Aurich J. E. Effects of antioxidant on motility and membrane integrity of chilled–stored stallion semen. *Theriogenology*. 1997. Vol.48. P. 185–192.
150. Nishitai R. Toward the survival and function of xenogeneic hepatocyte grafts. *Liver Transpl.* 2004. Vol.11. P.39–50.
151. Nelson S. H. Pregnancy augments nitric oxide-dependent dilator response to acetylcholine in the human uterine artery. *Human Reproduction*. 1998. Vol. 13. P.1361–1367.
152. Tarin J. J. Antioxidant therapy counteracts disturbing effects of diamide and maternal ageing on meiotic division and chromosomal segregation in mouse oocytes. *Molecular Human Reproduction*. 1998. Vol. 4. P. 281–288.
153. Kingsley P. D. Genetics, Gene Regulation, and Expression Developmental expression of extracellular glutathione peroxidase suggests antioxidant roles in deciduum, visceral yolk sac, and skin. *Molecular Reproduction and Development*. 1998. Vol. 49, № 4. P. 343–355.
154. Барков Э. Н. Фундаментальные и прикладные аспекты пространственно-временной функции антиоксидантов при беременности. *Тезисы док. V Междунар. Конф. «Биоантиоксиданты»*. Москва, 1998. 195 с.
155. Kankofer M. Comparison of antioxidative/oxidative profiles in blood plasma of cows with and without retained fetal placental membranes. *Theriogenology*. 2010. Vol. 74, № 8. P. 1385–1395.
156. Ильина Е. А. Показатели липидного обмена и их изменения у коров чернопестрой породы в период стельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04. Москва, 1992. 16 с.
157. Слипанюк О. В. Особливості антиоксидантної системи у високотільних корів і новонароджених телят та деякі фактори її регуляції. дис. ... канд. біол. наук. 03.00.04. Львів, 2006. 176 с.
158. Квасницкий А. В. Искусственное осеменение свиней К.: Урожай. 1983. 183 с.
159. Мартыненко Н. А. Эмбриональная смертность сельскохозяйственных животных и ее предупреждение. К.: Урожай. 1971. 299 с.

160. Мингазов Т. А. Значение жирорастворимых витаминов в воспроизведении животных. Изд. Наука КССР. Алма-Ата, 1988. 144 с.
161. Кусень С. Й. До порівняльної біохімії онтогенезу сільськогосподарських тварин. *Фізіол. і біохім. с.-г. тварин*. 1970. Вип.12. С. 3–28.
162. Янович В. Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе. М.: Агропромиздат. 1991. 316 с.
163. Castro M. High-affinity sodium–vitamin C cotransporters (SVCT) expression in embryonic mouse neurons. *Journal of Neurochemistry*. 2001. Vol. 78, № 4. P. 815–823.
164. Ecroyd W. Endogenous Redox Activity in Mouse Spermatozoa and Its Associated with Sperm. Relationship of maternal and fetal plasma ascorbic acid levels to occurrence of premature rupture of membranes *Biochem. Ther Adv Urol*. 1991. Vol.10, № 3. P.225–230.
165. Хмелевский Ю. В. Витамины и возраст человека. К.: Наукова думка. 1990. 160 с.
166. O'Flaherty C., Lamirande E., Gagnon C. Positive role of reactive oxygen species in mammalian sperm capacitation: triggering and modulation of phosphorylation events. *Free Radical Biology and Medicine*. 2006. Vol. 41, № 4. P. 528–540.
167. Matthies D. Post–implantation embryonic death in vitamin E deficiency. *Sultan Qaboos Univ Med*. 2009. Vol.42. P.528.
168. Xiang-Qing Y. Sodium Nitroprusside Prevents Oxygen-Free-Radical-Induced Pulmonary Vasoconstriction in Newborn Piglets. *Biology of the Neonate*. 1999 Vol.75. P.319–326.
169. Nozic-Grayck E. Secretion of extracellular superoxide dismutase in neonatal lungs *AJP. Lung Cellular and Molecular Physiology*. 2000. Vol. 279, № 5. P. 977–984.
170. Rickett G.M. Developmental expression of antioxidant enzymes in guinea pig lung and liver. *Development*. 1990. Vol. 108, № 2. P.331–336.
171. Ren-Kea L. Effect of vitamin E on human glutathione peroxidase (GSH–PX1) expression in cardiomyocytes. *Free Radical Biology and Medicine*. 1996. Vol. 21, № 4. P. 419–426.

172. Fantela A. G. Reactive Oxygen Species and DNA Oxidation in Fetal Rat Tissues. *Free Radical Biology and Medicine*. 1998. Vol. 25. P. 95–103.
173. Дубинина Е. Е. Биологическая роль супероксидного анион-радикала и супероксиддисмутазы в тканях организма. *Успехи совр. биол.* 1989. Т.108. Вып. 1 (4). С.3–12.
174. Владимиров Ю. А. Перекисное окисление в биологических мембранах. М.: Наука. 1972. 272 с.
175. Дубинина Е. Е. Ферменты антиоксидантной системы эритроцитов и некоторые показатели гемодинамики крови в первые сутки жизни новорожденных детей в норме и при гипоксических состояниях. *Укр. біох. журн.* 1997. Т. 69. № 4. С.72–77.
176. Евсюкова И. И. Свободнорадикальное окисление у доношенных новорожденных детей с различной патологией. *Педиатрия*. 1996. № 1. С.13–16.
177. Журавлев А. И. Свободно-радикальная патология и методы ее профилактики биоантиокислителями. *Сельскохозяйственная биология*. 1989. № 2. С. 17–24.
178. Ленингер А. Биохимия. В. т. Т. 1 пер. с англ. М.: Мир. 1974. С. 956.
179. Giles B. L. Prenatal hypoxia decreases lung extracellular superoxide dismutase expression and activity. *Lung Cellular and Molecular Physiology*. 2002. Vol. 283. P. 549–554.
180. Бурлаков Е. Б. Свободно-радикальное окисление липидов в норме и патологии. М.: Наука. 1976. С. 22-24
181. Данчук О. В., Приступа Т. І., Данчук В. В. Пероксидне окислення ліпідів та активність систем антиоксидантного захисту у поросят-сисунів під впливом препаратів заліза. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Полтава. 2013. Вип. 62. С. 89–92.
182. Снітинський 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.

183. Тыныкина Л. А. Интенсивность перекисного окисления липидов в печени новорожденных и половозрелых свиней при различных условиях охлаждения. *Український біохімічний журнал*. 1997. № 2. С. 130–134.
184. Вуїв І.Т. Вплив вітаміну Е і селену на вміст продуктів перекисного окислення ліпідів і активність глутатіонпероксидази в крові поросят. *Науково-техн. бюл. фізіол. і біохім. тварин*. 1996. Вип.18 (1). С. 5–7.
185. Truggle Ch.K. EST-based gene discovery in pig: virtual expression patterns and comparative mapping to human. *Mammalian Genome*. 2003. Vol.14. P.565–579.
186. Wellin S. Starting clinical trials of xenotransplantation-reflections on the ethics of the early phase. *J Med Ethics*. 2000. Vol. 26. P.231–236.
187. Гаврилов В. Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови. *Мелк. лаб. дело*. 1983. № 3. С. 33–36.
188. Коган А. Х. Свойство углекислого газа ингибировать генерацию супероксидного анионрадикала клетками и его биологическое значение. *Мед. химии*. 1997. № 1. С. 193–200.
189. Брусов О. С. Влияние природных ингибиторов радикальных реакций на автоокисление адреналина. *Бюлл. эксп. биол. и мед.* 1976. № 1. С.33-35.
190. Королюк М. А. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16–19.
191. Сурай П. Ф. Биохимические методы контроля метаболизма в органах и тканях птиц и их витаминной безопасности (методические рекомендации). Харьков. 1990. С. 68–69.
192. Патент № 67054А Україна, А61В5/00. Спосіб прискореного визначення вмісту С та його ізомерів у спермі кнурів. Коваленко В.Ф, Шостя А.М., Усенко С.О.; заявник і патентовласник Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН; заявл.13.06.2003; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.
193. 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.

194. 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*. Полтава. 2018. Вип. 71. С. 116–123.
195. Патент № 119099 U Україна, МПК А 61 D 19/02. Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок. Усенко С.О., Рокотянська В.О., Кузьменко Л.М., Шостя А.М., Засуха Ю.В., Горб О.О., Стояновський В.Г., Волощук О.В., Ступарь І.І., Поліщук А.А., Цибенко В.Г., Гиря В.М./; заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 119099 U; заяв. 3.04.2017; опубл. 11.09.2017; Бюл. № 17.
196. Шостя А. М., Рокотянська В. О., Невідничий О. С., Цибенко В. Г., Сокирко М. П., Гиря В. М. 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.
197. Патент № 133103 U Україна, Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу. Усенко С.О., Шостя А.М., Рокотянська В.О., Березницький В.І., Ступарь І.І., Поліщук А.А., Цибенко В. Г., Усенко О.О, Павлова І.В., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С.; заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 133103; заявл. 25.03.2019; опубл.; Бюл. № 6.
198. Свеженцов А. И. Комбикорма, премиксы, БВМД для животных и птицы. Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС. 2008. 412 с.
199. Шостя А. М., Рокотянська В. О., Цибенко В. Г., Сокирко М. П., Невідничий О. С., Чирков О. Г., Каплуненко В. Г., Пащенко А. Г. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів Zn, Se, Cu і Fe. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2018. Випуск 87-2. С. 134 - 140.
200. Шостя А. М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Сокирко М.П., Гиря В.М., Невідничий О.С., Каплуненко В.Г., Пащенко А.Г. Вплив наноаквахелатів на

- якість спермопродукції у кнурів-плідників. *Вісник сумського національного аграрного університету*. Серія: тваринництво. Суми, 2018. Вип.7 (35). С. 156-160.
201. Патент № 132475U Україна, Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів. Усенко С.О., Шостя А.М., Рокотянська В.О., Цибенко В.Г., Каплуненко В.Г., Ступарь І.І., Пащенко А.Г., Усенко О.О, Павлова І.В., Бондаренко О.М., Сокирко М.П., Невідничий О.С.; заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. № 132475; заявл. 25.02.2019; опубл.; Бюл. № 4.
202. Рокотянська В. О. Вплив наноаквахелатів на біологічну повноцінність сперміїв. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Серія: тваринництво. Миколаїв, 2018. Вип. 3. С. 56-61.
203. Шостя А. М. Роль активних форм кисню в регуляції сперматогенезу та заплідненні у ссавців. *Український біохімічний журнал*. 2009. Т. 81. № 1. С. 14–22.
204. Коваленко В. Ф. Продуктивность хряков разных пород. *Свиноводство*. 1975. № 3. 26 с.
205. Остапчук П. П. Воспроизводительные способности хряков разных генотипов. *Свиноводство*. 1986. № 4. С.22–23.
206. Нарижный А. Г. Снижение последствий теплового стресса у хряков-производителей при помощи биологически активных веществ. *Ветеринария*. 2014. № 8 С. 37-41.
207. Горин В. Я., Походня Г. С., Файнов А. А., Федорчук Е. Г., Ивченко А. Н., Малахова Т. А. Зависимость воспроизводительной функции свиноматок от сезона года. *Зоотехния*. Москва, 2014. № 5 С. 24-26.
208. Любин Н. А., Любина Е. Н. Эффективность скармливания свиньям воднодиспергированных препаратов витамина А и каротина. *Зоотехния*. Москва, 2014. № 8. С. 14-15.
209. Рачков И. Г., Кононова Л. В. Стимуляция репродуктивной функции хряков-производителей в летний период года. *Зоотехния*. Москва, 2014. № 3. С.25-27.

210. Буга Н., Гнатенко И. Проверка хряков на качество семени. *Сел. хоз-во Молдавии*, 1977. № 9. С. 35-37.
211. Крячко В. Т. Количественные и качественные показатели спермы хряков в зависимости от сезона года. *Профилактика и лечение болезней с.-х. животных*. Елгава, 1979. Вып. 169. С. 25-29.
212. Максимов Ю. Л. Рациональное использование племенных производителей. Хабаровск, 1964. С. 120-122.
213. Хомяк И. И. Взаимосвязь физиологических и биологических показателей спермы хряков с биологической полноценностью спермиев: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. Харьков, 1981. 24 с.
214. Фоломеев В. З. Спермопродукция хряков в связи с сезонами года в условиях промышленного комплекса: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. Харьков, 1976. 28 с.
215. Леонтьев В. В. Відтворювальні якості свиноматок української м'ясної породи залежно від сезону року. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 58. Ч. II. С. 236-238.
216. Походня Г. С., Мороз М. М. Влияние сезона на воспроизводительные функции у хряков. *Зоотехния*. Москва, 2007. № 6. С. 29-31.
217. Походня Г. С., Федорчук Е. Г., Манохіна Л. А. та ін. Продуктивность свиноматок в зависимости от сезона года. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 58. Ч. II. С. 298-302.
218. Антонюк В. С. Взаимосвязь физиологических функций и биохимический состав спермы хряков: дис. ... докт. біол. наук: 03.00.13. Жодіно, 1984. 304 с.
219. Сердюк С., Маковецкий Т., Беликов А. Сезонные изменения качества спермы. *Свиноводство*. 1977. № 5. С. 26.
220. Аветисян Ф. Д. Влияния сезона года и режима использования на воспроизводительную способность хряков. *Изв. с.-х. наук*. Ереван, 1979. № 9. С. 20-21.
221. Rohloff D. Ein Beitrag zur Beurteilung der taglichen Spermienproduktion bei Eben der Dentsohen Landrass. *Zuchthygiene*. 1973. № 8. P. 72-75.

222. Жильцова Л. С. Улучшение качества семени хряков при добавлении в их рацион витаминов А и С. *Свиноводство*. 1969, № 5. С. 18-20.
223. Мартыненко Р. В. влияние различного содержания каротина в рационах на спермопродукцию производителей кроликов и хряков. Науч. работы Всесоюз. ин-т животноводства. Москва, 1956. С. 13-14.
224. Попехина П., Левина Л. Влияние витамина Е на воспроизводительную функцию хряков. *Свиноводство*. 1975, № 4. С. 39.
225. Хомин М. М. Вплив хелатної форми селену, вітаміну А та хлориду хрому на антиоксидантний статус і дезінтоксикаційні процеси в організмі бугаїв-плідників. *Науковий вісник ЛДАВМ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2007. вип. 8. № 1-2. С. 69–72.
226. Massanyi P., Trandzik J., Nad P., Korenekova B., Skalicka M., Toman R. et al. Concentration of copper, iron, zinc, cadmium, lead, and nickel in bull and ram semen and relation to the occurrence of pathological spermatozoa. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2004. № 39. P. 3005–3014.
227. Конюхова В. А. Влияние цинка и йода на спермопродукцию хряков. *Свиноводство*. 1970, № 3. С. 19-20.
228. Медузов С. В. Динамика физиологических изменений спермы хряков-производителей под влиянием солей цинка и марганца: *Материалы Всесоюз. конф. по физиол. и биохим. основам повышения продуктивности с.-х. животных*. Боровск, 1963. С. 179-180.
229. Гасай Е. В. Влияния улучшенного кормления на качество спермы хряков. *Свиноводство*. 1965, № 10. С. 36.

«Додатки»

Додаток А 1

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

1. Особливості процесів пероксидного окиснення у спермі кнурів-плідників залежно від пори року та інтенсивності їх використання / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко // *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 4. С. 34–38. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

2. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні лактатів Zn, Se, Cu і Fe / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] // *Аграрний вісник Причорномор'я*. Випуск 87–2. Одеса. 2018. С. 134–140. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

3. Особливості формування прооксидантно антиоксидантного гомеостазу в спермі кнурів-плідників при згодовуванні вітамінної добавки / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, О. С. Невідничий, В. Г. Цибенко [та ін.] // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 2. С. 260–264. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

4. 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*. Полтава. 2018. Вип. 71. С. 116–123. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготованні статті до друку).

5. Особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в спермальній плазмі кнурів плідників при згодовуванні наноаквахелатів / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] //

Свинарство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. 2018. Вип. 72. С. 93–102. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготуванні статті до друку).

6. Вплив наноаквахелатів на якість спермопродукції у кнурів-плідників / А. М. Шостя, **В. О. Рокотянська**, В. Г. Цибенко, М. П. Сокирко [та ін.] // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 7 (35). С. 156–160. (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брала участь у підготуванні статті до друку).

7. **Рокотянська В. О.** Вплив наноаквахелатів на біологічну повноцінність сперміїв. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Серія: Тваринництво. 2018. Вип. 3 С. 56-61.

Патенти на корисну модель:

8. Патент № 119099 U Україна, МПК А 61 D 19/02. Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок. С.О. Усенко, **В.О. Рокотянська**, Л.М. Кузьменко, А.М. Шостя [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 119099 U ; заявл. 3.04.2017; опубл. 11.09.2017; Бюл. № 17. (*Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу*).

9. Патент № 132475U Україна, Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів. С.О. Усенко, А.М. Шостя, **В.О. Рокотянська**, В.Г. Цибенко [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 132475 U; заявл. 05.10.2018; опубл. 25.02.2019; Бюл. № 4. (*Дисертант брав безпосередню участь у розробленні способу*).

10. Патент № 133103 U Україна, Спосіб підвищення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу. С. О. Усенко, А.М. Шостя, **В.О. Рокотянська**, В. І. Березницький [та ін.] / заявник і власник Полтавська державна аграрна академія. – № 133103 U; заявл. 05.10.2018; опубл. 25.03.2019; Бюл. №.6. (*Дисертант брав участь у розробленні способу*).

Додаток А 1.1

Праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Шостя А. М., Рокотянська В. О. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників при згодовуванні вітамінної добавки. *Актуальні проблеми фізіології тварин: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Чернігів, 3–5 травня 2018 р.). (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та безпосередньо брав участь у підготуванні статті до друку).

12. Рокотянская В. А., Шостя А. М., Цыбенко В. Г. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в сперме хряков-производителей в зависимости от разных факторов. *Перспективы развития свиноводства стран СНГ: материалы международной научно-практической конференции* (г. Жодино, 23–24 августа 2018 г.). (Здобувачка провела дослідження, статистичну обробку матеріалів, їх аналіз та брав участь у підготуванні статті до друку).

Додаток Б 1

Акти про впровадження результатів дисертаційної роботи

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волощук

«22» жовтня 2018 р.

М.П.



Затверджено

Директор ДПДГ
«Степне» ІС і АПВ НААН

І.І. Сокирко

«22» жовтня 2018 р.

М.П.



АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок» використовується у роботі, Державного «Дослідного господарства 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 12 кнурів-плідників
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт. Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок забезпечує більш суттєвий відсоток запліднення свинок в межах 82-90 % і високу кількість народжених поросят – 9,8-10,2 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.

Додаток Б 1.1

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волощук

«~~11~~» жовтня 20 18 р.

М.П.

Затверджено

Директор ДПДГ
«Степне» ІС і АПВ НААН

М.П. Сокирко

«~~11~~» жовтня 20 18 р.

М.П.

АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу» використовується у роботі, Державного «Дослідного господарства Степне» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Початок – 2016 р.Закінчення – 2017 р.

- 1. Вид впроваджених робіт.** Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу
- 2. Масштаби впровадження** 12 кнурів-плідників
- 3. Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників, полягає у згодовуванні кормосуміші з додаванням вітамінної добавки на основі вітамінів А, Е та С. Додавання додатково до раціону годівлі 10-20 % лімітуючих антиоксидантів у вигляді вітамінної добавки стимулює сперматогенез, забезпечує антиоксидантний захист сперміїв, підвищує та покращує якість спермопродукції та підвищує запліднюючу здатність.
- 4. Річний економічний ефект у грошовому виразі.** Економічний ефект, отриманий від використання вітамінної добавки на 10 % більше від норми склав 11958,03 грн. на 3-х кнурів або 3986,01 грн. на 1 кнура.

Використання вітамінної добавки на 20 % більше від норми склав 12717,27 грн. на 3-х кнурів або 4239,09 грн. на 1 кнура.

Додаток Б 1.2

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волощук

«27» листопада 2018 р.

М.П.



Затверджено

Директор ДПДГ
«імені Декабристів» ІС і АПВ
НААН

В.Г. Цибенко

«27» листопада 2018 р.

М.П.



АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок» використовується у роботі, Державного підприємства «Дослідного господарства імені Декабристів» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Початок - 2016 р.

Закінчення – 2017 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок
2. Масштаби впровадження 6 кнурів-плідників
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб інтрацервікального штучного осіменіння свинок забезпечує більш суттєвий відсоток запліднення свинок в межах 86-90 % і високу кількість народжених поросят 10-10,5 голів 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.

Додаток Б 1.3

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волощук

«17» листопада 2018 р.

М.П.

Затверджено

Директор ДПДГ
«імені Декабристів» ІС і АПВ НААН

В.Г. Цибенко

«17» листопада 2018 р.

М.П.

АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней в умовах теплового стресу» використовується у роботі, Державного підприємства «Дослідного господарства імені Декабристів» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Початок – 2016 р.Закінчення – 2017 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників
2. Масштаби впровадження 6 кнурів-плідників
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників, полягає у згодовуванні кормосуміші з додаванням вітамінної добавки на основі вітамінів А, Е, та С. Додавання додатково до раціону годівлі 10-20 % лімітуючих антиоксидантів у вигляді вітамінної добавки стимулює сперматогенез, забезпечує антиоксидантний захист сперміїв, підвищує та покращує якість спермопродукції та підвищує запліднюючу здатність.
4. Річний економічний ефект у грошовому виразі. Економічний ефект, отриманий від використання вітамінної добавки на 10 % більше від норми склав 8968, 50 грн. на 3-х кнурів або 2989,50 грн. на 1 кнура.

Використання вітамінної добавки на 20 % більше від норми склав 9537,75 грн. на 3-х кнурів або 3179, 25 грн. на 1 кнура.

Додаток Б 1.4

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волошук

«22» червня 2018 р.

М.П.



Затверджено

Директор ДПДГ
«Степне» ІС і АПВ НААН

І.Г. Сокирко

«22» червня 2018 р.

М.П.



АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів» використовується у роботі Державного «Дослідного господарства Степне» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Початок - 2016 р.Закінчення – 2017 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів
2. Масштаби впровадження 12 кнурів-плідників
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників, полягає у згодовуванні кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe. Додавання додатково до раціону годівлі 10-20 % лімітуючих антиоксидантів у вигляді кормової добавки стимулює сперматогенез, забезпечує антиоксидантний захист сперміїв, підвищує та покращує якість спермопродукції та підвищує репродуктивну здатність свинок та свиноматок.
4. Річний економічний ефект у грошовому виразі. Економічний ефект, отриманий від використання кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe на 10 % більше від норми склав 7301,16 грн. на 3-х кнурів або 2433,72 грн. на 1 кнура.

Використання кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe на 20 % більше від норми склав 10039,09 грн. на 3-х кнурів або 3346,36 грн. на 1 кнура.

Додаток Б 1.5

Погоджено

Директор Інституту свинарства
і агропромислового виробництва НААН

В.М. Волощук

«27» листопада 2018 р.

М.П.

Затверджено

Директор ДПДГ
«імені Декабристів» ІС і АПВ
НААН

В.Г. Цибенко

«27» листопада 2018 р.

М.П.

АКТ

про впровадження результатів науково-дослідних робіт

Даним актом стверджується, що «Спосіб покращення відтворювальної здатності свиней із використанням наноаквахелатів» використовується у роботі Державного підприємства «Дослідного господарства імені Декабристів» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

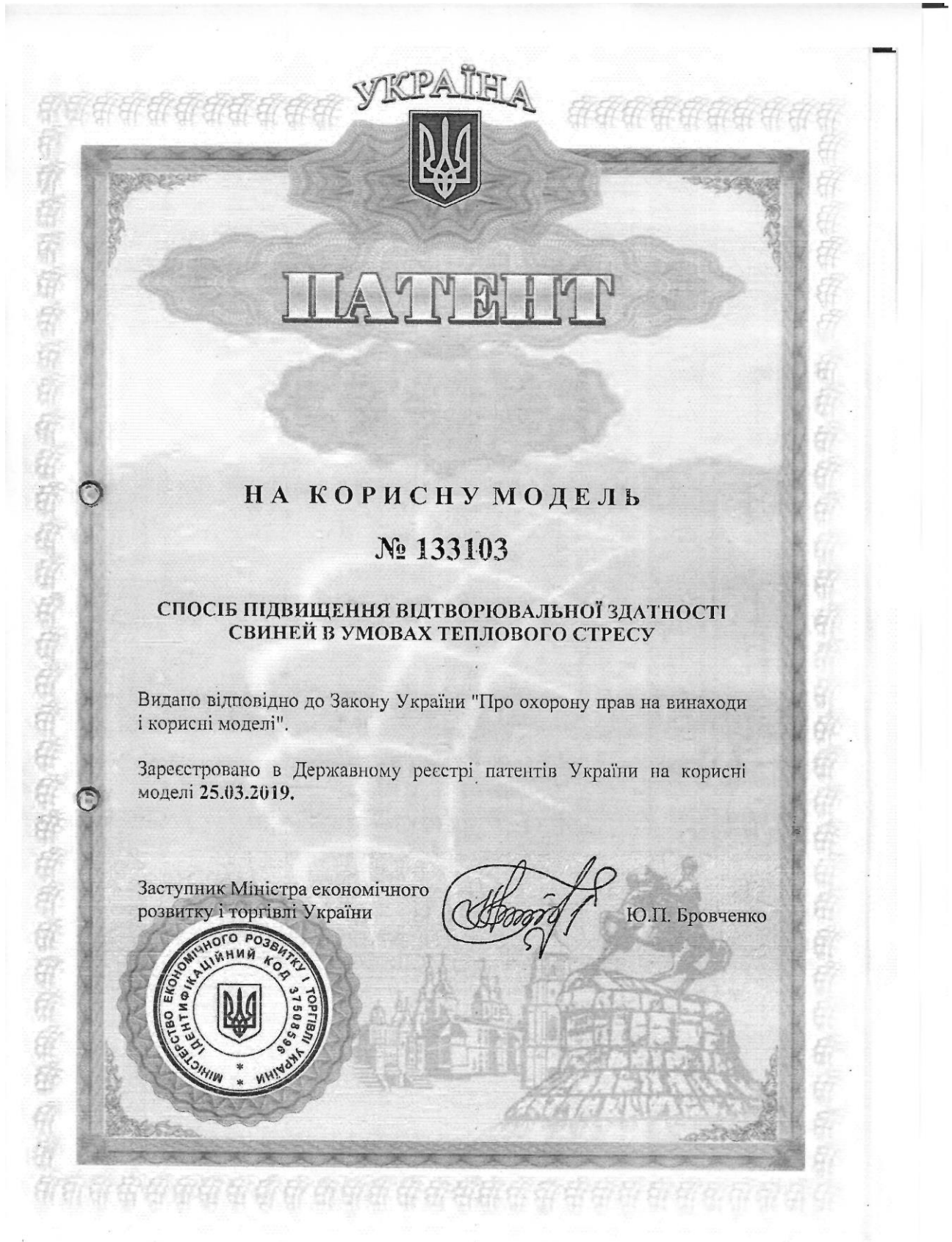
Початок - 2016 р.Закінчення – 2017 р.

1. **Вид впроваджених робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників
2. Масштаби впровадження 6 кнурів-плідників
3. **Новизна результатів науково-дослідних робіт.** Спосіб покращення якості спермопродукції кнурів-плідників, полягає у згодовуванні кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe. Додавання додатково до раціону годівлі 10-20 % лімітуючих антиоксидантів у вигляді кормової добавки стимулює сперматогенез, забезпечує антиоксидантний захист сперміїв, підвищує та покращує якість спермопродукції та підвищує запліднюючу здатність.
4. Річний економічний ефект у грошовому виразі. Економічний ефект, отриманий від використання кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe на 10 % більше від норми склав 5475,87 грн. на 3-х кнурів або 1825,29 грн. на 1 кнура.
Використання кормосуміші з додаванням наноаквахелатів Zn, Se, Cu і Fe на 20 % більше від норми склав 7529,25 грн. на 3-х кнурів або 2509,75 грн. на 1 кнура.

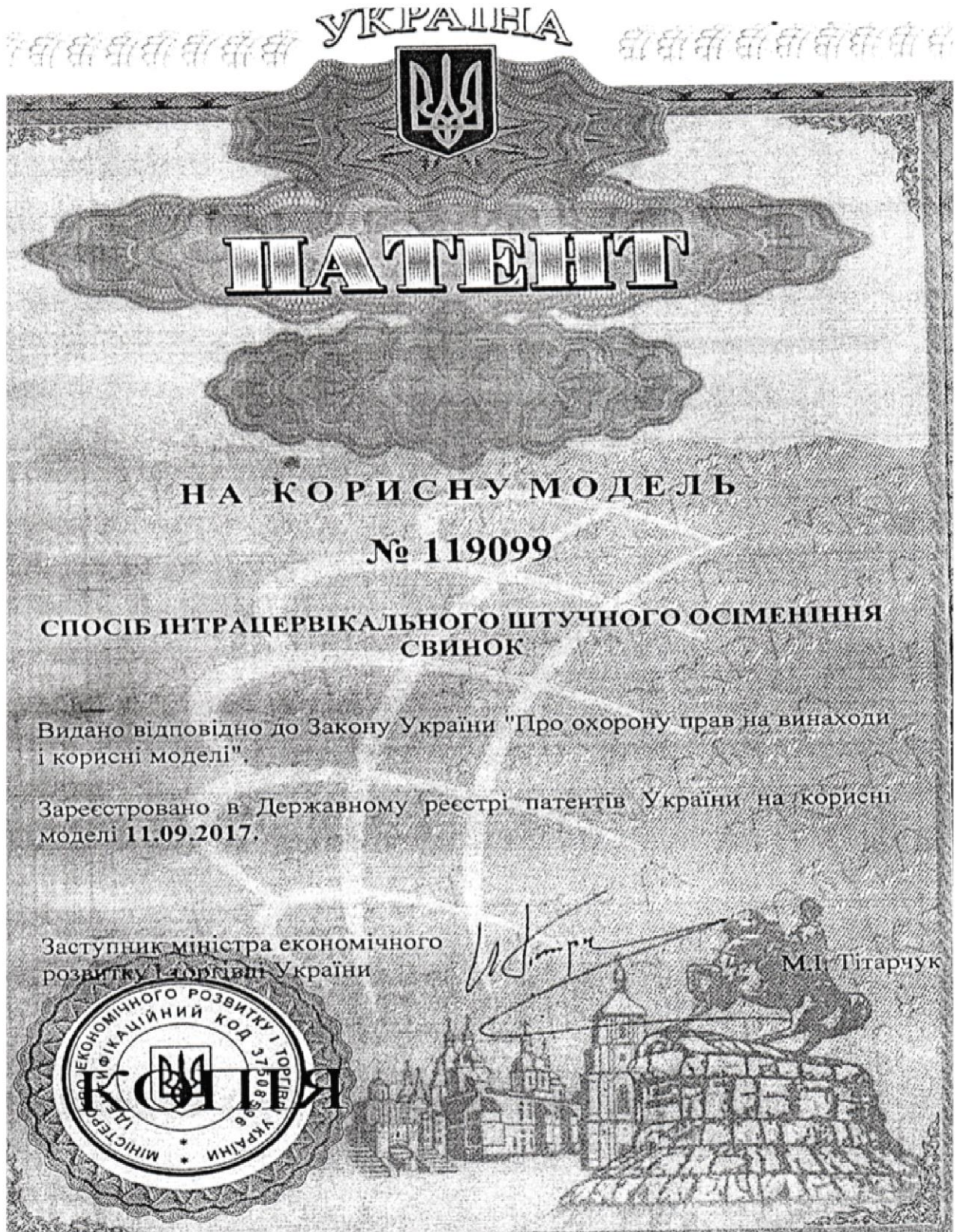
Додаток В 1
Патенти на корисну модель



Додаток В 1.1



Додаток В 1.2



Додаток Д 1

Акти про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес



КАРТКА ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені матеріали дисертаційної роботи аспіранта Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН Рокотянської Вікторії Олексіївни на тему: «Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення», використовуються у навчальному процесі на науково дослідній роботі кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії, при викладанні дисципліни «Біотехнологія у ветеринарній медицині».

2. Матеріали розглянуті та схвалені на засіданні кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії. (протокол № 3 від «18» листопада 2019 р)

Завідувач інфекційної патології, гігієни,
санітарії та біобезпеки
Полтавської державної
аграрної академії професор

С.Б. Передера

Додаток Д 1.1

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Сумського НАУ

професор, академік НААН України



В.І.Ладика

2019 р.

КАРТКА ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені матеріали дисертаційної роботи аспіранта Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН Рокотянської Вікторії Олексіївни на тему: «Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення», використовуються у навчальному процесі на науково дослідній роботі кафедри анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету.

2. Матеріали розглянуті та схвалені на засіданні кафедри анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету, протокол № 6 від «26» листопада 2019 р.

Завідувач кафедри

анатомії, нормальної та

патологічної фізіології тварин

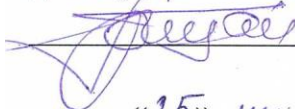
доктор ветеринарних наук, професор

М.Д. Камбур

Додаток Д 1.2

Погоджено:

Проректор з наукової роботи
Дніпровського державного аграрно-
економічного університету
доктор біологічних наук, професор

 Ю. І. Грицан
«25» листопада 2019 року

Затверджую:

Перший проректор проректор з
навчальної роботи Дніпровського
державного аграрно-економічного
університету кандидат
сільськогосподарських наук, професор

 Д.М. Онопрієнко
«25» листопада 2019 року



КАРТКА ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені матеріали дисертаційної роботи аспіранта Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН Рокотянської Вікторії Олексіївни на тему: «Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення», використовуються у навчальному процесі при викладанні таких дисциплін: та науково дослідній роботі кафедри фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету.
2. Матеріали розглянуті та схвалені на засіданні кафедри фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету. протокол № 4 від «21» листопада 2019 року.

Декан факультету ветеринарної медицини
кандидат ветеринарних наук, доцент



І.А. Бібен

Завідувач кафедри фізіології та біохімії
сільськогосподарських тварин,
кандидат біологічних наук, професор



Л.М. Степченко

Додаток Д 1.3

згоджено

затверджую

Проректор з навчальної і виховної роботи

доктор економічних наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України

Кваша С.М.

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

«23»

Перший проректор

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України

Батуллін І.І.

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

«28»

2019 р.



АКТ

**про впровадження/використання результатів
кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Особливості прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення»

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.13 – «Фізіологія людини і тварин», виконаної Рокотянською Вікторією Олексіївною

(ПІБ здобувача)

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін(и): фізіологія тварин

(назва дисципліни)

розділи «Фізіологія розмноження» і «Фізіологія обміну речовин» доповнені новими науковими даними щодо особливостей прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників за корекції вітамінно-мінерального живлення

(необхідно конкретизувати, які результати дисертаційної роботи і яким чином (способом) використані при викладанні дисциплін(и))

на кафедрі біохімії і фізіології тварин ім. акад. М.Ф. Гулого

назва кафедри

у підготовці фахівців ОС «Магістр» за напрямом ветеринарна медицина із спеціальності ветеринарна медицина

назва спеціальності

у Національному університеті біоресурсів і природокористування України

назва ВНЗ

Декан факультету

д-р. біол. наук, академік НААН України

Цвіліховський М.І.

Завідувач кафедри

д-р. вет. наук, професор

Томчук В.А.

Додаток Е

ЗАТВЕРДЖУЮ:
 Директор Інституту свинарства
 і агропромислового виробництва НААН
 В.М.Волошук

Раціон для основних кнурів ДПДГ «Степне» інституту свинарства і агропромислового виробництва. Маса 250 – 300 кг.

Парувальний період

Добове споживання корму – 4000 кг;

Добова поживність корму – 4.60 к. од

Поживність 1 кг корму – 1.15 к. 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	1800	56.25	58.25
Кукурудза подрібнена	1200	37.50	39.87
Макуха соняшник	600	18.75	14.25
Макуха соєва	400	12.50	12.75
Солі, г	10		
Крейди, г	7.5		
Три Сафосфату, г	58.75		
разом	4076	125.0	125.0

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	872.70	1000.00	759.53
Кормові одиниці	1.15	1.32	1.00
Обмін енергії, МДж	13.26	15.19	11.54
Сирого протеїну, г	161.10	184.60	140.21
Перетравленого протеїну, г	120.70	138.31	105.05
Лізину, г	7.14	8.18	6.21
Метіонін+цистин, г	5.79	6.63	5.03
Клітковини, г	65.24	74.75	56.78
Кальцію, г	8.75	10.03	7.62
Фосфору, г	7.19	8.24	6.26
Магнію, г	0.89	1.02	0.78
Калію, г	7.05	8.08	6.14
Натрію, г	1.62	1.86	1.41
Хлору, г	2.86	3.28	2.49
Заліза, мг	73.05	83.71	63.58
Міді, мг	6.98	8.00	6.07
Цинку, мг	31.28	35.84	27.22
Марганцю, мг	14.46	16.57	12.59
Кобальту, мг	0.21	0.24	0.18
Йоду, мг	0.27	0.31	0.24
Каротину, мг	1.40	1.60	1.22
Вітаміну Д, мг	1.70	1.95	1.48
Вітаміну Е, мг	28.89	33.10	25.14
Вітаміну В 1, мг	4.32	4.95	3.76
Вітаміну В 2, мг	2.12	2.43	1.85
Вітаміну В 5, мг	27.27	31.24	23.73