





original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.22

**PRO-OXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN BOARS' SPERM
UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT FEED ADDITIVES**
A. M. Shostya¹ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)A. S. Siabro^{1*}ORCID  [0000-0001-6808-2223](https://orcid.org/0000-0001-6808-2223)I. I. Kovalchuk²ORCID  [0000-0001-9932-6315](https://orcid.org/0000-0001-9932-6315)O. O. Krasnoshchok³Ye. V. Chukhlib¹ORCID  [0000-0001-5547-1692](https://orcid.org/0000-0001-5547-1692)V. I. Bereznytskyi¹ORCID  [0000-0002-3261-2066](https://orcid.org/0000-0002-3261-2066)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine² Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine³ PrJSC "Plemservice", 89, Kyivska str., township of Hradyzk, 39071, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: siabro.aliona@gmail.com

How to Cite

Shostya, A. M., Siabro, A. S., Kovalchuk, I. I., Krasnoshchok, O. O., Chukhlib, Ye. V., & Bereznytskyi, V. I. (2021). Pro-oxidant-antioxidant homeostasis in boars' sperm under the influence of different feed additives. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 181–187. doi: 10.31210/visnyk2021.02.22

The development of oxidative stress is one of the main reasons for reduced fertility of boars. This is due to the limited antioxidant capacity of spermatozooids to inhibit the generation of active oxygen forms, which makes them vulnerable to changes in pro-oxidant-antioxidant homeostasis in the body. The aim of the study was to research the effect of copper citrate and drone larvae homogenate on sperm quality and the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars' sperm. In the experiment, 9 adult boars of the Large White breed were used, the analogues in age, live weight and quality of sperm, from which 3 groups of animals 3 in each were formed. Experimental boars of group II received copper citrate (5%) in addition to the main diet, and animals of group III received the complex of copper citrate (5%) with the homogenate of drone larvae. It was found that the introduction of copper citrate into the diet contributes to a probable increase in ejaculate mass ($p < 0.001$), total spermatozoa' amount ($p < 0.01$) and their live forms ($p < 0.001$). Such changes occur due to a decrease in the content of diene conjugates and TBA-active compounds in sperm by 20.1% and 8.3%, respectively, with a simultaneous decrease in the activity of superoxide dismutase by 19.1% and catalase by 24.6%, which indicates at slowing down peroxidation processes. Additional feeding of copper citrate (5%) in combination with drone larvae homogenate, on the 45th day of feeding, probably increases the ejaculate weight ($p < 0.001$), the number of live spermatozoa ($p < 0.001$) and their survival ability ($p < 0.05$). The eating of this complex supplement by breeding boars intensifies the processes of peroxidation in sperm – increases the concentration of diene conjugates by 17.1% (on the 30th day) and 20.5% (on the 45th day), and increases the content of TBA-active compounds in pro-oxidant poiser, which is accompanied by a decrease in superoxide dismutase activity ($p < 0.05$). Such changes occur against the background of the maximum level of motility and survival ability of spermatozoa. Thus, the feeding of copper citrate (5%) in the combination with the homogenate of drone larvae helps to increase the functional activity of spermatozoa by optimizing the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis.

Key words: boars, sperm production, peroxidation, copper citrate, drone larvae homogenate.

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У СПЕРМІ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ПІД ЧАС ВЖИВАННЯ РІЗНИХ КОРМОВИХ ДОБАВОК

А. М. Шостя¹, А. С. Сябро¹, І. І. Ковальчук², О. О. Краснощок³, Є. В. Чухліб¹, В. І. Березницький¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³ ПрАТ «Племсервіс», с.м.т. Градизьк, Україна

Розвиток оксидатійного стресу є однією з головних причин зниження фертильності кнурів-плідників. Це обумовлено обмеженою антиоксидантною здатністю сперміїв пригнічувати генерування активних форм Оксигену, що робить їх вразливими до змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі. Метою досліджень було дослідити вплив цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції і формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників. В експерименті було використано 9 дорослих кнурів великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 3 голови в кожній. Дослідні кнури-плідники II групи додатково до основного раціону отримували цитрат Міді (5%), а III групи – комплекс цитрату Міді (5%) з гомогенатом трутневих личинок. Встановлено, що введення до раціону цитрату Міді сприяє вірогідному збільшенню маси еякуляту ($p < 0,001$), загальної кількості сперміїв ($p < 0,01$) та їх живих форм ($p < 0,001$). Такі зміни відбуваються за рахунок зменшення вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук у спермі відповідно на 20,1% та 8,3% з одночасним зниженням активності супероксиддисмутази на 19,1% та каталази на 24,6%, що вказує на сповільнення процесів пероксидації. Додаткове згодовування цитрату Міді (5%) в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок на 45 добу споживання вірогідно підвищує масу еякуляту ($p < 0,001$), кількість живих сперміїв ($p < 0,001$) та їх виживаність ($p < 0,05$). Споживання цієї комплексної добавки кнурами-плідниками інтенсифікує процеси пероксидації у спермі – збільшує концентрацію дієнових кон'югантів на 17,1% (30 доба) і 20,5% (45 доба) та підвищує вміст ТБК-активних сполук у прооксидантному буфері, що супроводжується зниженням активності супероксиддисмутази ($p < 0,05$). Такі зміни відбуваються на тлі максимального рівня рухливості та виживаності сперміїв. Отже, згодовування цитрату міді (5%) в комплексі з гомогенатом трутневих личинок сприяє підвищенню функціональної активності сперміїв за рахунок оптимізації формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Ключові слова: кнури-плідники, спермопродукція, пероксидне окиснення, цитрат Міді, гомогенат трутневих личинок.

Вступ

Поліпшення якості спермопродукції кнурів-плідників та підвищення запліднюючої здатності сперміїв є однією з важливих ланок для ефективного відтворення поголів'я. Широке застосування штучного осіменіння сприяє збільшенню виробництва свинини, оскільки обов'язкова оцінка кожного еякуляту дає змогу швидко визначити кнурів зі зниженою фертильністю, що, своєю чергою забезпечує високий відсоток заплідненості свиноматок [9, 15].

Відомо, що після еякуляції та протягом зберігання спермодоз, відбувається збільшення генераторів активних форм кисню (АФК). У межах фізіологічної норми АФК є необхідними для нормального функціонування сперміїв, їх капацизації та акросомної реакції. Однак збільшення вільних радикалів у спермі призводить до пошкодження мембран сперміїв, руйнування цілісності хроматину та апоптозу статевих клітин [5].

Велика кількість поліненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані сперміїв, а також обмежена антиоксидантна здатність пригнічувати генерування АФК робить їх вразливими до змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) в організмі. Тому рівновага між генеруванням АФК і рівнем антиоксидантного захисту вважається важливим фактором, що визначає якість сперми кнурів-плідників і, зокрема, її здатність до запліднення [19, 21].

Функцію антиоксидантного захисту виконує спермальна плазма, яка насичена великою кількістю ензимних (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) та неензимних антиоксидантів (глутатіон, вітаміни С та Е) [17]. Активність ензимів залежить від наявності кофакторів, до яких відносять: Zn^{2+} , Cu^{2+} і Mn^{2+} . Зокрема, Cu^{2+} підтримує активність ензимів дихального ланцюга і протеїназ. Встановлено, що від активності супероксиддисмутази та вмісту Міді залежить рухливість, виживаність та запліднююча здатність гамет самців [13, 16, 20].

Встановлено, що забезпечення кнурів-плідників нормованими повноцінними раціонами, які збагачені біологічно активними компонентами (більшість яких є складниками гомогенату трутневих личинок) [1, 12, 18], сприяє збільшенню маси еякуляту, концентрації та активності сперміїв. Це дає змогу отримувати більш біологічно повноцінних нащадків, зменшити відсоток вибраковування та підвищити ефективність селекційного процесу. Виявлено, що процеси сперматогенезу, рухливості і виживаності сперміїв та розвиток зародків перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ). При цьому така рівновага перебуває під впливом кормових факторів [8, 11].

Метою досліджень було встановити вплив цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників.

Для досягнення поставленої мети виконувались такі *завдання*:

- дослідити вплив цитрату Міді на якість спермопродукції кнурів-плідників;
- встановити вплив комплексу цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на кількісні та якісні показники спермопродукції кнурів-плідників;
- з'ясувати особливості впливу цитрату Міді окремо, або в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для дослідів було відібрано 9 кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 3 голови в кожній: I (контрольна) та II і III (дослідні). Годівлю кнурів-плідників проводили згідно з Інструкцією зі штучного осіменіння свиней. I група – основний раціон – ОР, II група – ОР+5 % цитрату Міді (вище норми), III група – ОР+5 % цитрату Міді (вище норми)+0,5 г ГТЛ гол/добу.

Тривалість експерименту становила 105 діб, зокрема: підготовчий період – 30 діб, основний – 45 діб і завершальний – 30 діб. Сперму від кнурів-плідників одержували двічі на тиждень мануальним методом. Якість спермопродукції оцінювали за масою еякуляту, концентрацією і рухливістю сперміїв, а також їх виживаністю протягом тригодинного інкубування за температури 38 °С [4].

У досліджуваних зразках сперми кнурів визначали показники стану ПАГ. Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали: концентрацію дієнових кон'югантів – спектрофотометрично [10] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [7]. Рівень антиоксидантного захисту визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [2]; активністю каталази (КТ) – за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [3].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать, що згодовування цитрату Міді як окремо, так і в комплексі з гомогенатом трутневих личинок позитивно вплинуло на показники якості спермопродукції кнурів-плідників (табл. 1). Встановлено, що маса еякуляту у тварин, яким згодовували Мідь у кількості 5 % понад норму, збільшувалась протягом усього періоду експерименту на 17,4 % (30 доба) та 15,2 % (45 доба). По закінченню дослідів маса еякуляту у тварин дослідних груп (II і III) була більшою порівняно з початком на 19,3 % та 17,0 %, що відносно контролю вище на 42,9 % ($p < 0,001$) та 47,7 % ($p < 0,001$) відповідно.

В основний період дослідів тенденція щодо збільшення концентрації сперміїв спостерігалась у тварин контрольної групи. Тоді як у кнурів-плідників дослідних груп цей показник зменшувався. Ймовірно це пов'язано з від'ємною кореляцією маси еякуляту з концентрацією сперміїв. Однак по закінченні завершального періоду концентрація сперміїв у тварин II групи була вищою порівняно з I та III відповідно на 21,0 % ($p < 0,01$) та 26,2 % ($p < 0,001$).

Варто зазначити, що введення добавок до раціону сприяло збільшенню загальної кількості сперміїв у еякуляті. Насиченість сперміями еякуляту кнурів-плідників контрольної групи зменшувалась та по закінченні основного та завершального періодів становила на 7,9 % та 24,1 % менше, ніж на початку. У тварин II та III груп на 30, 45 та 75 добу дослідів цей показник був вищим порівняно з I групою на 13,8 % ($p < 0,05$) і 13,9 % ($p < 0,05$), 15,7 % і 29,5 % ($p < 0,01$) та 71,8 % ($p < 0,001$) і 41,9 % відповідно.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Вплив кормових добавок на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$

Показники	Групи	Період експерименту			
		підготовчий, n=24	основний		Завершальний n=24
			30 доба, n=24	45 доба, n=12	
Маса еякуляту, г	I	261,75±9,09	232,58±7,09	212,50±7,65	204,13±7,24
	II	244,63±8,55	287,13±9,18 ^{ooo}	281,83±12,19 ^{*ooo}	291,88±7,45 ^{***ooo}
	III	257,63±9,64	268,33±7,01 ^{oo}	265,50±10,34 ^{ooo}	301,54±9,59 ^{**ooo}
Концентрація спермій, млн/см ³	I	189,21±5,54	211,96±8,23	217,08±10,59	183,71±8,29
	II	218,33±7,04	198,75±6,76	189,83±9,03	222,38±8,59 ^{oo•••}
	III	227,58±4,12	209,29±3,73	223,17±9,89	176,17±7,37
Загальна кіль- кість спермій у еякуляті, млрд.	I	49,68±2,42	49,29±2,43	45,73±2,06	37,70±2,30
	II	52,58±1,63	56,09±1,60 ^o	52,90±2,67	64,78±2,93 ^{**ooo•}
	III	58,30±2,13	56,14±1,71 ^o	59,24±3,34 ^{oo}	53,49±3,00
Кількість живих спермій у еякуляті, млрд.	I	42,76±2,27	42,28±2,34	39,57±1,91	31,77±2,06
	II	44,16±1,48	47,97±1,36	46,41±2,68	55,72±2,99 ^{***ooo•}
	III	48,70±2,19	49,58±1,57	53,32±3,11 ^{ooo}	46,72±2,78
Рухливість спермій, %	I	85,83±1,44	85,42±1,32	86,67±2,15	84,58±1,56
	II	84,17±1,66	85,83±1,44	87,50±1,72	85,42±1,56
	III	83,33±1,74	88,33±0,96 [*]	90,00±1,18 ^{**}	87,08±1,10
Вживаність спермій, %	I	66,67±1,63	63,75±1,75	65,83±2,76	64,58±2,13
	II	70,00±1,87	65,83±1,76	69,17±2,49	70,00±2,04
	III	67,50±1,98	70,42±1,91	73,33±1,80 ^{*o}	74,17±1,66 ^{*oo}

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; ^o – $p < 0,05$; ^{oo} – $p < 0,01$; ^{ooo} – $p < 0,001$ – порівняно з I групою; • – $p < 0,05$; •• – $p < 0,01$; ••• – $p < 0,001$ – порівняно з III групою; n – кількість досліджуваних зразків.

У тварин, яким згодовували цитрат Міді в кількості 5% понад норму, по закінченні першого місяця досліду відмічалось збільшення кількості живих спермій у еякуляті на 8,6% відносно початку. На кінець основного періоду найвищий показник встановлений у кнурів-плідників, яким згодовували органічну форму Міді в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок, що порівняно з початковим періодом вище на 9,5%. Протягом усього експерименту у тварин, які отримували основний раціон, кількість живих гамет була меншою порівняно з дослідними групами (II і III), та становила на 13,5% і 17,3% (30 доба), 17,3% і 34,7% ($p < 0,001$) (45 доба) та 75,4% ($p < 0,001$) і 47,0% (заключний період) менше відповідно.

Встановлено позитивний вплив додавання комплексної добавки до основного раціону кнурів-плідників на рухливість спермій. Так, у тварин III групи, кількість спермій з прямолінійно-поступальним рухом по закінченні основного та завершального періодів була більшою на 8,0% ($p < 0,01$) та 4,5% відносно початку, що порівняно з I групою вище на 3,8% та 2,9% відповідно.

Важливим якісним показником якості спермопродукції є виживаність спермій. Встановлено, що у тварин дослідної групи виживаність гамет підвищувалась вже після 30 діб згодовування комплексу (Cu+ГТЛ). По завершенні основного і завершального періодів досліду цей показник у кнурів-плідників III групи становив на 8,6% ($p < 0,05$) і 9,9% ($p < 0,05$) більше порівняно із початком, що відносно контрольної групи вище відповідно на 11,4% ($p < 0,05$) і 14,8% ($p < 0,01$).

Згодовування дослідним тваринам органічної форми Міді окремо або в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок впливало на стан ПАГ у спермі (табл. 2). Встановлено, що активність СОД у спермі кнурів-плідників II та III груп знижувалась протягом усього дослідження та по завершенні основного і завершального періодів була меншою на 19,1% і 27,4% ($p < 0,05$) та 19,8% і 14,0% відносно початку. В цей час у тварин I групи спостерігалась тенденція до збільшення рівня СОД, що порівняно з II та III групами вище на 10,6% і 7,3% (30 доба), 17,0% і 22,7% (45 доба) та 12,4% і 2,5% (75 доба).

Рівень КТ у досліджуваних зразках сперми зменшувався у всіх групах тварин протягом експерименту. Найбільше зниження активності цього ензиму відмічалось на 45 добу дослідження та становило на 15,8% (I група), 24,6% (II група) та 19,5% (III група) менше відносно початку. Однак необхідно відмітити, що рівень КТ у спермі дослідних груп тварин протягом основного періоду дослідження був вищим на 12,8% і 30,4% (30 доба) та 19,8% і 13,8% (45 доба) порівняно з контрольною групою. Така ж тенденція спостерігалась і по завершенні досліду.

2. Інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників під впливом кормових добавок, M±t

Показники	Групи	Період експерименту			
		підготовчий, n=24	основний		завершальний, n=24
			30 доба, n=24	45 доба, n=12	
Супероксидисмутаза, у.о./мл	I	0,357±0,030	0,424±0,038	0,388±0,063	0,364±0,038
	II	0,398±0,081	0,379±0,035	0,322±0,061	0,319±0,039
	III	0,413±0,030	0,393±0,047	0,300±0,049*	0,355±0,033
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	I	16,22±1,59	14,07±1,74	13,65±2,29	15,24±1,62
	II	21,69±4,44	15,87±1,77	16,35±2,34	17,26±2,05
	III	19,28±2,15	18,35±1,86	15,53±2,15	20,49±2,76
Дієнові кон'юганти, мкмоль/л	I	1,98±0,19	1,77±0,22	1,65±0,25	1,89±,021
	II	2,29±0,47	1,89±0,18	1,83±0,31	2,04±0,20
	III	2,05±0,17	2,40±0,30	2,47±0,32	1,65±0,24
ТБК-активні сполуки до інкубування мкмоль/л	I	28,19±2,02	26,19±3,00	30,34±3,28	27,63±2,62
	II	31,87±6,52	32,65±2,63	29,22±2,73	24,39±1,87
	III	27,76±1,55	29,15±2,45	23,29±3,32	22,28±2,50
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	I	32,43±2,19	31,37±3,55	35,39±4,11	33,65±3,05
	II	34,64±7,08	36,63±3,05	31,69±3,24	27,89±2,07
	III	33,74±2,11	35,69±2,99	29,85±2,93	30,39±3,15

Примітки: * – $p < 0,05$; – порівняно з підготовчим періодом, n – кількість досліджуваних зразків.

У спермі кнурів-плідників, що отримували цитрат Міді в поєднанні з ГТЛ, вже після 30 доби згодовування відмічалось підвищення процесів пероксидації. Про це свідчить збільшення первинних продуктів пероксидного окиснення в секреті тварин III групи на 17,1 % (30 доба) та 20,5 % (45 доба). Концентрація дієнових кон'югантів у відібраних зразках від тварин, що отримували добавку Міді (5 %), зменшувалась протягом усього періоду експерименту: на 17,5 % (30 доба), 20,1 % (45 доба) та 10,9 % (75 доба).

Після завершення згодовування кормових добавок кнурам-плідникам дослідних груп (45 доба) у відібраних досліджуваних зразках відмічалось зниження ТБК-активних сполук на 8,3 % (II група) та 16,1 % (III група), що порівняно з I групою лише на 3,7 % та 23,2 % відповідно. По закінченні експерименту у тварин II та III груп рівень ТБК-активних сполук був меншим відносно I групи на 11,7 % та 19,4 % відповідно. Після інкубування зразків сперми у прооксидантному буфері рівень даних метаболітів найбільше зростає у тварин III групи: на 22,4 % (30 доба), 28,2 % (45 доба) та 36,4 % (завершальний період), тоді як у кнурів-плідників II групи лише на 12,2 % (30 доба), 8,5 % (45 доба), та 14,4 % (завершальний період).

Отримані результати досліджень свідчать про вплив цитрату Міді на функціональну активність спермій та формування ПАГ у спермі кнурів-плідників, що насамперед проявляється у збільшенні кількості живих спермій в еякуляті. Ймовірно, це обумовлено тим, що рівень міді у спермальній плазмі вважається важливим фактором в утворенні циклічного аденозинмонофосфату (ц-АМФ) у внутрішньому середовищі спермій, а також активізує їхню рухливість. При цьому доведено, що підвищена концентрація цього мікроелементу пригнічує активацію ц-АМФ [14].

У спермі кнурів-плідників, яким додатково згодовували Мідь у невеликій кількості (5 %), зміни стану ПАГ відмічались незначним зниженням вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук, що свідчить про гальмування процесу ПОЛ [6, 8]. Однак при включенні до раціону комплексу цитрату Міді з ГТЛ відбувається прискорення процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників, що проявляється у підвищенні вмісту метаболітів – дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук, а також покращенні функціональної активності спермій. Позитивний ефект від додаткового згодовування ГТЛ кнурам-плідникам також проявляється у збільшенні ваги еякуляту, концентрації і рухливості спермій, а також їх виживаності [11].

Отже, використання чіткої нормованої годівлі кнурів-плідників із використанням цитрату Міді в комплексі із ГТЛ є запорукою для нормального перебігу сперматогенезу, а отже, і одним із факторів впливу на їх фертильність.

Висновки

1. Встановлено, що введення до раціону цитрату Міді на кінець завершального періоду сприяє вірогідному збільшенню маси еякуляту ($p < 0,001$), загальної кількості спермій ($p < 0,01$) та кількості живих спермій ($p < 0,001$), що відносно контролю вище на 42,9 % ($p < 0,001$), 71,8 % ($p < 0,001$) та 75,4 % ($p < 0,001$) відповідно.

2. Додаткове згодовування цитрату Міді (5 %) в поєднанні з ГТЛ на 45 добу споживання вірогідно підвищує масу еякуляту на 24,9 % ($p < 0,001$), загальну кількість спермій на 29,5 % ($p < 0,01$), їхніх живих форм на 34,7% ($p < 0,001$) та виживаність на 11,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем.

3. Включення цитрату Міді до раціону кнурів-плідників супроводжується зменшенням вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук у спермі відповідно на 20,1 % та 8,3 % з одночасним зниженням активності СОД на 19,1 % та КТ на 24,6 %, що вказує про сповільнення процесів пероксидації.

4. Споживання комплексної добавки (цитрат Міді+ГТЛ) кнурами-плідниками (III група) інтенсифікує процеси пероксидації у спермі – збільшує концентрацію дієнових кон'югантів на 17,1 % (30 доба) і 20,5 % (45 доба) та підвищує вміст ТБК-активних сполук у прооксидантному буфері, що супроводжується зниженням активності СОД ($p < 0,05$) та КТ. Такі зміни відбуваються на тлі максимального рівня рухливості та виживаності спермій.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні дії комплексу цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на фізіологічні процеси у ремонтних свинок та свиноматок, для покращення їхньої відтворної здатності.

References

1. Hrechka, H. M. (2010). Vyrobnystvo ta biolohichna tsinnist lychnkovoho produktu bdzhilnystva. *Naukovij Visnik Lvivskogo Nacionalnogo Universitetu Veterinarnoi Medicini ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhickogo*, 12 (2 (44)), 35–41. [In Ukrainian].
2. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
3. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazy. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19. [In Russian].
4. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsiia iz shtuchnoho osimeninnia svynei*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
5. Podufalij, V. V., Cherkashina, I. V., & Kuchkov, I. N. (2008). Processy perekisnogo okisleniya lipidov v aktivno-podvizhnoj frakcii spermiev cheloveka, vydelennoj do i posle kriokonservirovaniya. *Problemy Kriobiologii*, 4 (18), 520–523. [In Ukrainian].
6. Rokotyanska, V. O. (2020). Osoblivosti prooksidantno-antioksidantnogo gomeostazu u spermi knuriv-plidnikov za korektsiyi vitaminno-mineralnogo zhivlennya. *Candidate's thesis*. Lvivskij nacionalnij universitet veterinarnoi medicini ta biotehnologiyi imeni S. Z. Gzhickogo. Lviv [In Ukrainian].
7. Rybalka, V. P. (Ed.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
8. Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskij, V. G., Birta, G. O., Kuzmenko, L. M., & Slinko, V. G. (2020). Prooksidantno-antioksidantnij gomeostaz v inkubovaniy spermi knuriv-plidnikov pri zgodovuvanni laktativ mikroelementiv. *Naukovi Dopovidi Nacionalnogo Universitetu Bioresursiv I Prirodokoristuvannya Ukraini*, 2 (84), 14. [In Ukrainian].
9. Cehmistrenko, S. I., & Koberska, V. A. (2013). Vpliv umistu malonovogo dialdegidu ta rivnya aktivnosti fermentiv antioksidantnogo zahistu v eyakulyatah bugayiv na yakist spermi. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produktsiyi Tvarinnictva*, 10 (105), 5–8. [In Ukrainian].
10. Shabunin, S. V. (2010). *Metodicheskie polozeniya po izucheniyu processov svobodnoradikalnogo okisleniya v sisteme antioksidantnoj zashity organizma*. Voronezh [In Russian].
11. Shostya, A. M., Yemec, Ya. M., Moroz, O. G., Stupar, I. I., Pavlova, I. V., & Maslak, M. M. (2019). Vpliv gomogenatu trutnevih lichinok na yakist spermoprodukcii u knuriv-plidnikov. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi akademiyi*, 2, 113–118. doi: 10.31210/visnyk2019.02.14 [In Ukrainian].
12. Bolatovna, K. S., Rustenov, A., Eleuqalieva, N., Omirzak, T., & Akhanov, U. K. (2015). Improving Reproductive Qualities of Pigs Using the Drone Brood Homogenate. *Biology and Medicine*, 7, 1–3.
13. Charmaine, D. E., & Hans, H. S. (2021). Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 1–12. doi: 10.1186/s40104-020-00533-3

14. Debarun, R., Souvik, D., Gopal, C M., & Debdas, B. (2014). Copper: a biphasic regulator of caprine sperm forward progression. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, 60 (1), 52–57. doi: 10.3109/19396368.2013.848243
15. Martins, V. E. D., Pinto, S. C. C., Chaves, R. M., Barros Filho, A. K. D., Laskoski, L. M., & Souza, F. A. (2020). Antioxidant effect on viability of boar semen cooled to 15°C. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 72 (1), 145–152. doi: 10.1590/1678-4162-11294
16. Ogorek, M., Gasior, L., Pierzchala, O., Daszkiewicz, R., & Lenartowicz, M. (2017). Role of copper in the process of spermatogenesis. *Postepy Hig Med Dosw*, 71, 662–680. doi: 10.5604/01.3001.0010.3846
17. Parrilla, I., Martinez, E. A., Gil, M. A., Cuello, C., Roca J., Rodriguez-Martinez H., & Martinez, C. A. (2020). *Animal Reproduction*, 17 (3), 1–20. doi: 10.1590/1984-3143-ar2020-0022
18. Silici, S. (2019) Chemical content and bioactive properties of drone larvae (Apilarnil). *Mellifera*, 19 (2), 14–22.
19. Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2015). Selenium in pig nutrition and reproduction: boars and semen quality – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28 (5), 730–746. doi: 10.5713/ajas.14.0593
20. Tvrdá, E., Peer, R., Sikka, S. C., & Agarwal, A. (2015). Iron and copper in male reproduction: a double-edged sword. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 32 (1), 3–16. doi: 10.1007/s10815-014-0344-7
21. Vongpralub, T., Thananurak, P., Sstikasamkit, C., & Chuawongboon, P. (2016). Comparison of effects of different antioxidants supplemented to long-term extender on boar semen quality following storage at 17 °C. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 46 (1), 119–126.

Стаття надійшла до редакції: 12.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування

Шостя А. М., Сябро А. С., Ковальчук І. І., Краснощок О. О., Чухліб Є. В., Березницький В. І. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників під час вживання різних кормових добавок. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 181–187.

© Шостя Анатолій Михайлович, Сябро Альона Сергіївна, Ковальчук Ірина Іванівна,
Краснощок Олександр Олександрович, Чухліб Євгеній Володимирович,
Березницький Віктор Іванович, 2021