

## ВПЛИВ ЦИНКУ НА ЯКІСТЬ СПЕРМОПРОДУКЦІЇ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ЗА ДІЇ ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ

Сарнавська Ірина Вікторівна

аспірант

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0001-9055-4936

irynasarnavskaia@gmail.com

У підвищенні репродуктивної здатності кнурів-плідників і свиноматок провідна роль належить цинку, який забезпечує нормальний рівень системи антиоксидантного захисту і процесів їх росту та розвитку. Даний мікроелемент у формі хелатів є більш доступним для організму ніж із неорганічних сполук, що потребує подальших досліджень в напрямку нормованої годівлі свиней. Метою дослідження було з'ясувати особливості впливу цинку на якість спермопродукції кнурів-плідників та процеси пероксидації у кнурів-плідників в період теплового стресу. Для досліджу було відібрано 15 кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 5 голів у кожній: I (контрольна) та D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> (дослідні). Годівлю кнурів-плідників проводили згідно кормових норм. Раціон тварин I(K) групи залишався без змін, групи D<sub>1</sub> та D<sub>2</sub> були з добавкою цинку на 5 та 10% відповідно вище за норму.

Дія теплового стресу у кнурів-плідників погіршує якості спермопродукції – зменшується об'єм еякуляту ( $P<0,001$ ), концентрація спермійів ( $P<0,05$ ), кількість живих спермійів в еякуляті ( $P<0,001$ ). Додавання до раціону кнурів-плідників цинку формі хелату на 5% більше норми підвищує об'єм еякуляту: на 45-ту добу на 16,5% ( $P<0,001$ ) та 60-ту добу – 21,4% ( $P<0,001$ ).

Споживання кнурами-плідниками максимальної дози цинку у формі хелату знижує показники якості спермопродукції: концентрацію спермійів ( $P<0,001$ ), кількість спермійів ( $P<0,05$ ), кількість живих спермійів в еякуляті ( $P<0,001$ ) в період дії теплового стресу. Такі зміни відбуваються на фоні прискорення процесів пероксидного окиснення ліпідів у крові кнурів-плідників, особливо у тих, які отримували максимальну дозу, що проявляється у збільшенні концентрації дієнових кон'югатів та ТБК-активних комплексів.

Особливістю динаміки активності цинкумісного ензиму – супероксиддисмутази у крові кнурів-плідників в період дії теплового стресу було зниження на 30,2% ( $P<0,001$ ) у тварин, які споживали 5% хелату цинку протягом 45-ти діб, а за умови вживання 10% цього мікроелементу її рівень зростав на 21,4% ( $P<0,01$ ). Необхідно відзначити, що у тварин, які вживали максимальну дозу (10%) мікроелементу активність даного ензиму вірогідно зростала по закінченню основного та заключного періодів. При цьому рівень СОД у тварин дослідних груп на 60-ту добу основного періоду був вищим на 13,2% (D<sub>1</sub>) та на 31,6% ( $P<0,001$ ) (D<sub>2</sub>) відносно інтактної групи.

**Ключові слова:** кнури-плідники, сперма, спермії, хелат цинку, прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.13>

**Вступ.** У забезпеченні репродуктивної здатності кнурів-плідників провідна роль належить цинку, який також забезпечує нормальний рівень системи антиоксидантного захисту і процесів їх росту (Zigo M. et al., 2020). До організму тварин цинк потрапляє у вигляді мінеральних (сульфат, оксид цинку) і органічних сполук (цинк-метіонін, цинк-протеїн і цинк-лізин) (Sloup V. et al., 2017).

Цинк є лімітуючим мікроелементом у забезпеченні нормального розвитку, рухливості і виживаності спермійів (Allouche-Fitoussi D. et al., 2020). Дефіцит цього мікроелементу порушує процеси сперматогенезу, викликає атрофію сім'яних каналців, внаслідок зниження рівня системи антиоксидантного захисту, що проявляється у зниженні властивості дисмутувати супероксид-аніон до пероксиду гідрогену (Marini P. et al., 2023).

Нестача в організмі цинку супроводжується порушенням цілісності клітинної мембрани, структури шкіри, втратою ваги, затримкою росту, невропатією, змінами інтенсивності клітинного дихання, експресією ДНК і РНК. Даний мікроелемент відіграє провідну роль у функціонуванні металоферментів, лактатдегідрогенази, карбокси-пептидази та ДНК і РНК-полімерази (Mousavi Esfiohki S. H. et al., 2023; Реїа S. et al., 2018).

При збалансованому раціоні передозування цинком малоімовірно (Bueno Dalto D. et al., 2023). У випадках, коли харчові добавки збагачені цинком надходять у великих дозах, може порушуватися метаболізм інших металів, особливо міді. Надлишок у раціоні цього мікроелементу засвоюється в кишечнику за рахунок іонів інших металів – заліза, міді, кобальту і хрому (Sloup V. et al., 2017).

Встановлено, що додаткове споживання цинку кнурами-плідниками супроводжується збільшенням об'єму еякуляту, концентрації, життєздатності спермійів та цілісності їх акросом (Kaewma S. et al., 2011). Це дає можливість знизити кількість цитоплазматичних крапель і стабілізувати плазматичну мембрану у спермійів (Keller A. et al., 2023).

В результаті досліджень Horký P (Horký P et al., 2015) виявлено, що мінеральні речовини у формі хелатів покращують відтворну здатність свиноматок та якість сперми кнурів-плідників, за рахунок підвищення їх доступності до організму. При цьому подальше використання неорганічних солей мікроелементів для балансування раціонів сільськогосподарських тварин сприяє збрудненню навколишнього середовища. Згодуювання

цинку у формі хелатів позитивно впливає на фертильність тварин. Доведено, що даний мікроелемент бере участь у розвитку клітин Лейдига, стимулює секрецію лютеїнізуючого та тестикулярних гормонів (Zigo M. et al., 2022).

Викладені вище матеріали досліджень багатьох вчених свідчать про важливий вплив цинку на відтворну здатність тварин через провідну роль його у забезпеченні системи антиоксидантного захисту, тому представляється актуальним завданням по з'ясуванню ролі цього мікроелементу біологічної повноцінності еякулятів у кнурів-плідників.

**Метою** дослідження було з'ясувати особливості впливу цинку на якість спермопродукції та перебіг процесів пероксидації у крові кнурів-плідників у період теплового стресу. Для досягнення поставленої мети виконувались такі **завдання**:

- досліджено кількісні і якісні показники спермопродукції кнурів-плідників за згодовування різних доз цинку;
- визначено інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників за згодовування різних доз цинку.

**Матеріали і методи досліджень.** Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для досліду було відібрано 15 кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 5 голів у кожній: І (контрольна) та Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub> (дослідні). Годівлю кнурів-плідників проводили згідно кормових норм. Раціон тварин І(К) групи залишався без змін, групи Д<sub>1</sub> та Д<sub>2</sub> були з добавкою хелату цинку на 5 та 10% відповідно вище від норми.

Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування цинку) та заключний – 30 діб. Якість спермопродукції контролювали за стандартними показниками: маса еякуляту, концентрація спермій, рухливість та переживаємість спермій (Мельник Ю.Ф., 2003).

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у спермі кнурів-плідників визначали за концентраціями дієнових кон'югатів-спектрофотометрично і ТБК-активних комплексів (альдегіди та кетони) – фотоелектроколориметрично (Кайдашев І.П., 1996). Стан системи антиоксидантного захисту оцінювали за активністю супероксиддисмутази та каталази (Влізло В.В., 2012), аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот.

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним після  $p < 0,05$ .

**Результати досліджень.** Дані експерименту вказують про те, за дії теплового стресу у кнурів-плідників відбувається погіршення якості спермопродукції, зокрема вже по закінченню 60-ї доби вірогідно зменшується об'єм еякуляту ( $P < 0,001$ ), концентрації спермій ( $P < 0,05$ ), кількість живих спермій ( $P < 0,001$ ). Ефект післядії негативного фактору тривав щонайменше місяць

(табл. 1). Встановлено, що згодовування максимальної дози цинку сприяло зменшенню об'єму еякуляту у другій дослідній групі на 10,5% (45-та доба), на 19,5% (60-та доба) та на 13,4% (заключний період), тоді як у тварин першої дослідної групи цей показник суттєво не змінювався. Порівняльний аналіз показників спермопродукції свідчить про те, що у дослідних груп відносно контролю об'єм еякуляту переважав: на 45-ту добу у Д<sub>1</sub> на 16,5% ( $P < 0,001$ ) та Д<sub>2</sub> – 6,70%, 60-ту добу – 21,4% ( $P < 0,001$ ) та 8,9%, заключний період – 16,2% ( $P < 0,05$ ) та 7,5% ( $P < 0,05$ ) відповідно.

Впродовж дії негативного фактору спостерігалось зниження рухливості спермій у тварин інтактною групи. Однак, за період згодовування цинку виявлено підвищення рухливості спермій у першій дослідній групі на 45-й добу експерименту на 6,02%, на 60-й – на 8,43%. У Д<sub>2</sub> відбулось зниження даного показника на 45-ту та 60-ту добу на 3,53% та на 5,88% відповідно. Порівняно з контрольною групою показник рухливості був меншим на 45-ту добу досліду Д<sub>1</sub> – 6,38%, Д<sub>2</sub> – 12,77% ( $P < 0,01$ ).

Показник насиченості сперми на 45-ту добу в Д<sub>1</sub> зростав на 13,04% ( $P < 0,001$ ), а в Д<sub>2</sub> зменшувався на 16,6% ( $P < 0,05$ ). Виявлено негативний вплив цинку, залежно від згодовуваної дози. Так, споживання мінімальної кількості даного мікроелементу сприяло зниженню концентрації спермій на 13,04% ( $P < 0,001$ ) в Д<sub>1</sub> та на 26,1% в Д<sub>2</sub> на 45-ту добу відносно контрольної групи.

У тварин, що знаходились під дією теплового стресу протягом 2-х місяців спостерігалось вірогідне зменшення кількості спермій в еякуляті, дана динаміка була відмічена і до закінчення заключного періоду. У кнурів першої дослідної групи в усі періоди досліду даний показник був вищим: 45-та доба – 16,71% ( $P < 0,001$ ), 60-та – 6,98%, заключний період – 6,17% відносно початку експерименту. Встановлено, що даний показник у тварин другої дослідної групи істотно знижувався на 32,94% ( $P < 0,001$ ) по закінченню основного та на 13,39% ( $P < 0,001$ ) заключного періодів.

Згодовування різних доз цинку кнурам-плідникам не однаково впливало на кількість спермій в еякуляті. Так, за максимальної дози вживання цього мікроелементу спостерігалось зменшення даного показника ( $P < 0,05$ ), а за мінімальної збільшення ( $P < 0,001$ ). Дана тенденція зберігалась до завершення заключного періоду.

За дії теплового фактору у тварин контрольної групи протягом 45-ти діб відбувалось збільшення кількості живих спермій в еякуляті, однак вже до 60-ї доби та протягом заключного періоду спостерігалось істотне зниження даного показника на 25,6% ( $P < 0,001$ ) та на 21,6% ( $P < 0,001$ ) відповідно.

Впродовж експерименту кількість живих спермій зростала у першій дослідній групі протягом всього досліду: на 45-ту добу – 23,72% ( $P < 0,001$ ), 60-ту – 16,00% ( $P < 0,01$ ) та заключний період – 16,40% ( $P < 0,01$ ), а знижувалась у Д<sub>2</sub> на: 5,64%, 36,88% ( $P < 0,001$ ) та 12,35% ( $P < 0,01$ ) відповідно.

Порівняно із кнурами контрольної групи кількість живих спермій в еякуляті була меншою на 45-ту добу досліду: Д<sub>1</sub> – 5,11%, Д<sub>2</sub> – 20,42% ( $P < 0,001$ ), а також на

Якість спермопродукції у кнурів-плідників при згодовуванні цинку,  $M \pm m$ ,  $n=18$ 

Групи	Періоди експерименту			
	Підготовчий	Основний період		Заключний період
		45-та доба	60-та доба	
Об'єм еякуляту, мл				
I(K)	219,60±5,13	210,00±6,90	184,80±6,42 ***	201,60±6,11 *
D <sub>1</sub>	233,06±5,27	244,80±5,62 □□□	224,40±4,09 □□□	234,42±5,43 □
D <sub>2</sub>	250,30±6,18	224,08±4,14 **	201,38±6,01 ***	216,76±4,63 *** □
Рухливість, %				
I(K)	90±2,62	94±2,35	88±3,01	85±3,50
D <sub>1</sub>	83±2,97	88±2,77	90±3,16	91±2,85 *
D <sub>2</sub>	85±2,67	82±3,15 □□	80±3,71	86±3,22
Переживаємість, %				
I(K)	73,6±1,62	71,3±1,80	72,0±1,84	73,7±2,28
D <sub>1</sub>	68,4±1,33	70,7±1,44	77,3±1,89 *** □	79,6±1,94 *** □
D <sub>2</sub>	70,9±1,77	75±1,61	74,6±2,20	77,0±2,08 *
Концентрація спермійів в еякуляті, млрд/мл				
I(K)	0,21±0,005	0,23±0,006 *	0,19±0,009 *	0,19±0,010 *
D <sub>1</sub>	0,18±0,009	0,20±0,005 * □□□	0,20±0,007	0,19±0,009
D <sub>2</sub>	0,18±0,011	0,17±0,008 □□□	0,15±0,006 * □□□	0,18±0,011
Кількість спермійів в еякуляті, млрд				
I(K)	46,12±0,71	48,30±1,37	35,11±0,99 ***	38,30±1,10 ***
D <sub>1</sub>	41,95±1,14	48,96±1,32 ***	44,88±1,00 □□□	44,54±1,05 □□□
D <sub>2</sub>	45,05±0,91	44,06±0,79 □	30,21±1,68 *** □	39,02±1,21 ***
Кількість живих спермійів в еякуляті, млрд				
I(K)	41,51±1,08	45,40±1,17 *	30,90±1,16 ***	32,55±1,17 ***
D <sub>1</sub>	34,82±1,25	43,08±0,83 ***	40,39±1,24 ** □□□	40,53±1,26 ** □□□
D <sub>2</sub>	38,29±1,24	36,13±1,43 □□□	24,17±1,40 *** □□□	33,56±1,14 **

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

60-ту добу даний показник був меншим в другій дослідній групі на 21,78% ( $P < 0,001$ ), але збільшився в першій на 30,71% ( $P < 0,001$ ). Позитивний ефект від вживання тваринами цинку спостерігався в заключному періоді в обох групах: 24,52% ( $P < 0,001$ ) та 3,10% відповідно.

У тварин, які споживали додатково цинк рівень терморезистентності спермійів збільшувався в обох досліджуваних групах: D<sub>1</sub> - 3,3% (45-та доба), 13,0% ( $P < 0,001$ ) (60-та доба), 16,37% ( $P < 0,001$ ) (заключний період) та D<sub>2</sub> - 5,78%, 5,22%, 8,60% ( $P < 0,05$ ) відповідно. Показник терморезистентності був вищим на 60-ту добу досліду: D<sub>1</sub> - 7,36% ( $P < 0,05$ ), D<sub>2</sub> - 3,61% та в заключному періоді: D<sub>1</sub> - 8,00% ( $P < 0,05$ ), D<sub>2</sub> - 4,48% відносно контрольної групи.

Встановлено, що за дії теплового фактору у крові кнурів-плідників інтенсивність процесів перексидного окиснення зростає, що підтверджується збільшенням вмісту дієнових кон'югатів по завершенню основного періоду у тварин контрольної групи на 33,2%, D<sub>1</sub> - 28,9%, D<sub>2</sub> - 35,5% (табл.2). Встановлено переважання кількості дієнових кон'югатів на 45-ту добу експерименту D<sub>1</sub> - 4,13% та D<sub>2</sub> - 21,56%, на 60-й добі: D<sub>1</sub> - 14,34%, D<sub>2</sub> - 9,43%, заключний період: D<sub>1</sub> - 12,16%, D<sub>2</sub> - 18,02% відносно контрольної групи.

Встановлено, що за дії теплового фактору у тварин дослідних груп впродовж 45-ти діб кількість ТБК-актив-

них комплексів знижувалась в першій на 21,1%, другій - 14,1%. При цьому після інкубування зразків крові у про-оксидантному буфері рівень приросту ТБК-активних комплексів був найбільш істотним у тварин контрольної групи, складаючи 34,9% (45-та доба), 25,6% (60-та доба), 28,9% (заключний період). Однак, у тварин, яким згодовували додатково цинк рівень ТБК-активних комплексів після інкубування зразків цієї тканини суттєво не зростали.

Встановлено, що активність супероксиддисмутази знижувалась на 30,2% ( $P < 0,001$ ) (табл.3) у тварин, які споживали 5% хелату цинку протягом 45-ти діб, а за умови вживання 10% цього мікроелементу її рівень зростав на 21,4% ( $P < 0,01$ ). Необхідно відзначити, що у тварин, які вживали максимальну дозу мікроелементу активність даного ензиму вірогідно зростала по закінченню основного та заключного періодів. При цьому рівень СОД у тварин дослідних груп на 60-ту добу основного періоду був вищим відносно 13,2% (D<sub>1</sub>) та 31,6% ( $P < 0,001$ ) (D<sub>2</sub>).

Динаміка активності каталази у крові кнурів-плідників визначалася кількістю додатково згодовуваного цинку. У тварин першої дослідної групи рівень даного ензиму знижувався на 45-ту добу - 6,8% ( $P < 0,01$ ) та 60-ту добу основного періоду - 9,93% ( $P < 0,001$ ), а у тварин другої дослідної групи збільшувався відповідно на - 6,44%

**Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у крові кнурів-плідників великої білої породи в літній період,  $M \pm m$ ,  $n=18$**

Показники	Групи	Періоди експерименту			
		Підготовчий	Основний період		Заключний
			45-та доба	60-та доба	
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	I(K)	1,99±0,23	2,18±0,28	2,65±0,38	2,22±0,35
	D <sub>1</sub>	2,35±0,32	2,27±0,30	3,03±0,23	2,49±0,37
	D <sub>2</sub>	2,14±0,25	2,65±0,42	2,90±0,44	2,62±0,40
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	I(K)	20,83±2,19	18,03±2,14	20,73±2,16	18,7±2,11
	D <sub>1</sub>	23,85±2,74	18,83±2,21	21,23±2,44	19,8±2,29
	D <sub>2</sub>	24,24±2,93	20,83±2,41	22,04±2,52	21,3±2,49
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	I(K)	22,84±2,31	24,33±2,12	26,04±2,61	24,1±2,18
	D <sub>1</sub>	26,05±2,53	20,1±1,99	22,84±2,04	20,16±1,88
	D <sub>2</sub>	27,25±2,82	21,23±2,08	24,44±2,71	23,7±2,59

Таблиця 3

**Система антиоксидантного захисту у крові кнурів-плідників великої білої породи в літній період,  $M \pm m$ ,  $n=18$**

Показники	Групи	Періоди експерименту			
		Підготовчий	Основний період		Заключний
			45-та доба	60-та доба	
Супероксид-дисмутаза, уо/мл	I(K)	0,36±0,021	0,31±0,010	0,38±0,025	0,35±0,023
	D <sub>1</sub>	0,43±0,026	0,30±0,015***	0,43±0,019	0,36±0,027
	D <sub>2</sub>	0,28±0,012	0,34±0,018 **	0,50±0,020*** □□□	0,4±0,026 ***
Каталаза, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , хв/л	I(K)	114,24±1,98	111,55±1,96	123,21±2,12	117,52±2,04
	D <sub>1</sub>	140,5±2,26	130,98±2,19 ** □□□	126,54±2,16 ***	123,18±2,11 ***
	D <sub>2</sub>	131,40±2,21	139,86±2,28 * □□□	155,40±2,31 *** □□□	128,9±2,15 □□□
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	I(K)	0,316±0,016	0,280±0,012	0,350±0,020	0,305±0,018
	D <sub>1</sub>	0,364±0,015	0,285±0,014 ***	0,275±0,011 *** □□	0,290±0,013 ***
	D <sub>2</sub>	0,330±0,017	0,392±0,019 * □□□	0,424±0,020 *** □	0,371±0,018 □
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	I(K)	23,00±1,20	22,50±1,69	21,30±1,87	22,80±1,74
	D <sub>1</sub>	24,40±1,76	21,20±1,83	19,30±1,67 *	26,18±2,10
	D <sub>2</sub>	21,16±1,80	24,50±1,91	25,40±2,01	22,31±1,68
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	I(K)	24,65±2,21	22,20±1,41	23,00±1,47	25,60±1,75
	D <sub>1</sub>	27,10±2,04	25,60±1,86	23,60±1,51	29,30±2,17
	D <sub>2</sub>	24,50±1,91	20,20±1,48	19,30±1,33 *	20,50±1,53 □

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

( $P < 0,05$ ) та 18,26% ( $P < 0,001$ ). При цьому, встановлено у тварин другої дослідної групи вірогідне переважання активності даного ензиму ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольною.

Вміст відновленого глутатіону протягом експерименту зменшувався у тварин першої групи на 45-ту добу – 21,70% ( $P < 0,001$ ), 60-ту – 24,45% ( $P < 0,001$ ), заключний період – 20,33% ( $P < 0,001$ ), тоді як у тварин другої групи даний показник відповідно зростав на 18,79% ( $P < 0,05$ ), 28,41% ( $P < 0,001$ ), 12,42%. Кнури-плідники, які споживали 10% цинку понад норму характеризувались вищим вмістом відновленого глутатіону на 45-ту добу на 40% ( $P < 0,001$ ), 60-та доба на 21,1% ( $P < 0,05$ ) та заключний період на 21,6% ( $P < 0,05$ ).

Вплив величини дози згодовуваного мікроелементу також проявлявся у вмісті аскорбінових кислот. Так, вживання кнуром 5% понад норму даного мікроелемента супроводжувалось зниженням кількості відновленої форми аскорбінової кислоти на 45-ту добу на 5,78%, на 60-ту 9,4%. В той час, як при вживанні додатково 10% понад норму даного мікроелементу сприяло збільшенню концентрації даної кислоти на 8,9% на 45-ту добу та 19,3% 60-ту добу експерименту. При цьому встановлено, що вміст ДАК в першій дослідній групі був вищим, а другій дослідній групі нижчим порівняно з контрольною групою.

**Обговорення.** Отримані результати досліджень вказують про позитивний вплив додаткового згодовування

цинку на формування відтворної здатності кнурів. Це перш за все досягається за рахунок підвищення повноцінності їх еякулятів за рахунок збільшення об'єму сперми і кількості спермійв (Kaewma S. et al., 2021).

Покращення показників спермопродукції, очевидно обумовлюється оптимізацією перебігу метаболічних процесів, зокрема пероксидних. Це проявляється в особливостях формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу, іонам цинку належить провідне значення, за рахунок включення цього мікроелементу до структури ензиму – супероксиддисмутази. Про позитивний вплив мікроелементів у складі кормових добавок відмічають Усенко С.О. та ін. (Усенко, С. О. та ін., 2019).

Найбільш перспективним у подоланні негативного впливу теплового стресу на кнурів-плідників є включення Цинку до комплексних вітамінно – мінеральних добавок, що включають селен-метіонін, цинк-метіонін, вітаміни С (аскорбінової кислоти) і Е (альфа-токоферол), що відкриває можливість до нівелювання дії даного фактору, особливо за рахунок зменшення кількості аномальних спермійв (Рокотянська В.О., 2020; Horký P. et al., 2016). Отримані дані в результаті проведеного експерименту щодо окремого згодовування цинку свідчать про оптимізацію стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу організму цих тварин під час тривалого перебування в умовах підвищеної температури. Однак, необхідно враховувати, що дефіцит цинку в організмі часто може виникати за одночасної дії декількох факторів розбалансування раціону за кальцієм, що проявляється у зменшенні секреторної функції клітини Лейдіга

та порушенням цілісності епітелію в сім'яних каналцях, а отже зниження повноцінності еякулятів. (Alvarez-Rodriguez M. et al., 2020).

Встановлено безпосередньо негативний вплив окремо Міді так і в комплексі із Zn, Se і Fe де їх рівень переважав на 20% на рухливість і виживаність спермійв, що вказує на їх безпосередній вплив на якість спермо доз та необхідність ретельного контролю в раціоні кнурів (Сябро А.С., 2023).

**Висновки.** Дія теплового стресу у кнурів-плідників погіршує якості спермопродукції – зменшується об'єм еякуляту ( $P<0,001$ ), концентрація спермійв ( $P<0,05$ ), кількість живих спермійв в еякуляті ( $P<0,001$ ). Додавання до раціону кнурів-плідників цинку формі хелату на 5% більше норми підвищує об'єм еякуляту: на 45-ту добу на 16,5% ( $P<0,001$ ) та 60-ту добу – 21,4% ( $P<0,001$ ).

Споживання кнурами-плідниками максимальної дози цинку у формі хелату знижує показники якості спермопродукції: концентрацію спермійв ( $P<0,001$ ), кількість спермійв ( $P<0,05$ ), кількість живих спермійв в еякуляті ( $P<0,001$ ) в період дії теплового стресу. Такі зміни відбуваються на фоні прискорення процесів пероксидного окиснення ліпідів у крові кнурів-плідників, особливо у тих, які отримували максимальну дозу, що проявляється у збільшенні концентрації дієнових кон'югатів та ТБК-активних комплексів.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні особливостей впливу хелату цинку на рухливість та виживаність спермійв при додаванні безпосередньо в спермодози.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Allouche-Fitoussi D., Breitbart H. (2020). The Role of Zinc in Male Fertility. *International journal of molecular sciences*. 21(20), 77-96. doi: 10.3390/ijms21207796.
2. Alvarez-Rodriguez M., Martinez C., Wright D., Barranco I., Roca J., Rodriguez-Martinez H. (2020). The transcriptome of pig spermatozoa, and its role in fertility. *International journal of molecular sciences*. 21(5), 1572; <https://doi.org/10.3390/ijms21051572>
3. Bueno Dalto D., Audet I., Roy C, Kétilim Novais A., Deschêne K., Goulet K, Matte J., Lapointe J. (2023). Effects of dietary zinc oxide levels on the metabolism of zinc and copper in weaned pigs. *Journal of Animal Science*. Volume 101. <https://doi.org/10.1093/jas/skad055>
4. Horký P., Skladanka J., Nevřkla P., Sláma P. (2015). Effect of diet supplemented with antioxidants (Selenium, Copper, Vitamins e and C) on antioxidant status and ejaculate quality of breeding boars. *Annals of Animal Science*. 16(2). DOI: <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0085>
5. Horký P., Zeman L., Skladanka J., Nevřkla P., Sláma P. (2016). Effect of selenium, zinc, vitamin C and E on boar ejaculate quality at heat stress. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 64(4), 1167-1172. DOI: 10.11118/actaun201664041167
6. Kaewma S., Horký P., Jančíková P., Zeman L. (2011). The influence of the organic and inorganic form of zinc on volume ejaculate, sperm – concentration and percentage of pathologic sperms. *Research in pig breeding*. 5(1), 22-27.
7. Kaewma S., Suphappornchai S., Suwimonteerabutr J., Am-In N., Techakumphu M. (2021). Zinc supplementation improves semen quality in boars. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*. 51(3), Article 10. DOI: <https://doi.org/10.56808/2985-1130.3144>
8. Kaidashev I.P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno-klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. [Guide to experimental clinical research in biology and medicine] Poltava. PDMA. 1996. 160 (in Ukrainian)
9. Keller A., Kerns K. (2023). Sperm capacitation as a predictor of boar fertility. *Molecular reproduction and development*. 90(7), 594-600. <https://doi.org/10.1002/mrd.23690>
10. Mahan D., Zawadzki J., Guerrero R. (2006). Mineral metabolism and boar fertility: observations from Latin America to Europe. *Mineral metabolism and boar fertility*. 411-418.
11. Marini P., Fernández Beato L., Cane F., Manuel Teijeiro J. (2023). Effect of zinc on boar sperm liquid storage. *Frontiers in Veterinary Science*. 10 DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1107929>

12. Melnyk Yu.F. (2003). Instruktsiia zi shtuchnoho osimeninnia sviney. [Instructions for artificial insemination of pigs] Ahrarna nauka. Kyiv. 2003. 56. (in Ukrainian)
13. Mousavi Esfiokhi S. H., Norouzian M. A., Najafi A. (2023). Effect of different sources of dietary zinc on sperm quality and oxidative parameters. *Secret Animal Reproduction*. 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1134244>
14. Peña S., Gummow B., Parker A., Paris D. (2018). Antioxidant supplementation mitigates DNA damage in boar (*Sus scrofa domesticus*) spermatozoa induced by tropical summer. *PLoS One*. 14(4).
15. Rokotianska V.O. (2020). Osoblyvosti prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu u spermi knuriv-plidnykiv za korektsii vitaminno-mineralnoho zhyvlennia [Peculiarities of pro-oxidant-antioxidant homeostasis in the sperm of breeding boars under correction of vitamin and mineral nutrition]: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 03.00.13 / Lviv. nats. un-t vet. medytsyny ta biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho. Lviv. 20 (in Ukrainian)
16. Siabro A.S. (2023). Vplyv prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu na formuvannia vidtvornoj zdatnosti svynei ta sposoby korektsii [The influence of pro-oxidant-antioxidant homeostasis on the formation of the reproductive capacity of pigs and methods of correction]: dys. ... d-ra filosofii : 204 / Poltavskiy derzhavnyi ahrarnyi universytet. Poltava. (in Ukrainian)
17. Sloup V., Jankovská I., Nechybová S., Peřínková P., Langrová I. (2017). Zinc in the Animal Organism: A Review. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 48(1). DOI: <https://doi.org/10.1515/sab-2017-0003>
18. Sloup V., Nechybová S., Jankovská I., Langrova I. (2017). Zinc in the Animal Organism: A Review. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 48(1). DOI: 10.1515/sab-2017-0003
19. Usenko, S. O., Siabro, A. S., Berezhnyskyi, V. I., Chukhlib, Ye. V., Slynko, V. H., Myronenko, O. I. (2019). Novitni aspekty mineralnoho zhyvlennia svynei [New aspects of mineral nutrition of pigs]. *Scientific Progress & Innovations*, (4), 126-133. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.15> (in Ukrainian)
20. Vlizlo V.V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytsvi ta veterynarii medytsyni [Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine]: dovidnyk. Lviv : Spolom. 764. (in Ukrainian)
21. Zigo M., Kerns K., Sen S., Essien C., Oko R., Xu D., Sutovsky P. (2022). Zinc is a master-regulator of sperm function associated with binding, motility, and metabolic modulation during porcine sperm capacitation. *Communications Biology*. 5(538).
22. Zigo M., Maňásková-Postlerová P., Zuidema D., Kerns K., Jonáková V., Tůmová L., Bubeníčková F., Sutovsky P. (2020). Porcine model for the study of sperm capacitation, fertilization and male fertility. *Cell and tissue research*. 380(2), 237-262. doi: 10.1007/s00441-020-03181-1.

**Sarnavska I. V.**, Postgraduate, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

#### **The influence of zinc on the quality of sperm production of boars under the effects of heat stress**

*In increasing the reproductive capacity of boars and sows, the leading role belongs to zinc, which ensures a normal level of the antioxidant protection system and their growth and development processes. This microelement in the form of chelates is more accessible to the body than from inorganic compounds, which requires further research in the direction of normalized feeding of pigs. The aim of the study was to find out the specifics of the influence of zinc on the quality of sperm production of boars and peroxidation processes in boars during the period of heat stress. For the experiment, 15 boars of the Large White breed, similar in age, live weight and quality of sperm production, were selected, from which 3 groups of animals with 5 heads each were formed: I (control) and E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> (experimental). The boars were fed according to feed standards. The diet of the animals of the I(C) group remained unchanged, groups E<sub>1</sub> and E<sub>2</sub> were with the addition of zinc by 5 and 10%, respectively, higher than the norm.*

*The effect of heat stress in boars worsens the quality of sperm production – the volume of ejaculate decreases (P<0.001), the concentration of sperm (P<0.05), the number of live spermatozoa in the ejaculate (P<0.001). The addition of zinc chelated form to the diet of boars by 5% more than the norm increases the volume of ejaculate: on the 45th day by 16.5% (P<0.001) and on the 60th day – by 21.4% (P<0.001).*

*The consumption of the maximum dose of zinc in the form of chelate by boars reduces the quality indexes of sperm production: sperm concentration (P<0.001), number of sperm (P<0.05), number of live sperm in ejaculate (P<0.001) during the period of heat stress. Such changes occur against the background of acceleration of lipid peroxidation processes in blood of boars, especially in those that received the maximum dose, which is manifested in an increase in the concentration of diene conjugates and TBC-active complexes.*

*A peculiarity of the dynamics of the activity of the zinc-containing enzyme – superoxide dismutase in blood of boars during the period of heat stress was a decrease by 30.2% (P<0.001) in animals that consumed 5% zinc chelate for 45 days, and under the condition of consuming 10% of this microelement, its level increased by 21.4% (P<0.01). It should be noted that in animals that consumed the maximum dose (10%) of the microelement, the activity of this enzyme probably increased after the end of the main and final periods. At the same time, the level of SOD in the animals of the experimental groups on the 60th day of the main period was higher by 13.2% (E<sub>1</sub>) and by 31.6% (P<0.001) (E<sub>2</sub>) compared to the intact group.*

**Key words:** boars, sperm, spermatozoa, zinc chelate, prooxidant-antioxidant homeostasis.