

## ВИЖИВАННЯ І ЗАПЛІДНЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ СПЕРМІЇВ БУГАЇВ ЗА ДОДАВАННЯ В РОЗБАВЛЕНІ ЕЯКУЛЯТИ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СКЛАДІ ПОЛІМЕРУ-ТРАНСПОРТЕРУ

*І. М. Яремчук<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук,  
Н. В. Кузьміна<sup>1</sup>, канд. біол. наук,  
Д. Д. Остапів<sup>1</sup>, М. М. Шаран<sup>1</sup>, д-р с.-г. наук,  
С. Й. Кава<sup>2</sup>, канд. вет. наук,  
О. І. Чайковська<sup>3</sup>, канд. біол. наук,  
В. В. Олекса<sup>4</sup>, аспірант,  
М. І. Нагорняк<sup>4</sup>, І. А. Дронь<sup>4</sup>, канд. х. наук,  
В. Я. Самарик<sup>4</sup>, С. М. Варваренко<sup>4</sup>, д-р х. наук*

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН  
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

<sup>3</sup>Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів  
та кормових добавок, вул. Донецька, 11, м. Львів, 79019, Україна

<sup>4</sup>Національний університет „Львівська політехніка”  
вул. С. Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна

*Досліджували вплив мікроелементів ( $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  та  $Mn^{2+}$ ), у складі полімеру-транспортёру, на виживання і запліднювальну здатність спермій бугаїв. Для оцінювання дії комплексів мікроелементів у складі N-похідної ПЕГ400 були відібрані еякуляти бугаїв, об'ємом 2 – 5 мл, концентрацією  $0,7 - 1,2 \times 10^9$  клітин/мл та активністю спермій 7,0 – 8,0 бала. Сперму, розріджену лактозо-жовтково-гліцериним розбавником, ділили на частини: контрольну – без додавання та дослідні – з додаванням N-похідної ПЕГ400 (N-ПЕГ400) з вмістом в 1 мл розчину:  $Zn^{2+} - 0,0319$  ммоль;  $Cu^{2+} - 0,0222$  ммоль;  $Mn^{2+} - 0,0359$  ммоль. В дослідні зразки сперми додавали 0,01, 0,05 і 0,1 мл розчинів мікроелементів у складі полімеру в концентраціях: вихідних та у 100 раз нижчих в мл розрідженого еякуляту. У контрольних і дослідних зразках розрідженої сперми визначали виживання спермій і активність ензиму-маркеру запліднювальної здатності спермій – сукцинатдегідрогенази. Встановлено, що мікроелементи у складі N-похідної ПЕГ400 у низьких дозах (0,01 мл у мл сперми) за вихідних концентрацій характеризуються слабким впливом на виживання спермій, а вищі дози (0,05 мл і більше) знижують ( $p < 0,01 - 0,001$ ) величину фізіологічного показника. Використання 0,01 і 0,05 мл у складі розрідженої сперми бугаїв у 100 раз нижчих концентрацій  $Cu^{2+}$ -N-ПЕГ400, порівняно з вихідними, призводить до підвищення на 6,7 – 10,1 год (4,7 – 6,9 %) виживання спермій, а за вищих доз – не змінює тривалість виживання статевих клітин (133,7 год).  $Zn^{2+}$ - і  $Mn^{2+}$ -N-ПЕГ400 у концентраціях вихідних та у 100 раз нижчих виявляють слабкий вплив на активність ензиму-маркера запліднювальної здатності спермій, величина значення в межах 30,0 – 40,0 од/год  $\times$  0,1 мл сперми. Додавання 0,01 мл в 1 мл розрідженої сперми  $Cu^{2+}$ -N-ПЕГ400 як у вихідній, так і в 100 раз нижчій концентраціях не впливає на СДГ, а за більше 0,05 мл в 1 мл розрідженої сперми пригнічує активність ензиму ( $p < 0,01$ ).*

**Ключові слова:** МІКРОЕЛЕМЕНТИ, ПОЛІМЕР-ТРАНСПОРТЕР, СПЕРМІЇ, БУГАЇ.

До мікроелементів, які відіграють важливу роль в забезпеченні енергетичних потреб і утилізації цитотоксичних продуктів метаболізму сперміїв належать  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  та  $\text{Mn}^{2+}$  [1]. Доведено, що вміст вказаних мікроелементів в спермі позитивно корелює з морфологією, активністю та тривалістю виживання сперміїв. Зокрема,  $\text{Cu}$  і  $\text{Mn}$  необхідні для забезпечення активності супероксиддисмутази ( $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ - і  $\text{Mn}$ -СОД), яка бере участь у захисті клітин від вільних радикалів Оксигену. При цьому, виявлено позитивну кореляцію між вмістом  $\text{Cu}$  і рухливістю сперміїв у плазмі сперми буйволів [2]. Своєю чергою  $\text{Zn}$  також проявляє антиоксидантні властивості [3] і вважається первинним фактором, відповідальним за антибактеріальну активність плазми сперми. Також  $\text{Zn}$  відіграє важливу роль у контролі моторики сперміїв шляхом регулювання використання енергії за допомогою систем аденозинтрифосфатів та фосфоліпідних запасів [4, 5].

Однак, за розрідження і технологічних процесів підготовки еякулятів до кріоконсервування, змінюється природний вміст мікроелементів, що впливає не тільки на структурні компоненти статевих клітин, а й порушує перебіг використання субстратів і ресинтез АТФ. Одним зі шляхів збереження високих фізіологічних характеристик і запліднювальної здатності статевих клітин є балансування складу розріджувачів еякулятів мікроелементами. Однак, використання в складі розріджувачів мікроелементів у вигляді неорганічних солей менш ефективно, ніж в органічних формах [6]. При цьому, існують дослідження про значно ефективніший вплив органічних сполук мікроелементів (у десятки разів), порівняно із солями, на метаболізм як організму в цілому, так і якість еякулятів бугаїв [7].

Мета досліджень – дослідити вплив різних доз комплексів мікроелементів у складі полімеру-транспортёру на виживання і запліднювальну здатність сперміїв бугаїв.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведені в Інституті біології тварин НААН та ЛНВЦ «Західплемресурси». Для оцінювання дії комплексів мікроелементів у складі N-похідної ПЕГ400 відібрані еякуляти бугаїв, об'ємом 2 – 5 мл, концентрацією  $0,7 - 1,2 \times 10^9$  клітин/мл та активністю сперміїв 7,0 – 8,0 бала. Сперму, розріджену лактозо-жовтково-гліцериним розбавником, ділили на частини: контрольну – без додавання та дослідні – з додаванням N-похідної ПЕГ400 (N-ПЕГ400) з вмістом в 1 мл розчину:  $\text{Zn}^{+2} - 0,0319$  ммоль;  $\text{Cu}^{+2} - 0,0222$  ммоль;  $\text{Mn}^{+2} - 0,0359$  ммоль. В дослідні зразки сперми додавали 0,01, 0,05 і 0,1 мл розчинів мікроелементів у складі полімеру в концентраціях: вихідних та у 100 раз нижчих в 1 мл розрідженого еякуляту.

Синтез сполук мікроелементів у складі N-похідної ПЕГ400 (ME-N-ПЕГ400) здійснено в університеті «Львівська політехніка». У контрольних і дослідних зразках розрідженої сперми визначали виживання сперміїв (год) за температури 2–4°C до припинення прямолінійного поступального руху і активність ензиму-маркеру запліднювальної здатності сперміїв – сукцинатдегідрогенази (СДГ, од/год  $\times$  0,1 мл сперми; С) [8]. Статистичний аналіз отриманих результатів проведено за Н. А. Плохинським [9].

**Результати й обговорення.** Вживання сперміїв залежить від дози і концентрації мікроелементів у складі N-ПЕГ400 в розрідженій спермі. Так, за 0,01 мл вихідної концентрації розчину  $\text{Zn}^{+2}$ -N-ПЕГ400 в мл сперми виживання сперміїв на рівні контролю ( $134,3 \pm 11,57$  год), за 0,05 мл – на 12,7 % зменшується і за 0,1 мл комплексу на 30,1 % ( $p < 0,05$ ) менше (табл.). Однак, додавання  $\text{Zn}^{+2}$ -N-ПЕГ400 до розріджених еякулятів в 100 раз нижчих концентраціях вірогідно не змінює величину фізіологічного показника (123,4 – 135,4 год), порівняно з контролем.

Подібні зміни виживання сперміїв встановлені за використання  $\text{Cu}^{+2}$ - і  $\text{Mn}^{+2}$ -N-ПЕГ400. За низької дози (0,01 мл в мл сперми) вихідної концентрації розчину мікроелементів у складі N-ПЕГ400 виживання сперміїв коливається в межах контролю, а за підвищення до 0,05 мл – на 18,7 – 21,4 % ( $p < 0,05$ ) знижується і за 0,1 мл – на 43,2 – 52,0 % ( $p < 0,01 - 0,001$ ) нижче.

**Вживання і запліднювальна здатність спермійв бугаїв за додавання в розріджені еякуляти мікроелементів у складі полімеру-транспортеру, М±т**

Дози МЕ-N- ПЕГ400, мл	Вживання, год				СДГ, од/год × 0,1 мл сперми			
	Розчини комплексів МЕ-N-ПЕГ400 у концентраціях:							
	n	Вихідних	n	Розбавлених у 100 раз	n	Вихідних	n	Розбавлених у 100 раз
<b>Zn<sup>+2</sup></b> ; 0,1	13	96,0±16,97*	14	123,4±11,92	5	54,0±9,21	3	40,0±16,33
0,05	13	120,0±14,70	14	128,6±11,85	5	52,0±7,69	3	38,3±12,98
0,01	13	134,3±11,57	14	135,4±12,69	5	50,0±4,00	3	40,0±12,47
<b>Cu<sup>+2</sup></b> ; 0,1	8	66,0±21,53**	14	133,7±17,46	4	4,2±1,85***	3	18,3±5,44**
0,05	8	108,0±21,63	14	144,0±13,82	4	4,2±1,85***	3	25,0±2,36*
0,01	8	129,0±20,32	14	144,0±14,54	4	23,8±4,80*	3	36,7±5,44
<b>Mn<sup>+2</sup></b> ; 0,1	12	78,0±9,32***	14	140,6±11,92	4	28,8±6,22	3	36,7±7,20
0,05	12	112,0±8,36*	14	138,9±12,57	4	40,0±8,66	3	36,7±7,20
0,01	12	126,0±11,60	14	135,4±11,56	4	55,0±8,29	3	30,0±12,47
Контроль	41	137,3±7,57			17	41,6±5,95		

*Примітка:* Різниця статистично вірогідна порівняно до контролю: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01; \*\*\* p < 0,001

Однак, додавання мінімальної дози (0,01 мл в мл сперми) в 100 разів нижчих концентрацій комплексів мікроелементів у складі полімеру (Cu<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400) до розріджених еякулятів підвищує вживання спермійв на 6,7 – 10,1 год (4,7 – 6,9 %), а за Mn<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 – не змінює величину показника, порівняно з контролем. При цьому, за 0,1 мл в мл сперми вказаної концентрації мікроелементів у складі полімеру не встановлено вірогідного зниження величини фізіологічного показника. Різниця між величинами значень між контролем і дослідними зразками становить 1,9 – 13,9 год, що знаходиться в межах похибки середнього арифметичного.

Результати досліджень узгоджуються з висновками про негативний вплив підвищених концентрацій вказаних мікроелементів на рухливість спермійв і, навпаки, на позитивний ефект від використання понижених доз їх [10, 11].

Отже, дія низьких доз (0,01 мл) вихідних концентрацій мікроелементів у складі N-ПЕГ400 в мл сперми характеризується слабким впливом на вживання спермійв, а вищі дози (0,05 мл і більше) знижують величину фізіологічного показника. Використання 0,01 і 0,05 мл у складі розрідженої сперми бугаїв у 100 раз нижчих, порівняно з вихідними концентраціями Cu<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400, призводить до підвищення вживання спермійв, а за інших доз досліджених комплексів мікроелементів – не змінює тривалість вживання статевих клітин.

Додавання у зразки сперми різних доз і концентрацій мікроелементів у складі N-похідних ПЕГ400 неоднозначно впливає на активність ензиму-маркеру запліднювальної здатності спермійв – сукцинатдегідрогенази. Так, за внесення 0,01 мл Zn<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 у вихідній концентрації в мл розрідженої сперми зростає на 16,8 %, за 0,05 мл – на 20,0 % і за 0,1 мл комплексу на 23,0 % активність ензиму, порівняно з контролем. Однак, додавання аналогічних об'ємів розбавленого в 100 раз Zn<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 не змінює активність СДГ, величина значення знаходиться в межах контролю (38,3 - 41,6 од/год × 0,1 мл С).

Внесення 0,01 мл вихідної концентрації Mn<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 в мл сперми на 24,6 % підвищує, 0,05 мл комплексу – не змінює (40,0±8,66 од/год × 0,1 мл С), а 0,1 мл – на 30,8 % (p > 0,05) знижує активність СДГ, порівняно з контролем. За додавання аналогічних наростаючих доз в 100 раз розбавленого Mn<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 активність ензиму майже однакова (30,0 – 36,7 од/год × 0,1 мл С), що нижче контролю на 11,8 – 27,9 % (p > 0,05).

За додавання вихідної концентрації розчину Cu<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400 в мл сперми знижується активність СДГ, яка за 0,01 мл нижча на 42,8 % (p < 0,05), а за 0,05 мл і більше – на однакову величину – 90,0 % (p < 0,001). Подібні зміни встановлені за додавання аналогічних наростаючих доз в 100 раз розбавленого Cu<sup>+2</sup>-N-ПЕГ400. Так, за 0,01 мл комплексу активність

ензиму на 11,8 % нижча ( $p > 0,05$ ), за 0,05 мл – на 40,0 % ( $p < 0,05$ ) і за 0,1 мл – на 56,1 % ( $p < 0,01$ ) менша, ніж у контролі.

З результатів досліджень випливає, що  $Zn^{+2}$ - і  $Mn^{+2}$ -N-ПЕГ400 у концентраціях вихідній та у 100 раз нижчій виявляють слабкий вплив на активність ензиму-маркера запліднювальної здатності спермійв. Додавання 0,01 мл  $Cu^{+2}$ -N-ПЕГ400 як у вихідній концентрації, так і в 100 раз нижчій не впливає на активність ензиму, а за понад 0,05 мл в мл розрідженої сперми інгібує активність СДГ. Зниження активності ензиму за додавання вищих доз  $Cu^{+2}$ -N-ПЕГ400 зумовлено надлишком мікроелемента, який у високих концентраціях гальмує метаболізм статевих клітин - підвищені концентрації  $Cu^{+2}$  знижують інтенсивність гліколізу, що може бути причиною зниження мітохондріального потенціалу і рухливості спермійв [12]. Отримані результати узгоджуються з твердженням про негативний вплив надлишку не тільки  $Cu^{+2}$ , але й інших досліджених мікроелементів на фізіологічні характеристики і запліднювальну здатність спермійв [13, 14].

## ВИСНОВКИ

1. Мікроелементи у складі N-похідної ПЕГ400 у низьких дозах (0,01 мл у мл сперми) за вихідних концентрацій характеризуються слабким впливом на виживання спермійв, а вищі дози (0,05 мл і більше) знижують величину фізіологічного показника.

2. Використання 0,01 і 0,05 мл у складі розрідженої сперми бугаїв у 100 раз нижчих концентрацій  $Cu^{+2}$ -N-ПЕГ400, порівняно з вихідними, призводить до підвищення виживання спермійв, а за вищих доз – не змінює тривалість виживання статевих клітин.

3.  $Zn^{+2}$ - і  $Mn^{+2}$ -N-ПЕГ400 у концентраціях вихідних та у 100 раз нижчих виявляють слабкий вплив на активність ензиму-маркера запліднювальної здатності спермійв.

4. Додавання 0,01 мл у мл розрідженої сперми  $Cu^{+2}$ -N-ПЕГ400 як у вихідній, так і в 100 раз нижчій концентраціях не впливає на СДГ, а за більше 0,05 мл в мл розрідженої сперми пригнічує активність ензиму.

**Перспективи досліджень.** Вивчити дію мікроелементів у складі N-похідної ПЕГ400 на фізіолого-біохімічні характеристики спермійв розморожених еякулятів бугаїв.

## BULLS SPERMATOZOA SURVIVAL AND FERTILIZING ABILITY AFTER ADDITION IN DILUTED EJACULATES MICROELEMENTS LINKED WITH POLYMER-TRANSPORTER

*I. Yaremchuk<sup>1</sup>, N. Kuzmina<sup>1</sup>, D. Ostapiv<sup>1</sup>, M. Sharan<sup>1</sup>, S. Kava<sup>2</sup>, O. Chajkovska<sup>3</sup>, V. Oleksa<sup>4</sup>, M. Nagornjak<sup>4</sup>, I. Dron<sup>4</sup>, V. Samaryk<sup>4</sup>, S. Varvarenko<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology of NAAS  
38, Stusa str., Lviv, 79043, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyi  
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

<sup>3</sup>State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives  
11, Donetska str., Lviv, 79019, Ukraine

<sup>4</sup>Lviv Polytechnic National University  
12, S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine

## SUMMARY

Influence of microelements ( $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  and  $Mn^{2+}$ ) linked with polymer-transporter on survival and fertilizing ability of bull spermatozoa was studied. For evaluation of effect of

microelements linked with PEG400 N- derivative, bull ejaculates with such characteristics were obtained: volume 2–5 ml, spermatozoa concentration –  $0.7\text{--}1.2 \times 10^9$  cell/ml, spermatozoa movement activity 7.0–8.0 points. Sperm, diluted with lactose-yolk-glycerol diluent, was divided into parts: control - without addition and experimental - with the addition of microelements linked with PEG400 N- derivative (N-PEG400) with concentration in 1 ml:  $\text{Zn}^{+2}$  – 0.0319 mmol;  $\text{Cu}^{+2}$  – 0.0222 mmol;  $\text{Mn}^{+2}$ - 0.0359 mmol. In the experimental samples were added 0.01, 0.05 and 0.1 ml of solutions of microelements in the polymer in concentrations: initial and in 100 times lower in ml of diluted ejaculates. In the control and experimental samples of diluted sperm, the survival of spermatozoa and activity of succinate dehydrogenase - marker enzyme of spermatozoa fertilization ability were determined.

It was established that microelements linked with the N-derivative of PEG 400 at low doses (0.01 ml / ml of semen) at initial concentrations are characterized by weak influence on the survival of spermatozoa, and higher doses (0.05 ml and more) decrease ( $p < 0.01\text{--}0.001$ ) the magnitude of the physiological index. The use of 0.01 and 0.05 ml in a diluted bull sperm in 100 times lower concentrations of  $\text{Cu}^{2+}$ -N-PEG400, compared with initial, lead to an increase of spermatozoa survival on 6.7-10.1 hours (4.7 – 6.9%), and at higher doses it did not change the duration of survival (133.7 hours).  $\text{Zn}^{2+}$ - and  $\text{Mn}^{2+}$ -N-PEG400 at initial concentrations and 100 times lower have a weak effect on activity of succinate dehydrogenase, the value is in the range of 30.0 - 40.0 units / hour  $\times$  0.1 ml of sperm.

Addition of 0.01 ml  $\text{Cu}^{+2}$ -N-PEG400 in ml of diluted sperm, as in initial and in 100 times lower concentration did not influence SDH activity, and when added more than 0.05 ml in ml of diluted semen – it inhibited enzymatic activity ( $p < 0.01$ ).

**Keyword:** MICROELEMENTS, POLYMER-TRANSPORTER, SPERMATOZOA, BULLS.

## **ВЫЖИВАНИЕ И ОПЛОДОТВОРЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СПЕРМИЕВ БЫКОВ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В РАЗБАВЛЕННЫЕ ЭЯКУЛЯТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ ПОЛИМЕРА-ТРАНСПОРТЕРА**

*И. Яремчук<sup>1</sup>, Н. Кузьмина<sup>1</sup>, Д. Остапів<sup>1</sup>, М. Шаран<sup>1</sup>, С. Кава<sup>2</sup>, А. Чайковская<sup>3</sup>, В. Олекса<sup>4</sup>, М. Нагорняк<sup>4</sup>, И. Дронь<sup>4</sup>, В. Самарик<sup>4</sup>, С. Варваренко<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Институт биологии животных НААН  
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

<sup>2</sup>Львовский национальный университет ветеринарной медицины  
и биотехнологий имени С. З. Гжицкого  
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

<sup>3</sup>Государственный научно-исследовательский контрольный институт ветеринарных  
препаратов и кормовых добавок  
ул. Донецкая, 11, г. Львов, 79019, Украина

<sup>4</sup>Национальный университет "Львовская политехника"  
ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина

### **А Н Н О Т А Ц И Я**

Исследовали влияние микроэлементов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$ ) в составе полимера-транспортера на выживание и оплодотворяющую способность спермиев быков. Для оценки действия комплексов микроэлементов в составе N-производной ПЕГ400 отобраны эякуляты быков объемом 2 - 5 мл, концентрацией -  $0,7 - 1,2 \times 10^9$  клеток / мл и активностью 7,0 - 8,0

балла спермиев. Сперму, разбавленную лактозо-желтково-глицериновым разбавителем, делили на две части: контрольную – без добавления и опытные – с добавлением N-производной ПЕГ400 (N-ПЕГ400) с содержанием в 1 мл раствора:  $Zn^{2+}$  – 0,0319 ммоль;  $Cu^{2+}$  – 0,0222 ммоль;  $Mn^{2+}$  – 0,0359 ммоль. В опытные образцы спермы добавляли 0,01, 0,05 и 0,1 мл растворов микроэлементов в составе полимера в концентрациях: исходных и в 100 раз ниже в мл разбавленного эякулята. В контрольных и опытных образцах разбавленной спермы определяли выживание спермиев и активность энзима-маркера оплодотворяющей способности спермиев – сукцинатдегидрогеназы.

Установлено, что микроэлементы в составе N-производной ПЕГ400 в низких дозах (0,01 мл в мл спермы) исходных концентраций характеризуются слабым влиянием на выживание спермиев, а высокие дозы (0,05 мл и более) снижают ( $p < 0,01 - 0,001$ ) величину физиологического показателя. Использование 0,01 и 0,05 мл в составе разбавленной спермы быков в 100 раз ниже концентраций  $Cu^{2+}$ -N-ПЕГ400, по сравнению с исходными, приводит к повышению на 6,7 - 10,1 ч (4,7 - 6,9 %) выживания спермиев, а при более высоких дозах – не изменяет продолжительность выживания половых клеток (133,7 ч).  $Zn^{2+}$  и  $Mn^{2+}$ -N-ПЕГ400 в концентрациях выходных и в 100 раз ниже обнаруживают слабое влияние на активность энзима-маркера оплодотворяющей способности спермиев, величина значения в пределах 30,0 - 40,0 ед / ч  $\times$  0,1 мл спермы.

Добавление 0,01 мл в мл разбавленной спермы  $Cu^{2+}$ -N-ПЕГ400 как в исходной, так и в 100 раз низших концентрациях не влияет на сукцинатдегидрогеназу, а при выше 0,05 мл в мл разбавленной спермы подавляет активность энзима ( $p < 0,01$ ).

**Ключевые слова:** МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ПОЛИМЕР-ТРАНСПОРТЕР, СПЕРМИИ, БЫКИ.

#### Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Importance of Trace Minerals in the Ration of Breeding Bull. A review / R. P. Pal, V. Mani, S. H. Mir et al. // International J. of Current Microbiology and Applied Sci. — 2017. — V.6. — P. 218 – 224.
2. Eghbali M. Effects of copper and superoxide dismutase content of seminal plasma on buffalo semen characteristics / M. Eghbali, S. M. Alvi Shoushtari, S. A. Rezaii // Pak J. Biol. Sci. — 2008. — V.11. — P. 1964 – 1968.
3. Gavella M. In vitro effect of zinc on oxidative changes in human semen / M. Gavella, V. Lipovac // Andrologia. — 1998. — V. 30. — P. 317 – 323.
4. Hidiroglou M. Zinc in mammalian sperm: a review / M. Hidiroglou, J. E. Knipfel // J. Dairy Sci. — 1984. — V. 67. — P. 1147 – 1156.
5. Juyena N. S. Seminal Plasma: An Essential Attribute to Spermatozoa / N. S. Juyena, C. Stelletta // Journal of Andrology. — 2013.— V. 33. — P. 536 – 551.
6. Effect of supplemental tracemineral source on bull semen quality / M. P. Rowe, J. G. Powell, E. B. Kegley et al. // The Professional Animal Sci. — 2014. — V.30. — P. 68–73.
7. Rowe M. Effect of Supplemental Trace Mineral Source (Organic versus Inorganic) on Bull Semen Quality / M. Rowe //University of Arkansas, Fayetteville. — 2011. — 220 p.
8. Чухрій Б. М. До методики визначення активності окислювальних ферментів у спермі бугаїв / Б. М. Чухрій, Л. О. Клевець // Розведення та штучне осіменіння великої рогатої худоби. — Київ, 1978. — Вип. 10. — С. 42 – 45.
9. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. — М.: Колос, 1969. — 255 с.
10. Effects of manganese on routine semen quality parameters: results from a population-based study in China / Y. Li, J. Wu, W. Zhou, E. Gao // BMC Public Health. — 2012. — V.12. — P. 919.

11. Dose- and time-dependent effect of copper ions on the viability of bull spermatozoa in different media / Z. Knazicka, E. Tvrda, L. Bardos, N. Lukac // Journal of Environmental Science and Health, Part A. — 2012. — V. 47. — P. 1294 – 1300.
12. *Pesch S.* Determination of some enzymes and macro- and microelements in stallion seminal plasma and their correlations to semen quality / S. Pesch, M. Bergmann, H. Bostedt // Theriogenology. — 2006 . — V. 66 . — P. 307–313.
13. *Wirth J. J.* Adverse effects of low level heavy metal exposure on male reproductive function / J. J. Wirth, R. S. Mijal // Syst Biol Reprod Med. — 2010. —V. 56. — P. 147 – 167.
14. *Sengupta P.* Environmental and occupational exposure of metals and their role in male reproductive functions / P. Sengupta //A review. Drug and Chemical Toxicology. — 2013. — V. 36. — P. 353 – 368.

**Рецензент** — О. Г. Малик, д. б. н., професор, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.