

ЖИВЛЕННЯ ТА ГОДІВЛЯ

УДК:619:636.4

doi: 10.36359/scivp.2019-20-2.04

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЩУРАМ КОМПЛЕКСІВ МЕТАЛІВ У СКЛАДІ ПОЛІМЕРНОГО ТРАНСПОРТЕРА І ДЕФІЦИТНОГО ЗА ПОЖИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ РАЦІОНУ

*Р. М. Бранець¹, аспірант,
Н. В. Кузьміна¹, канд. біол. наук,
Г. Г. Денис¹, канд. с.-г. наук,
Ю. В. Мартин¹, пров. фахівець,
Д. Д. Остапів¹, д-р с.-г. наук,
В. В. Олекса², аспірант,
М. І. Нагорняк², канд. х. наук,
І. А. Дронь², канд. х. наук,
В. Я. Самарик², д-р х. наук,
С. М. Варваренко², д-р х. наук*

¹Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

²Національний університет „Львівська політехніка”
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

Досліджували фізіолого-біохімічні показники крові за згодовування щурам комплексів металів ($Fe^{+2/+3}$ -, Zn^{+2} -, Cu^{+2} - і Mn^{+2} -) у складі полімерного транспортера (МЕМЛПЕГ400) і дефіцитного за поживними речовинами раціону.

Встановлено, що за згодовування дефіцитного за поживними речовинами раціону (депривації) в організмі тварин проявляється тенденція до активування процесів еритропоезу за зниження концентрації гемоглобіну в клітинах і, відповідно, кисень поглинаючої здатності крові. Зокрема, в крові щурів підвищуються число еритроцитів у групах: за депривації та за додавання $Fe^{+2/+3}$ - і Mn^{+2} -мЛПЕГ400 ($p < 0,05$), концентрація гемоглобіну на 6,2, 2,8 і 5,7 % ($p < 0,05$) за згодовування комплексів, відповідно, $Fe^{+2/+3}$ -, Zn^{+2} - і Mn^{+2} -мЛПЕГ400 та зменшується на 5,9 % ($p < 0,05$) за Cu^{+2} -мЛПЕГ400, а кисень-поглинаюча здатність крові нижча ($p < 0,001$) за депривації (контроль № 2; в 4,0 рази) і (в 2,5, 3,4, 2,9 і 2,2 рази) за згодовування комплексів, відповідно, Cu^{+2} -, Fe^{+2} -, Zn^{+2} - і Mn^{+2} -мЛПЕГ400, порівняно до величин значень у тварин, яким згодовували повноцінний раціон. Додаткове згодовування МЕМЛПЕГ400, присутність металів та залишків глютамінової кислоти, зменшують негативний вплив депривації на концентрацію гемоглобіну і фізіологічну здатність крові (еритроцитів) поглинати кисень.

Додавання комплексних солей металів з N-поліоксиетилен похідними глютамінової кислоти у склад дефіцитного раціону проявляється зниженням активності ГТТ, АСТ і АЛТ у

плазмі крові щурів, що характеризує слабкий цито- і органотоксичний вплив доданих доз МЕМЛПЕГ400 на клітини організму тварин, в основному, печінки та нирок.

За згодовування дефіцитного за поживними речовинами раціону, в крові щурів зростає активність ГПО ($p < 0,001$), а за додавання Cu^{2+} -мЛПЕГ400 - підвищується активність ГПО та КАТ ($p < 0,05$) і збільшується вміст ТБК-активних продуктів ($p < 0,01$), порівняно з тваринами, яким згодовували повноцінний раціон.

Ключові слова: МЕТАЛИ, МІКРОЕЛЕМЕНТИ, ПОЛІМЕРНИЙ ТРАНСПОРТЕР, КРОВ, ДЕПРИВАЦІЯ, ЩУРИ.

Відомо, що застосування мікроелементів у вигляді солей для балансування раціонів тварин менш ефективно, порівняно з органічними їх формами [1, 2]. Це зумовлено обмеженою можливістю засвоюватись і проникати через природні бар'єри (мембрани клітин) в органи й тканини та включатися в обмінні процеси. Крім того, включення неорганічних форм мікроелементів в обмінні процеси залежить від набору кормів, які входять у склад раціону тварин [3, 4]. Як наслідок, значна частка незасвоєних солей мікроелементів (30–60 %) проходить транзитом через організм, виділяється з екскрементами і зумовлює додаткове техногенне навантаження.

Вказані причини визначають пошук альтернативних і більш ефективних форм мікроелементного складу кормових добавок (преміксів). Зокрема, увагу привертають нові полімерні системи для транспортування мікроелементів, які стали відомими в останнє десятиріччя [5, 6].

Розроблено нові нетоксичні нанорозмірні полімерні транспортери на основі естерів глютамінової та лаурилової кислот. За допомогою фізико-хімічних методів аналізу доведена здатність цих сполук утворювати наноформи, що поділяються на фракції з гідродинамічним діаметром від 10 до 5300 н. м. На основі досліджень отримано нові комплекси синтетичних полімерів «псевдополіамінокислот» з металами ($\text{Fe}^{+2/+3}$, Zn^{+2} , Cu^{+2} і Mn^{+2}). Встановлена дозозалежна здатність нових нетоксичних полімерів впливати на обмінні процеси в клітинах і організмі тварин [7, 8].

Мета роботи - дослідити дію комплексних солей металів (МЕ) з N-поліоксиетилен похідними глютамінової кислоти у складі полімерного транспортера і згодовування дефіцитного за поживними речовинами раціону на фізіолого-біохімічні показники крові щурів.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували комплексні солі металів ($\text{Fe}^{+2/+3}$ -, Zn^{+2} -, Cu^{+2} - і Mn^{+2} -) з N-поліоксиетилен похідними глютамінової кислоти з молекулярною масою поліоксиетиленового фрагменту 400 Да (мЛПЕГ400). Комплекси металів ($\text{Fe}^{+2/+3}$, Zn^{+2} , Cu^{+2} , Mn^{+2}) в складі транспортеру мЛПЕГ-400 (МЕМЛПЕГ400) наносили на компонент корму (крупа пшенична). Таким чином був створений концентрат з $\text{Fe}^{+2/+3}$ -, Zn^{+2} -, Cu^{+2} - і Mn^{+2} -мЛПЕГ400 для поповнення дефіциту вказаних металів у раціоні тварин.

Для оцінювання впливу металів у складі транспортеру на організм сформовані 6 груп щурів *Rattus norvegicus* var. Alba, лінії Wistar, масою 300-350 г по 5 тварин у кожній: контрольну № 1 – утримували на повноцінному раціоні, контрольній № 2 – згодовували крупу пшеничну (депривації – дефіцитний за поживними речовинами і металами) і 4 дослідних. Тваринам дослідних груп до крупи пшеничної додавали МЕМЛПЕГ400, відповідно: I дослідна – Cu^{+2} , II дослідна – $\text{Fe}^{+2/+3}$, III дослідна – Zn^{+2} , IV дослідна – Mn^{+2} (табл. 1).

Через 30 діб досліджень тварин декапітували і відбирали кров у пробірки з гепарином. Визначали: у цільній крові – число еритроцитів ($10^{12}/\text{л}$), концентрацію гемоглобіну (Hb; г/л), кисень-поглинаючу здатність крові – полярографічно (нг-атом $\text{O}_2/\text{хв} \times 0,1$ мл крові), активність глутатіонпероксидази (ГПО; мкмоль/хв \times мг Hb) і каталази (КАТ; мкмоль/хв \times мг Hb); у плазмі крові: вміст холестеролу (ммоль/л), активність ензимів: аспартат- (АСТ) і аланінамінотрансфераз (АЛТ; нмоль/хв \times мг протеїну), гаммаглутамілтранспептидази (ГГТ;

нмоль/хв×мг протеїну) та концентрацію ТБК-активних продуктів (нмоль/мг протеїну) [9, 10]. Концентрацію протеїну в плазмі крові визначали методом Лоурі [11]. Перед проведенням досліджень вміст $Fe^{+2/+3}$, Zn^{2+} , Cu^{2+} і Mn^{2+} в кормах для піддослідних тварин визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії з використанням приладу С115ПК. Статистичний аналіз результатів проведено за М. А. Плохінським [12].

Таблиця 1

Умови дослідю

| Групи тварин | мг/кг корму | | | |
|--|-------------|--------------|-----------|-----------|
| | Cu^{2+} | $Fe^{+2/+3}$ | Mn^{2+} | Zn^{2+} |
| Контроль 1 (норма; стандартний комбікорм ІБТ) | 12 | 289,5 | 90,3 | 45,3 |
| Контроль 2 (депривації – раціон дефіцитний за поживними речовинами і МЕ; крупа пшенична) | 6 | 53 | 39 | 39 |
| Забезпечення раціону МЕ за депривації, % від норми | 50,0 | 18,3 | 43,2 | 86,0 |
| Дослід (крупа пшенична +) | | | | |
| Вміст МЕ за додавання МЕМЛПЕГ400 в раціон дослідних груп | 7 | 133 | 49 | 43 |
| Забезпечення раціону МЕ від норми за додавання МЕМЛПЕГ400, % | 58,3 | 46,0 | 54,3 | 95,1 |

Результати й обговорення. Число еритроцитів має тенденцію до підвищення в крові щурів груп: контрольній № 2 та за додавання $Fe^{+2/+3}$ - і Mn^{2+} -мЛПЕГ400 ($p < 0,05$), порівняно до величини значення у тварин, яким згодовували повноцінний раціон (табл. 2).

Таблиця 2

Фізіологічні характеристики крові щурів за згодовування комплексів металів у складі полімеру, $n = 3$; $M \pm m$

| Групи тварин | | Число еритроцитів, Т/л | Концентрація гемоглобіну, мг/мл | Кисень-поглинаюча здатність крові, нг-атом O_2 /хв×0,1 мл |
|-------------------|--------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Дослід, мЛПЕГ400+ | Mn^{2+} | 6,6±0,14* | 123,7±1,7* | 16,3±0,36*** |
| | Zn^{2+} | 5,6±0,63 | 120,3±2,3 | 12,2±0,98*** |
| | $Fe^{+2/+3}$ | 6,2±0,42 | 125,0±2,2* | 10,2±0,36*** |
| | Cu^{2+} | 5,7±0,31 | 110,0±1,6* | 13,8±1,44*** |
| Контроль № 2 | | 6,9±0,63 | 118,0±2,1 | 8,8±1,52*** |
| Контроль №1 | | 5,6±0,27 | 117,0±0,8 | 35,0±1,46 |

Примітка: у цій і наступних таблицях різниця статистично вірогідна, порівняно до контролю, за повноцінного раціону: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Концентрація гемоглобіну в крові тварин контрольних груп не відрізняється (117,0 - 118,0 мг/мл), зростає на 6,2, 2,8 і 5,7 % ($p < 0,05$) за згодовування комплексів, відповідно, $Fe^{+2/+3}$ -, Zn^{2+} - і Mn^{2+} -мЛПЕГ400 та зменшується на 5,9 % ($p < 0,05$) за Cu^{2+} -мЛПЕГ400.

Кисень-поглинаюча здатність крові щурів дослідних груп та за депривації вірогідно зменшується ($p < 0,001$), порівняно з тваринами, які утримувались за повноцінного раціону. При цьому, найбільше зниження величини показника встановлено за депривації (контроль № 2; в 4,0 рази) і менше (в 2,5, 3,4, 2,9 і 2,2 рази) за згодовування комплексів, відповідно, Cu^{2+} -, Fe^{2+} -, Zn^{2+} - і Mn^{2+} -мЛПЕГ400.

Отже, в організмі тварин за дефіциту надходження поживних речовин з кормом – депривації (контроль № 2) проявляється тенденція до активування процесів еритропоезу за зниження концентрації гемоглобіну в клітинах і, відповідно, кисень поглинаючої здатності крові. Додаткове згодовування МЕМЛПЕГ400, присутність металів та залишків глютамінової кислоти, зменшують негативний вплив депривації на концентрацію гемоглобіну і фізіологічну здатність крові (еритроцитів) поглинати кисень.

Для виявлення можливого токсичного впливу комплексів металів у складі полімеру на органи і системи тварин вивчали активність АСТ, АЛТ і ГГТ та вміст холестеролу в плазмі крові щурів. Встановлено, що після 30 діб згодовування МЕМЛПЕГ400 в плазмі крові

піддослідних щурів активність ГГТ залишається в межах величин значень контролю (0,84 - 1,07 нмоль/хв×мг протеїну, табл. 3). Активність АСТ нижча в 2,9 раза ($p < 0,01$) за депривації, в 4,2, 4,5, 4,2 ($p < 0,001$) та 3,2 раза ($p < 0,01$), відповідно, за дії комплексів Cu^{2+} , Fe^{2+} Zn^{2+} та Mn^{2+} -mЛПЕГ400, порівняно до контролю за згодовування повноцінного раціону. Аналогічно, активність АЛТ менша на 46,5 % ($p < 0,01$) за депривації та на 56,9, 50,9 ($p < 0,001$), 47,6 і 39,0 % ($p < 0,01$) за згодовування комплексів Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} та Mn^{2+} -mЛПЕГ400, відповідно.

Таблиця 3

Біохімічні показники крові щурів за згодовування комплексів металів у складі полімеру, $n = 3$; $M \pm m$

| Групи тварин | Активність ензимів, нмоль/хв×мг протеїну | | | Вміст холестеролу, нмоль/ мг протеїну | |
|--------------------|--|-----------|--------------|---------------------------------------|--------------|
| | ГГТ | АСТ | АЛТ | | |
| Дослід, mЛПЕГ400 + | Mn^{2+} | 1,00±0,05 | 0,89±0,10** | 1,64±0,06** | 3,38±0,03** |
| | Zn^{2+} | 1,00±0,09 | 0,68±0,02*** | 1,41±0,04** | 3,06±0,06*** |
| | $\text{Fe}^{2+/3}$ | 0,94±0,01 | 0,64±0,01*** | 1,32±0,01*** | 3,53±0,15 |
| | Cu^{2+} | 1,07±0,08 | 0,68±0,07*** | 1,16±0,11*** | 3,56±0,06 |
| Контроль №2 | | 0,84±0,10 | 1,00±0,17** | 1,44±0,13** | 3,31±0,10* |
| Контроль №1 | | 0,98±0,02 | 2,85±0,28 | 2,69±0,17 | 3,66±0,06 |

Зниження активності досліджених ензимів характеризує слабкий цито- і органотоксичний вплив доданих доз комплексів МEmЛПЕГ400 у склад дефіцитного раціону, оскільки вказані ензими локалізовані в клітинах, а зростання їх активності у плазмі крові тварин характеризує ураження мембран клітин, в основному, печінки та нирок.

Вміст холестеролу в плазмі крові тварин за згодовування повноцінного раціону 3,66±0,06 нмоль/ мг протеїну і на 2,8 – 16,4 % нижчий у щурів інших дослідних груп. При цьому, за депривації і додавання до дефіцитного раціону Zn^{2+} - і Mn^{2+} -mЛПЕГ400 величина досліджуваного показника вірогідно нижча ($p < 0,05$ - 0,001), ніж у контролі №1. Зниження вмісту холестеролу в плазмі крові тварин дослідних груп і за депривації, ймовірно, зумовлено дефіцитом поживних речовин (жирів і вуглеводів), які надходять з кормом в організм

Активність ГПО в крові тварин зростає на 43,2 % ($p < 0,001$) за депривації та на 16,2 % ($p < 0,05$) за згодовування Cu^{2+} -mЛПЕГ400, а в інших групах - статистично вірогідно не змінюється (табл. 4).

Таблиця 4

Активність ензимів антиоксидантного захисту та вміст ТБК-продуктів у крові щурів за згодовування комплексів металів у складі полімерів, $n = 3$; $M \pm m$

| Групи Тварин | Активність ензимів, мкмоль/хв×мг Hb | | Концентрація ТБК-продуктів, нмоль/мг протеїну | |
|-------------------|-------------------------------------|--------------|---|-------------|
| | ГПО | КАТ | | |
| Дослід, mЛПЕГ400+ | Mn^{2+} | 0,33±0,01 | 0,031±0,004 | 2,03±0,03* |
| | Zn^{2+} | 0,40±0,02 | 0,034±0,003 | 2,17±0,03 |
| | Fe^{2+} | 0,36±0,01 | 0,042±0,001 | 2,07±0,02* |
| | Cu^{2+} | 0,43±0,02* | 0,066±0,005* | 2,43±0,03** |
| Контроль 2 | | 0,53±0,01*** | 0,036±0,005 | 2,23±0,05 |
| Контроль 1 | | 0,37±0,01 | 0,036±0,006 | 2,17±0,03 |

Активність КАТ підвищується на 45,5 % ($p < 0,05$) і на 14,3 % в крові щурів, яким додавали в корм комплекси, відповідно, Cu^{2+} - і Fe^{2+} -mЛПЕГ400 і, навпаки, за Zn^{2+} - та Mn^{2+} -mЛПЕГ400 - проявляється тенденція до зниження величини показника (на 5,4 і 13,9 %), порівняно до контролю за згодовування повноцінного раціону.

Вміст кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ТБК-активних продуктів) в плазмі крові тварин на 10,7 % ($p < 0,001$) зростає за додавання Cu^{2+} -mЛПЕГ400 до крупи

пшеничної і зменшується на 4,8 і 6,5 % ($p < 0,05$), відповідно, за Fe^{2+} - і Mn^{2+} -mЛПЕГ400, порівняно до тварин, яким згодували повноцінний раціон.

Таким чином, у щурів за депривації (контроль №2) в крові зростає активність ГПО, а за додавання Cu^{2+} -mЛПЕГ400 підвищується активність обох досліджених ензимів антиоксидантного захисту і збільшується вміст ТБК-активних продуктів, порівняно з тваринами, яким згодували повноцінний раціон.

ВИСНОВКИ

1. В організмі тварин за дефіциту поживних речовин у раціоні проявляється тенденція до активування процесів еритропоезу за зниження концентрації гемоглобіну в клітинах і, відповідно, кисень поглинаючої здатності крові. Додаткове згодовування МЕМЛПЕГ400, присутність металів та залишків глютамінової кислоти, зменшують негативний вплив депривації на концентрацію гемоглобіну і фізіологічну здатність крові (еритроцитів) поглинати кисень.

2. Зниження активності ГГТ, АСТ і АЛТ у плазмі крові щурів характеризує слабкий цито- і органотоксичний вплив доданих доз комплексів МЕМЛПЕГ400 у склад дефіцитного раціону.

3. За згодовування дефіцитного за поживними речовинами раціону в крові щурів зростає активність ГПО, а за додавання Cu^{2+} -mЛПЕГ400 - підвищується активність ГПО та КАТ і збільшується вміст ТБК-активних продуктів, порівняно з тваринами, яким згодували повноцінний раціон.

Перспективи досліджень. Вивчити дію комплексних солей металів з N-поліоксиетилен похідними глютамінової кислоти у складі полімерного транспортера на фізіолого-біохімічні показники крові за згодовування повноцінного раціону тваринам.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS AFTER FEEDING RATS METAL COMPLEXES WITH POLYMER TRANSPORTER AND DEFICIENT DIET FOR NUTRIENTS

*R. Branec¹, N. Kuzmina¹, G. Denys¹, Yu. Martyn¹, D. Ostapiv¹,
V. Oleksa², M. Nagornjak², I. Dron², V. Samaryk², S. Varvarenko²*

¹Institute of Animal Biology of NAAS
Stus street, 38, Lviv, 79043, Ukraine

²Lviv Polytechnic National University
S. Bandery street, 12, Lviv, 79013, Ukraine

S U M M A R Y

Physiological and biochemical rat blood parameters after feeding them metal complexes ($Fe^{+2/+3}$ -, Zn^{+2} -, Cu^{+2} - and Mn^{+2} -) with polymer transporter (MEMLPEG400) and deficient diet for nutrients.

When feeding rats deficient diet for nutrients (deprivation) in the organism of animals there is a tendency to activate the processes of erythropoiesis by reducing the concentration of hemoglobin in cells and, accordingly, oxygen absorbing ability of blood. In particular, the number of red blood cells increases in groups: deprivation and addition of $Fe^{+2/+3}$ - and Mn^{+2} -mLPEG400 ($p < 0,05$), hemoglobin concentration on 6,2, 2,8 and 5,7 % ($p < 0,05$) when feeding complexes, respectively, $Fe^{+2/+3}$ -, Zn^{2+} - and Mn^{2+} -mLPEG400 and decreases by 5,9 % ($p < 0,05$) when feeding Cu^{2+} -mLPEG400, and the oxygen-absorbing capacity of the blood is lower ($p < 0,001$) in deprivation group

(control №2; in 4,0 times) and (in 2,5, 3,4, 2,9 and 2,2 times) when feeding complexes, respectively, Cu^{2+} -, Fe^{2+} -, Zn^{2+} - and Mn^{2+} -mLPEG400, compared to values in animals fed a complete diet. The supplemental feeding of MEmLPEG400, the presence of metals and glutamic acid residues, reduce the negative impact of deprivation on hemoglobin concentration and the physiological ability of the blood (erythrocytes) to absorb oxygen.

Addition of complex salts of metals with N-polyoxyethylene derivatives of glutamic acid in the composition of the deficient diet is manifested by a decrease in the activity of GGT, AST and ALT in the blood plasma of rats, which characterizes the weak cyto- and organotoxic effect of added doses of MEmLPEG400 on the cells of liver and kidney.

The nutrient deficiency increases the activity of GPO ($p < 0.001$) in rat blood, and the addition of Cu^{2+} -mLPEG400 increases the activity of GPO and CAT ($p < 0.05$) and the content of TBK-active products ($p < 0, 01$), compared with animals fed a complete diet

Keywords: METALS, MICROELEMENTS, POLYMER TRANSPORTER, BLOOD, DEPRIVATION, RATS.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ КРЫСАМ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ ПОЛИМЕРНОГО ТРАНСПОРТЕРА И ДЕФИЦИТНОГО ПО ПИТАТЕЛЬНЫМ ВЕЩЕСТВАМ РАЦИОНА

*Р. М. Бранец¹, Н. В. Кузьмина¹, Г. Г. Денюс¹, Ю. В. Мартын¹, Д. Д. Остапів¹,
В. В. Олекса², М. И. Нагорняк², И. А. Дронь², В. Я. Самарик², С. М. Варваренко²*

¹Институт биологии животных НААН
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

²Национальный университет "Львовская политехника"
ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

Исследовали физиолого-биохимические показатели крови при скормлинии крысам комплексов металлов ($\text{Fe}^{+2/+3}$, Zn^{+2} , Cu^{+2} и Mn^{+2}) в составе полимерного транспортера (MEmLПЕГ400) и дефицитного по питательным веществам рациона.

Установлено, что при скормлинии дефицитного по питательным веществам рациона (депривации) в организме животных проявляется тенденция к активации процессов эритропоэза при снижении концентрации гемоглобина в клетках и, соответственно, кислород поглощающей способности крови. В частности, в крови крыс повышаются: число эритроцитов в группах при депривации и добавлении $\text{Fe}^{+2/+3}$ и Mn^{+2} -mLПЕГ400 ($p < 0,05$), концентрация гемоглобина на 6,2, 2,8 и 5, 7% ($p < 0,05$) при скормлинии комплексов, соответственно, $\text{Fe}^{+2/+3}$, Zn^{+2} и Mn^{+2} -mLПЕГ400 и уменьшается на 5,9% ($p < 0,05$) при Cu^{+2} -mLПЕГ400, а кислород поглощающая способность крови ниже ($p < 0,001$) при депривации (контроль №2; в 4,0 раза) и (в 2,5, 3,4, 2,9 и 2,2 раз) при скормлинии комплексов, соответственно, $\text{Fe}^{+2/+3}$, Zn^{+2} , Cu^{+2} и Mn^{+2} -mLПЕГ400, по сравнению с величинами значений у животных при полноценном рационе. Дополнительное скормливание MEmLПЕГ400, присутствие металлов и остатков глутаминовой кислоты, уменьшают негативное влияние депривации на концентрацию гемоглобина и физиологическую способность крови (эритроцитов) поглощать кислород.

Добавление комплексных солей металлов с N-полиоксиэтилен производными глутаминовой кислоты в состав дефицитного рациона проявляется снижением активности ГГТ, АСТ и АЛТ в плазме крови крыс, что характеризует слабое цито- и органотоксичный

влияние добавленных доз МЕМЛПЕГ400 на клетки организма животных, в основном, печени и почек.

При скармливанні дефіцитного по питательным веществам рациона в крови крыс возрастает активность ГПО ($p < 0,001$), а при добавлении Cu^{+2} -mЛПЕГ400 - повышается активность ГПО и КАТ ($p < 0,05$) и увеличивается содержание ТБК-активных продуктов ($p < 0,01$) по сравнению с животными которых содержали при полноценном рационе.

Ключевые слова: МЕТАЛЛЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ПОЛИМЕРНЫЙ ТРАНСПОРТЕР, КРОВЬ, ДЕПРИВАЦИЯ, КРЫСЫ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Семенова О. І. Суміш мікроелементів для свиней / О. І. Семенова, О. І. Килимнюк, О. О. Лаптеєв // Патент України № 85932 Оpubл.: 10. 12. 2013.
2. Кулібаба С. В. Вплив згодовування хелатних комплексів мікроелементів на середньодобовий баланс Cu, Zn та Mn в організмі корів у період роздою / С. В. Кулібаба, М. М. Долгая, І. А. Іонов // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. — 2017. — Т. 19. — № 79. — С. 58–61.
3. Майстренко А. Н. Удосконалення балансувальних кормових добавок для поросят раннього відлучення / А. Н. Майстренко, Г. Г. Дімчя, В. І. Халак // Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. — 2016. — Вип. 10. — С. 148-151.
4. Царук Л. Л. Вплив складу комбікорму на забезпеченість курчат-бройлерів мікроелементами / Л. Л. Царук, Н. А. Бережнюк, Л. П. Чернолата // Годівля тварин та технологія кормів. — 2017. — Вип. 1(95). — С. 97-103.
5. Взаємодія мікроелементів: біологічний, медичний і соціальний аспекти / І. Трахтенберг, І. Чекман, В. Линник та ін. // Вісник НАН України. - 2013. - № 6. — С. 17–18.
6. Куцан О. Т. Токсикокінетика купруму в організмі щурів за умов тривалого введення нанокompозиту металів (Ag, Cu, Fe, двоокис Mn) з кормом / О. Т. Куцан, О. Л. Оробченко, М. Є. Романко // Біологія тварин — 2015. — Т. 17, № 1. — С. 68-77
7. Дослідження цитотоксичності комплексів мікроелементів з полімерними наночастинами / В. В. Влізло, Д. Д. Остапів, Б. О. Чех, та ін. // Біологія тварин — 2017.— Т. 19, № 1. — С. 29–36.
8. Oleksa V. Polymer complexes of microelements based on N-derivatives of Lglutamic acid for correction of metabolism / V. Oleksa, M. Nagorniak, B. Chekh, R. Ostapiv et al. // Ecology and human health. Publishing house of Polonia University in Czestochowa „Educator” Czestochowa, 2018.— P. 7–20.
9. Лукьянова Л. Д. Кислородзависимые процессы в клетке и ее функциональное состояние / Л. Д. Лукьянова, Б. С. Балмуханов, Л. Т. Уголев. М.: Наука., 1982. — 262 с.
10. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич, та ін.; за ред. В. В. Влізло — Львів: Сполом, 2012. — 764 с.
11. Protein measurement with Folin phenol reagent / Lowry O. H., Rosebrough N. J., Fair A. L., Randall R. J. // J. Biol. Chem. — 1951. — V. 193, №. 1. — P. 264–275.
12. Плохинский Н. А. Биометрия. — М.: МГУ. — 1970. — С. 53–60

References

1. Semenova O. I. Sumisch mikroelementiv dla svyney / O. I. Semenova, O. I. Kylymnyk, O. O. Lapteev // Patent Ukrainy № 85932. Opubl.: 10.12.2013 (in Ukrainian).
2. Kulibaba S. V. Vplyv zgodovuvanja helatnyh kompleksiv mikroelementiv na

serednodobovyj balans Cu, Zn ta Mn v organizmi koriv u period rozdoju /S. V. Kulibaba, M. M. Dolhaja, I. A. Ionov. // Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzyckogo — 2017. —T. 19. —№ 79. —S. 58-61 (in Ukrainian).

3. Majstrenko A. N. Udoskonalennja balansovalnych kormovyh dobavok dla porosjat rannoho vidlutchennja/ A. N. Majstrenko, G.G. Dimtchja, V. I. Halak //Bjuletin instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy. —2016. — Vyp. 10. — S. 148-151. (in Ukrainian).

4. Caruk L. L. Vplyv skladu kombikormu na zabezpechenist kurtchat-broileriv mikroelementamy /L. L. Caruk, N. A. Bereznjuk, L. P. Tchornolata //Godivla tvaryn ta tehnologia kormiv— 2017. — Vyp. 1(95). — S. 97-103. (in Ukrainian).

5. Trachtenberg I. Vzaemodia mikroelementiv: biolohitchnyi, medytcnyi I socialnyi aspekty / I. Trachtenberg, I. Chekman, V. Linnik, V. Kaplunenka ta in. // Visnyk NAN Ukrainy. — 2013. — № 6. — S. 17–18. (in Ukrainian).

6. Kutzan O. T. Toksykokinetyka kuprumy v orhanizmi thyriv za umovy tryvalogo vvedennja nanokompozytu metaliv (Ag, Cu, Fe, Mn) z kormom / O. T. Kutsan, O. L. Orobchenko, M. E. Romanko // Biologia tvaryn —2015. —T. 17. —№ 1. —S. 68-77. (in Ukrainian).

7. Doslidzennja cytotoksychnosti kompleksiv mikroelementiv z polimernymy nanonosijamy / V. V. Vizlo, D. D. Ostapov, B. A. Chekh, M. I. Nagornyak, V. V. Oleksa //Biologia tvaryn —2017.— T. 19. — № 1. — S. 29–36. (in Ukrainian).

8. Polymer complexes of microelements based on N-derivatives of Lglutamic acid for correction of metabolism / V. Oleksa, M. Nagorniak, B. Chekh, R. Ostapiv et al. //Ecology and human health. Publishing house of Polonia University in Czestochowa „Educator” Czestochowa, 2018.— P. 7–20.

9. Lukjanova L. D. Kislorodzavisimyje processy v kletke i ejo funkcionalnoe sostojanje / L. D. Lukjanova, B. S. Balmuhanov, L. T. Ugolev. — M.: Nauka, 1982. — 262 s. (in Russian).

10. Laboratorni metody u biolohii, tvarynnytctvi ta veterynarnij medycyni: dovidnyk. / V. V. Vizlo, R. S. Phedoruk, I. B. Ratytych ta in., za red. V. V. Vizlo. — Lviv: Spolom, 2012. — 764 s. (in Ukrainian).

11. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Fair A. L., Randall R. J. Protein measurement with Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. — 1951. — V. 193, №. 1. — P. 264–275.

12. Plohinskij N. A. Biometrija. — M.: MGU, 1970. — S. 53-60. (in Russian).

Рецензент — І. М. Кушнір, д. вет. н., ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.