

УДК: 577.118:636.4

## ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ В ПОРОСЯТ ЗА ДІЇ ЦИТРАТНИХ СПОЛУК ФЕРУМУ

*Р. З. Березовський, І. Я. Максимович, В. В. Влізло*  
inenbiol@mail.lviv.ua

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

*У статті подані результати досліджень системи антиоксидантного захисту в поросят після внутрішньом'язового введення їм різних доз препарату ферум цитрату (у 100 мл якого міститься 0,4 мг Феруму) для профілактики ферумдефіцитної анемії. Ферум цитрат отриманий на основі нанотехнологій.*

*Дослідження проведено на п'ятьох групах новонароджених поросят-аналогів породи Ландрас — контрольна та чотири дослідні. Поросята утримувались зі свиноматками на підсосі. З метою профілактики ферумдефіцитної анемії поросята контрольної групи одноразово внутрішньом'язово отримували 1,5–2,0 мл/гол традиційний ферумвмісний препарат «Біоферон» (у 100 мл міститься 100 мг Fe). Поросятам дослідних груп одноразово внутрішньом'язово вводили ферум цитрат у дозах: 2,0; 1,5; 1,0 і 0,5 мл/гол. Матеріалом для досліджень були зразки крові поросят, відібрані з передньої порожнистої вени на 1, 3, 7, 10, 17 та 32 добу життя. Дослід тривав 32 доби.*

*Встановлено, що ферум цитрат сприяє збільшенню активності супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази та вмісту відновленого глутатіону в еритроцитах крові поросят-сисунів. Найбільш позитивний вплив на стан ферментативної ланки антиоксидантного захисту поросят-сисунів спостерігали у тварин другої дослідної групи, яким з метою профілактики ферумдефіцитної анемії на другу добу життя одноразово внутрішньом'язово вводили по 1,5 мл/гол препарату ферум цитрату. Ефективність дії ферум цитрату може пояснюватися більш повноцінним забезпеченням необхідним для організму Ферумом та його вищою біологічною доступністю.*

**Ключові слова:** ПОРОСЯТА, ФЕРУМДЕФІЦИТНА АНЕМІЯ, КРОВ, ФЕРУМ ЦИТРАТ, БІОФЕРОН, СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, КАТАЛАЗА, ГЛУТАТІОНПЕРОКСИДАЗА, ВІДНОВЛЕНИЙ ГЛУТАТІОН

## THE INDICES OF ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN PIGLETS UNDER FERUM CITRATE ACTION

*R. Z. Berezovskiy, I. Ya. Maksymovych, V. V. Vlizlo*  
inenbiol@mail.lviv.ua

Institute of Animal Biology NAAS; 38 V. Stus St, Lviv, 79034, Ukraine

*The data about the indices of antioxidant defense system in piglets after intramuscular injection the different doses of ferum citrate (100 ml of solution contains 0.4 mg Fe) for the ferum deficiency anemia prophylaxis were presented in the paper. Ferum citrate was prepared on the nanotechnology foundation.*

*For experiment the control and four research groups of newborn suckling piglets of Landras breed were used. The control piglets were injected 1.5–2.0 ml/per head the traditional ferum contained preparation of Bioferon (100 ml of solution contains 100 mg Fe) for the ferum deficiency anemia prophylaxis. The experimental piglets were injected ferum citrate in the doses of 2.0 mg/per head, 1.5 mg/per head, 1.0 mg/per head, 0.5 mg/per head. The experiment lasted 32 days.*

*The obtained results shown that ferum citrate promotes the increasing of superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase activity and reduced glutathione. The finest effect on the enzymes chain of antioxidant defense of suckling piglets was observed in the experimental animals which were injected 1.5 mg ferum citrate/per head on the 2 days after birth for the ferum deficiency anemia prophylaxis. Ferum citrate provides the higher biological availability of ferum for the new erythrocytes formation in the piglet's organism.*

**Keywords:** PIGLETS, FERUM DEFICIENCY ANEMIA, BLOOD, FERUM, CITRATE, BIOFERON, SUPEROXIDE DISMUTASE, CATALASE, GLUTATHIONE PEROXIDASE, REDUCED GLUTATHIONE

## ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У ПОРОСЯТ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИТРАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА

*Р. З. Березовский, І. Я. Максимович, В. В. Влизло*  
inenbiol@mail.lviv.ua

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

*В статье представлены результаты исследований показателей системы антиоксидантной защиты у поросят после внутримышечной инъекции им разных доз цитрата железа, для профилактики железодефицитной анемии, в 100 мл которого содержится 0,4 мг железа. Цитрат железа получен на базе нанотехнологий.*

*Исследования проведены на пяти группах новорожденных поросят-аналогов породы Ландрас — контрольная и четыре опытных. Поросята содержались со свиноматками на подсосе. С целью профилактики железодефицитной анемии поросята контрольной группы однократно внутримышечно получали 1,5–2,0 мл/гол традиционного железосодержащего препарата «Биоферон» (в 100 мл содержится 100 мг Fe). Поросятам опытных групп однократно внутримышечно инъекцировали цитрат железа в дозах: 2,0 мл/гол; 1,5 мл/гол; 1,0 мл/гол; 0,5 мл/гол. Длительность опытного периода составила 32 сутки.*

*Цитрат железа способствует увеличению активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы и концентрации восстановленного глутатиона в эритроцитах крови новорожденных поросят. Наиболее позитивное влияние на ферментативную часть антиоксидантной защиты у новорожденных поросят наблюдали во второй опытной группе, которой с целью профилактики железодефицитной анемии на вторые сутки жизни однократно внутримышечно инъекцировали по 1,5 мл/гол цитрата железа. Эффективность действия цитрата железа может объясняться более полноценной обеспеченностью необходимым для организма Железом и повышением его биодоступности для синтеза новых эритроцитов крови.*

**Ключевые слова:** ПОРОСЯТА, ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНАЯ АНЕМИЯ, КРОВЬ, ЦИТРАТ ЖЕЛЕЗА, БИОФЕРОН, СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, КАТАЛАЗА, ГЛУТАТИОНПЕРОКСИДАЗА, ВОССТАНОВЛЕННЫЙ ГЛУТАТИОН

При веденні свинарства існує чимало проблемних етапів, одним із яких є вирощування поросят-сисунів. Зумовлюється це рядом фізіологічних особливостей розвитку організму новонароджених поросят. Найбільш поширеною проблемою залишається забезпеченість їх Ферумом (Fe) [1]. З молоком свиноматки порося за добу в середньому може отримати лише біля 1 мг Fe [2, 3]. Проте добова потреба в Ферумі у поросят підсисного періоду становить близько 7–10 мг [4, 5]. За нестачі в раціоні Fe у поросят розвивається ферумдефіцитна анемія (гіпохромна, мікроцитарна), клінічні ознаки якої починають проявлятися на 10–14 день життя [5–7]. Виникнення анемії

проходить внаслідок високоінтенсивних обмінних процесів і дуже швидкого росту поросят [5, 8]. Тварини, хворі на анемію, погано ростуть, мляві та більш сприйнятливі до інфекційних захворювань.

На сьогодні доступними препаратами Феруму є хелати амінокислот. Засвоювання хелатів у шлунково-кишковому тракті є недостатнім через їх високу хімічну стабільність [2, 9]. Намагання запобігти розвитку ферумдефіцитної анемії поросят через уведення вагітним свиноматкам хелатних комплексів амінокислот із Ферумом не було успішним [10, 11]. Крім цього, хелати Феруму, запропоновані для поросят-сисунів у питній воді в якості єдиного джерела Fe, не завжди дають позитивний ефект [12].

Поряд із хелатними сполуками Феруму широкого застосовуються ферумдекстранові препарати, проте їх вартість є досить високою.

Метою нашої роботи було вивчити ефективність використання наносполуки ферум цитрату з метою профілактики ферумдефіцитної анемії поросят.

### Матеріали і методи

Для виконання поставленого завдання було підбрано п'ять груп новонароджених поросят-аналогів породи Ландрас — контрольна та 4 дослідні. У кожній групі було по 10 поросят. Поросята утримувались зі свиноматками на підсосі. З 5-ї доби життя поросяткам давали предстартерний комбікорм. На другу добу життя, з метою профілактики ферумдефіцитної анемії, поросята контрольної групи одноразово внутрішньом'язово отримували традиційний ферумвмісний препарат «Біоферон» з розрахунку 1,5–2,0 мл/гол. У 100 мл біоферону міститься 100 мг Феруму. Поросяткам дослідних груп одноразово внутрішньом'язово вводили препарат ферум цитрат у таких дозах: першій — 2,0 мл/гол, другій — 1,5 мл/гол, третій — 1,0 мл/гол, четвертій — 0,5 мл/гол. Ферум цитрат — це препарат, отриманий на основі нанотехнологій шляхом магнітної нанодисперсії [13], (100 мл містить 0,4 мг Феруму).

Для досліджень відбирали зразки крові поросят з передньої порожнистої вени на 1, 3, 7, 10, 17 та 32 добу життя.

У крові визначали [14] вміст відновленого глутатіону (GSH) та активність ферментів антиоксидантного захисту: супероксиддисмутази (СОД), каталази, глутатіонпероксидази (ГП).

### Результати й обговорення

Стан системи антиоксидантного захисту опосередковано свідчить про

функціональний стан плазматичних мембран клітин. Як відомо [15], ферменти антиоксидантного захисту зв'язують та знешкоджують вільні радикали, гідроксильні групи та пероксид гідрогену, які згубно впливають на ліпіди — основні будівельні компоненти мембран клітин.

Проведені дослідження активності ферментів антиоксидантного захисту та вмісту відновленого глутатіону в крові новонароджених поросят контрольної і дослідних груп показали, що у тварин добового віку показники не відрізняються між собою (рис. 1–4). У тридобовому віці поросят встановлено зниження активності глутатіонпероксидази ( $p < 0,05$ ) у четвертій дослідній групі, інші показники були без змін.

У крові 7-добових поросят другої дослідної групи зростала активність каталази ( $p < 0,05$ ). У крові інших тварин дослідних груп активність цього ензиму мала тенденцію до збільшення, порівняно з контрольними тваринами. Активність СОД і ГП крові поросят різних груп мало відрізнялася. Вміст відновленого глутатіону знижувався ( $p < 0,05$ ) у крові поросят, які отримували мінімальну дозу ферум цитрату (рис. 4).

У крові поросят десятидобового віку встановлено зростання активності СОД еритроцитів крові у тварин першої та другої дослідних груп, відповідно, на 81 % ( $p < 0,001$ ) та 83 % ( $p < 0,01$ ), порівняно з аналогами контрольної групи (рис. 1).

Водночас активність каталази в еритроцитах крові (рис. 2) зростає у тварин другої та третьої дослідних груп на 65 % ( $p < 0,05$ ) та 39 % ( $p < 0,01$ ) відповідно. Крім цього, у крові поросят другої дослідної групи на 10 добу життя встановлено вірогідно більшу активність глутатіонпероксидази (рис. 3) та вищий вміст відновленого глутатіону (рис. 4) відповідно на 87 % ( $p < 0,05$ ) та 70 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою тварин.

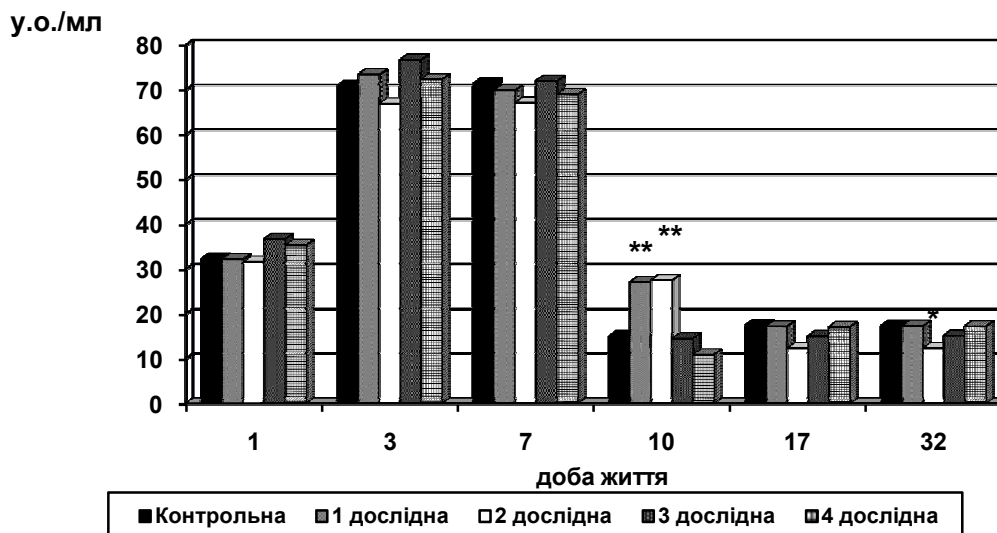


Рис. 1. Активність супероксиддисмутази в еритроцитах крові поросят

Примітка: Вірогідність різниць між показниками у тварин дослідних груп порівняно до контрольної:  
\* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$

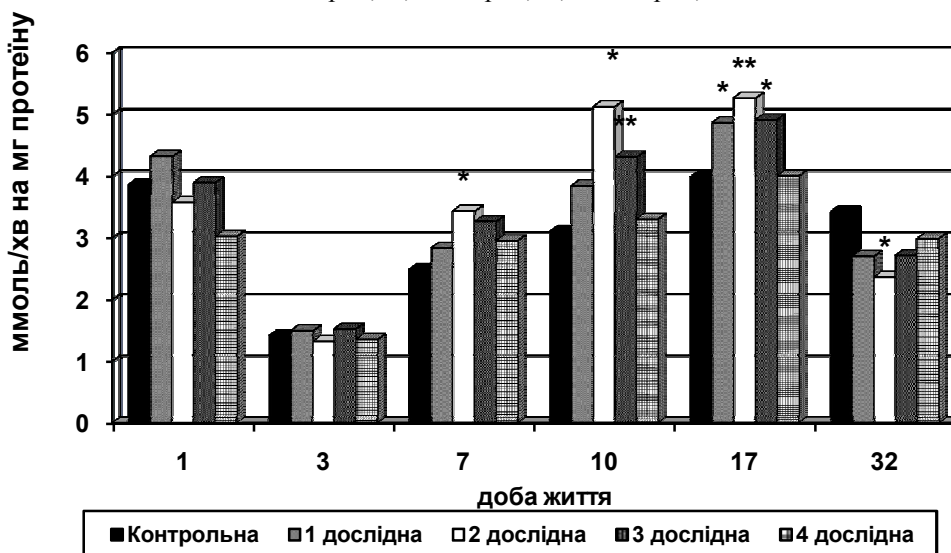


Рис. 2. Активність каталази в еритроцитах крові поросят

У сімнадцятидобових поросят встановлено зростання активності каталази в еритроцитах крові поросят першої, другої та третьої дослідних груп відповідно на 22 % ( $p < 0,05$ ), 32 % ( $p < 0,01$ ) та 24 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з контрольними тваринами в аналогічний період досліджень (рис. 2). Також, у поросят другої дослідної групи на 79 % ( $p < 0,01$ ) вищою була активність глутатіонпероксидази еритроцитів крові. Водночас тварини, які отримували найменшу дозу ферум цитрату, мали найнижчу активність ГП в еритроцитах крові (рис. 3). На 17 добу життя у поросят дослідних груп концентрація відновленого глутатіону в крові

була вищою ( $p < 0,01-0,001$ ) порівняно з контрольними (рис. 4). Найвищий вміст відновленого глутатіону встановлено у крові поросят другої дослідної групи ( $p < 0,001$ ).

У кінцевий період досліджень поросят встановлено, що показники активності СОД і каталази крові мало відрізнялися між групами (рис. 1 і 2)

Водночас вірогідно ( $p < 0,001$ ) більшою на 45 % була активність глутатіонпероксидази еритроцитів крові (рис. 3) у поросят другої дослідної групи, порівняно з контрольними. У тварин цієї ж групи, на 32 добу життя, удвічі вищим ( $p < 0,001$ ) був вміст відновленого глутатіону в крові (рис. 4).

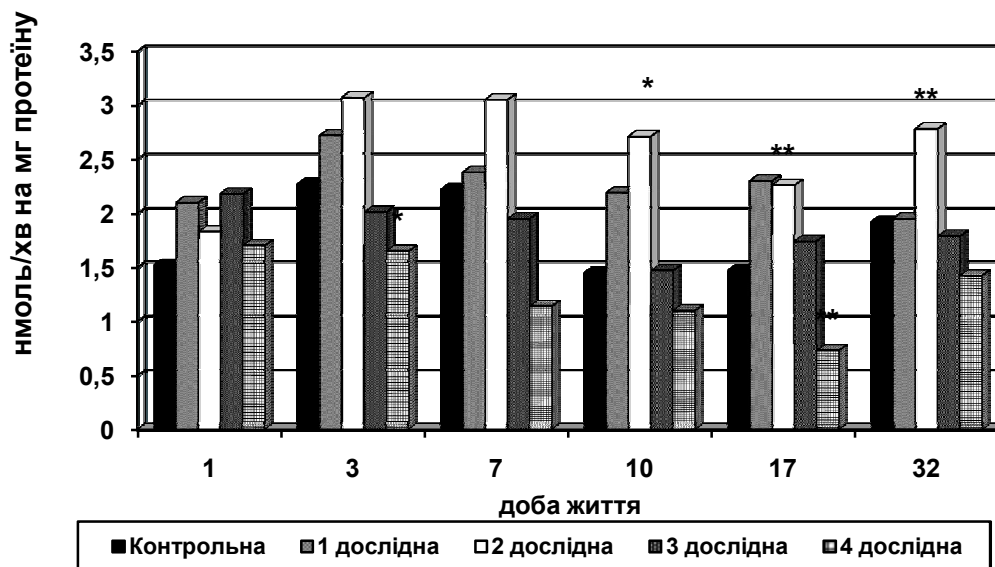


Рис. 3. Активність глутатіонпероксидази в еритроцитах крові поросят

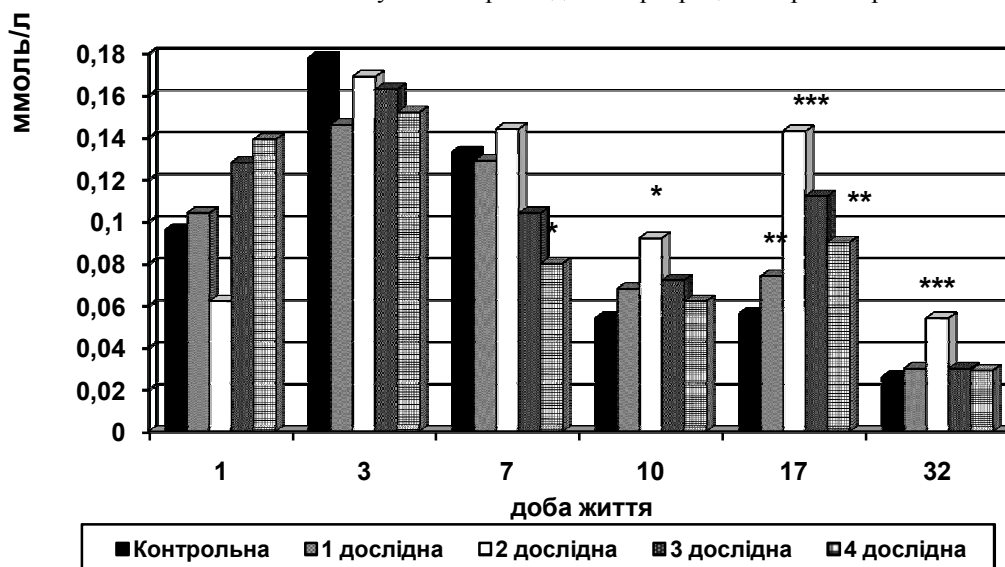


Рис. 4. Вміст відновленого глутатіону в крові поросят

Відомо [13], що отримані на основі нанотехнологій шляхом магнітної нанодисперсії хелати металів у своїх найменших концентраціях володіють надзвичайно високою активністю, що у десятки разів перевищує активність органічних солей цих металів, отриманих звичайними хімічними методами. Аналізуючи зміни активності ферментів антиоксидантного захисту та вмісту відновленого глутатіону в крові поросят дослідних груп, порівняно до контрольної, можна вважати, що препарат ферум цитрат, який отриманий шляхом магнітної нанодисперсії, проявляє позитивний вплив на стан антиоксидантного захисту. Ці зміни

можна пояснити більшою біологічною доступністю Феруму з наноаквахелату, у порівнянні з препаратом «Біоферон». Очевидно, більш активний Ферум швидше включається у біохімічні процеси організму, що у цьому випадку призводить до активації ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту. Варто зауважити, що збільшення активності ферментів антиоксидантного захисту було в межах фізіологічної норми. Найкращий позитивний вплив на стан ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту встановлено у поросят другої дослідної групи, яка одержувала ферум цитрат у кількості 1,5 мл/гол.

## Висновки

1. Внутрішньом'язове введення поросяттам-сисунам ферум цитрату сприяло збільшенню активності супероксиддисмутази, каталази, глутатіонпероксидази та вмісту відновленого глутатіону.

2. Найбільший позитивний вплив на активність ферментів системи антиоксидантного захисту та вміст відновленого глутатіону у поросят-сисунів мало внутрішньом'язове введення 1,5 мл/гол ферум цитрату.

**Перспективи подальших досліджень.** Вивчення дії ферум цитрату на метаболізм організму поросят, а також дослідження ефективності препарату для лікування та профілактики ферумдефіцитної анемії.

1. Alarcon K., Kolsteren P. W., Prada A. M., Chian A. M., Velarde R. E., Pecho I. L., Hoere T. F. Effects of separate delivery of zinc or zinc and vitamin A on hemoglobin response, growth, and diarrhea in young Peruvian children receiving iron therapy for anemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, no 80, pp. 1276–1282.

2. DeWayne A. Prevention of baby pig anemia with amino acid chelates. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*, 1975, no 70, pp. 607–610.

3. Kleinbeck S., McGlone J. Intensive indoor versus outdoor production systems: Genotype and supplemental iron effects on blood haemoglobin and selected immune measures in young pigs. *J. Anim. Sci.*, 1999, no 77, pp. 2384–2390.

4. Svoboda M., Drábek J. Efficiency of Voluntary Consumption of Amino Acid-chelated Iron in Preventing Anaemia of Suckling Piglets. *Acta Vet.*, 2003, no 72, pp. 499–507.

5. Antonyak G. L., Solohub L. I., Snitynskyi V. V., Babych N. O. Zalizo v orhanizmi lyudyny I tvaryn (biohimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty) [Iron in humans and animals (biochemical, immunological and environmental aspects)]. Lviv. 2006. 310 p. (In Ukrainian).

6. Framstad T., Sjaastad O. Iron supplementation in piglets. *Norsk Veterinaertidsskrift.*, 1991, no 103, pp. 21–27.

7. Zimmermann W. Auswirkungen diverser Anämieprophylaxeformen auf die Blutparameter der

Saugferkel. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 1995, no 102, pp. 32–38.

8. Kegley E. B., Spears J. W., Flowers W. L., Schoenherr W. D. Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. *Nutr. Res.*, 2002, no 22, pp. 1209–1217.

9. Smitz H., Müller A. Vergleichende Untersuchung über die therapeutische Wirkung oral applizierter Eisen (II) — bzw. Eisen (III)–Antianämica. *Arzneim. Forsch.*, 1971, no 21, pp. 509–515.

10. Akabayashi T. W., Yamamoto M., Hiray Y., Yoshino Y. Absorption and availability of iron peptide in pregnant sows. *Bull Nippon Vet Zootech Coll.*, 1989, no 38, pp. 93–105.

11. Egeli A. K., Framstad T., Gronningen D. The effect of peroral administration of amino acidchelated iron to pregnant sows in preventing sow and piglet anaemia. *Acta vet. Scand.*, 1998, no 39, pp. 77–87.

12. Egeli A. K., Framstad T. Effect of oral starter dose of iron on haematology and weight gain in piglets having voluntary access to glutamic acid-chelated iron solution. *Acta vet. Scand.*, 1998, no 39, pp. 359–365.

13. Borysevych V. B., Kaplunenko V. H., Kosinov M. V., Borysevych B. V., Suhonos V. P., Homyn N. M., Voloshyna N. O., Tkachenko S. M., Korzh A. V., Doroshchuk V. O., Lytvynenko D. Yu, Kulida M. A., Borysevych V. B. (younger), Borysevych Yu. B. Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanoveterynarii. [The nanomaterials in biology. Fundamentals in nanoveterinary]. Kyiv, 2010. 416 p. (In Ukrainian).

14. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratysh I. B. ta in.; za red. V. V. Vlizla. Laboratorni metody doslidzhen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni: dovidnyk. [Laboratory methods for research in biology, veterinary medicine: a handbook]. Lviv, 2012. 764 p. (In Ukrainian).

15. Dubinina E. E., Talanova I. Yu., Bushmistrov S. O., Shabalov N. P. Fermenty antioksidantnoy systemy eritrotsytov i nekotorye pokazateli gemodinamiki v pervye sutki zhyzni novorozhdennyh detey v norme i pri gipoksicheskikh sostoyaniyah [Enzymes of antioxidant system of erythrocytes and some date of hemodynamic in first days of life newborn children in norm and in hypoksis condition]. *Ukr. Biohim. zhurn. — Biochemistry journal of Ukraine*, 1997, no 4, pp. 72–78 (in Russian).