



original article | UDC 636.4.09:591.11:612.392.4:615.273 |  
doi: 10.31210/visnyk2021.01.31

## PROTEIN SPECTRUM OF PIGLETS' BLOOD SERUM UNDER THE INFLUENCE OF FERRUM PREPARATIONS

V. B. Dukhnitsky<sup>1</sup>

I. M. Derkach<sup>1</sup>

S. S. Derkach<sup>1</sup>

V. M. Lozoyi<sup>1</sup>


V. V. Kostrub<sup>1</sup>


Yu. V. Losa<sup>1</sup>

I. O. Fritsky<sup>2</sup>


M. O. Plutenko<sup>2</sup>

ORCID  [0000-0002-9670-1244](https://orcid.org/0000-0002-9670-1244)

ORCID  [0000-0002-0149-7923](https://orcid.org/0000-0002-0149-7923)

ORCID  [0000-0002-6174-1377](https://orcid.org/0000-0002-6174-1377)

ORCID  [0000-0002-1092-8035](https://orcid.org/0000-0002-1092-8035)

ORCID  [0000-0002-9369-0711](https://orcid.org/0000-0002-9369-0711)

<sup>1</sup> National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine

<sup>2</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [Irina1215@ukr.net](mailto:Irina1215@ukr.net)

### How to Cite

Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Lozoyi, V. M., Kostrub, V. V., Losa, Yu. V., Fritsky, I. O., & Plutenko, M. O. (2021). Protein spectrum of piglets' blood serum under the influence of Ferrum preparations. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 250–255. doi: 10.31210/visnyk2021.01.31

At present, using ferrodextran preparations is considered the most simple and effective method of piglets' treatment for anemia and its prevention. However, this method has a number of disadvantages. Thus, although the problem of iron deficiency has been studied for a long time, it is still relevant today. The aim of our study was to determine the effect of ferrum (IV) clatrochelate on the blood serum protein spectrum of piglets when administering the preparation to pregnant sows in order to prevent iron deficiency anemia in piglets born to them. To achieve this goal, 2 groups of newborn piglets-analogues (hybrids of Landrace and Large White breeds) were formed during the period of their keeping with nursing sows – control and experimental, 15 animals in each. The research and production experiment, which lasted 30 days, was based on determining the effect of iron (IV) clatrochelate on the piglets' organism born to sows that were twice administered intramuscular with the solution of the studied preparation during their pregnancy. As a result of our research, we did not observe the birth of dead piglets and any clinical signs of anemia. The content of albumin throughout the experiment was slightly higher in the blood serum of piglets in the experimental group as compared with the control. The increase in the level of total protein and its main fraction – albumins in the blood serum of piglets in the experimental group indicates the activation of the anabolic way of protein metabolism and the predominance of synthesis processes. The content of  $\beta$ -globulins at the beginning of the experiment on the 30<sup>th</sup> day probably exceeded the control value. The level of  $\gamma$ -globulins on the 5<sup>th</sup> day in the blood serum of piglets in the experimental group was 1.2 times higher as compared with the control, but on the 30<sup>th</sup> day, on the contrary, it was 1.2 times lower. The studies of the blood serum protein spectrum of piglets under the influence of ferrum preparations confirm that the proposed scheme for the prevention of iron deficiency anemia was effective.

**Key words:** iron (ferrum), clatrochelate, anti-anemic effect, piglets, sows, protein spectrum.

**БІЛКОВИЙ СПЕКТР СИРОВАТКИ КРОВІ ПОРОСЯТ ЗА ВПЛИВУ ПРЕПАРАТІВ ФЕРУМУ**

*В. Б. Духницький<sup>1</sup>, І. М. Деркач<sup>1</sup>, С. С. Деркач<sup>1</sup>, В. М. Лозовий<sup>1</sup>, В. В. Коструб<sup>1</sup>,  
Ю. В. Лоза<sup>1</sup>, І. О. Фрицький<sup>2</sup>, М. О. Плутенко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

*Найбільш простим та ефективним методом лікування хворих на анемію поросят та для її профілактики на сьогодні вважають застосування феродекстранових засобів, проте цей метод має низку недоліків. Отже, хоча проблема дефіциту Феруму досліджується досить давно, вона не втрачає актуальності й донині. Метою наших досліджень було визначити вплив клатрохелату Феруму (IV) на білковий спектр сироватки крові поросят при його застосуванні порослим свиноматкам. Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їхнього утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній. В основі науково-виробничого дослідження, тривалість якого становила 30 днів, було визначення впливу клатрохелату Феруму (IV) на організм поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності дворазово внутрішньом'язево вводили досліджуваний препарат у формі розчину. У результаті проведених досліджень не було відмічено народження мертвих поросят та будь-яких клінічних ознак анемії. Вміст альбумінів упродовж усього періоду дослідження був децю вищим у сироватці крові поросят дослідної групи порівняно з контролем. Збільшення рівня протеїну загального та його основної фракції – альбумінів у сироватці крові поросят дослідної групи свідчить про активацію анаболічного шляху обміну протеїнів та переважання процесів синтезу. Вміст  $\beta$ -глобулінів на початку дослідження на 30 добу вірогідно перевищував показник контролю. Рівень  $\gamma$ -глобулінів на 5 добу в сироватці крові поросят дослідної групи був у 1,2 рази вищим порівняно з контролем, проте на 30-у добу, навпаки, у стільки ж разів нижчий. Дослідження білкового спектру сироватки крові поросят за умов впливу препаратів Феруму підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії виявилась ефективною.*

**Ключові слова:** ферум, клатрохелат, протіанемічна дія, поросята, свиноматки, білковий спектр.

**Вступ**

Ферум є необхідним складником ферумвмісних та ферумзалежних ферментів, що забезпечують функціонування клітин, оптимальний рівень ліпоперекисів, антиоксидантний захист й загалом фізіологічний статус організму [1, 13]. Майже весь Ферум в організмі тварини перебуває у формі органічних сполук двох груп: сполуки, які містять Ферум у складі гему (гемопротеїни) та негемінові сполуки (трансферин, феритин, гемосидерин).

Феритин є основним білком, який концентрує і нагромаджує у своєму складі Ферум, проте його концентрація в сироватці крові новонароджених поросят низька (лише 0,57 мг/л) [1]. Зі збільшенням вмісту Феруму у клітинах значна його частка відкладається у складі гемосидерину, найбільша кількість якого виявляється у клітинах ретикулоендотеліальної системи [20].

Для організму тварин мікроелемент Ферум має життєво важливе значення. Особливо значущим його дефіцит є для новонароджених поросят. Це пояснюється тим, що у разі народження з усіх сільськогосподарських тварин, поросята є найбільш «незрілими». Інтенсивний ріст поросят значно випереджає формування органів еритроцитопоезу і досконалість їх функціональної активності. Гемопоетичні процеси не забезпечують достатньою мірою продукцію еритроцитів та синтез гемоглобіну. У цей період відбувається гальмування еритроцитопоезу в селезінці та печінці, а також набирає активності процес перебудови еритропоетичної здатності кісткового мозку. Ця біологічна особливість поросят є суттєвим фактором, що зумовлює їх схильність до захворювання на анемію [6, 8, 15–18].

Найбільш простим та ефективним методом лікування хворих на анемію поросят та для профілактики хвороби на сьогодні вважають застосування феродекстранових препаратів у неонатальний період. Одним із недоліків цього методу вважають те, що це не є фізіологічним шляхом надходження Феруму в організм тварин. До того ж застосування таких лікарських засобів у високих дозах не завжди безпечно, оскільки Ферум «сам собою» має прооксидантні властивості, а, відкладаючись про запас як

білок гемосидерин, може блокувати клітини фагоцитарних мононуклеарів [2, 7, 12–14].

Існують й інші схеми профілактики ферумдефіцитної анемії поросят. Наприклад, загальновідомою є методика змащення вим'я свиноматок розчином Феруму сульфату в період годування поросят. У літературі описані також дослідження застосування ферумвмісних препаратів порослим свиноматкам на останніх тижнях поросності для профілактики ферумдефіцитної анемії поросят, народжених від них [10]. Проте така схема є суперечливою та багато дослідників її не підтримують.

Хоча проблема дефіциту Феруму досліджується досить давно, але вона не втрачає актуальності донині.

*Метою* наших досліджень було оцінити ефективність застосування клатрохелату Феруму (IV) порослим свиноматкам для профілактики ферумдефіцитної анемії отриманих від них поросят і визначити його вплив на білковий спектр сироватки крові поросят. Серед *завдань досліджень*: вивчення динаміки вмісту протеїну загального та білкових фракцій у сироватці крові поросят за дії ферумвмісних препаратів на 1, 5, 12 та 30 доби їх життя.

### **Матеріали і методи досліджень**

Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їхнього утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній.

Поросята дослідної групи були відібрані від 5-ти свиноматок (по 3 від кожної), яким у період вагітності двічі (за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу) внутрішньом'язово вводили по 10 мл 10 % розчин клатрохелату Феруму (IV). Поросятам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії на другу добу життя вводили традиційний ферумдекстрановий препарат у дозі 2 мл для тварини.

Діюча речовина препарату – макробіциклічний комплекс Феруму в рідкісній валентності IV й у формі клатрохелату. Вперше про синтез цієї унікальної сполуки Феруму (IV) було повідомлено Томун et al. (2017) [19]. Ми, своєю чергою, провели низку доклінічних досліджень його гострої та хронічної токсичності на лабораторних тваринах та клінічні дослідження на поросятках [3–5].

Для приготування робочого розчину порошок клатрохелату Феруму(IV) розчиняли в реополіглюкіні, що є плазмозамінним колоїдом декстрану.

Протягом 2-х місяців за поросятами спостерігали, для досліджень біохімічних показників сироватки крові поросят контрольної та дослідної груп відбирали зразки крові на 1, 5, 12 та 30 доби життя.

Визначення біохімічних показників сироватки крові проводили згідно із загальноприйнятими методами. Отримані результати обробляли статистично визначенням середніх величин, достовірного інтервалу за наявного рівня значимості  $p > 0,05$  з урахуванням критерія Ст'юдента.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

У результаті проведених досліджень не було відмічено народження мертвих поросят та будь-яких клінічних ознак анемії. Не спостерігалось блідості слизових оболонок, скуйовдженості щетини, сухості чи зморщення шкіри поросят, що характерно для прояву анемії. У поросят не відмічали прискорення пульсу чи ритму дихання, відставання в рості, розладів травлення, малорухливості.

Тварини активно ссали свиноматок, природно займаючи соски з більшим рівнем лактації, що відповідно впливало на підвищення їх продуктивності. Варто зазначити, що поросята дослідної групи були більш активними, ніж поросята контрольної групи. Це підтверджує результати досліджень Приступи Т. І. зі співавторами (2013), які доводять, що дефіцит Феруму в організмі поросят-сисунів призводить до зниження рухливості та тривалості ссання молока свиноматки [11].

Особливу увагу під час проведеного досліду, який тривав 30 діб, було зосереджено на змінах в організмі поросят дослідної групи порівняно з контролем у ймовірний період прояву ферумдефіцитної анемії та на вплив запропонованої схеми профілактики такої патології на подальший розвиток молодняка свиней.

Загальновідомо, що обмін білків у організмі є інтегруючою ланкою, відповідальною за гомеостаз, оскільки внутрішньоклітинна відповідь на дію екзогенних чинників здійснюється за участі протеїнів [9]. Вміст протеїну загального і співвідношення його фракцій у сироватці крові характеризують ступінь реактивності, дають змогу оцінити стан обміну протеїнів і рівень їхнього синтезу в організмі (табл. 1–2).

Згідно з даними Коцюмбаса І. Я. (2006), на підставі вивчення протеїнового спектру оцінюють білоксинтезувальну функцію печінки. Встановлено, що усі альбуміни та значна частина (до 80 %)  $\alpha_1$ -

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

$\alpha_2$ - та  $\beta$ -глобулінів синтезуються в печінці, а  $\gamma$ -глобуліни – у клітинах ретикулоендотеліальної системи. Альбумін – основний секреторний білок, який синтезується в печінці. Кількісно він становить близько половини всіх протеїнів, які продукуються клітинами печінки. Молекули альбуміну, що синтезуються на рибосомах гладкої ендоплазматичної сітки, виділяються безпосередньо у кров печінкових протоків. Отже, ступінь вираженості гіпопротеїнемії є показником тяжкості перебігу процесу в печінці [9].

### 1. Динаміка вмісту протеїну загального в сироватці крові поросят під час дії ферумвмісних препаратів ( $M \pm m, n=15$ )

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
1	22,0 $\pm$ 0,51	23,4 $\pm$ 0,39***
5	46,0 $\pm$ 0,36	55,5 $\pm$ 1,40***
12	44,1 $\pm$ 0,50	61,6 $\pm$ 0,98***
30	47,7 $\pm$ 0,33	49,6 $\pm$ 0,38***

*Примітки:* ступінь вірогідності – \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ ; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

Результати досліджень, представлені в таблиці 1, підтверджують, що клатрохелат Феруму (IV) стимулює синтез протеїнів в організмі. Рівень протеїну загального в сироватці крові поросят дослідної групи на 5 та 12 доби був вищим у 1,2 та в 1,4 раза відповідно, ніж у сироватці крові поросят контрольної групи (табл. 1). Значення вмісту протеїну загального в сироватці крові поросят обох груп були в межах фізіологічних коливань протягом усього періоду досліджень.

Важливим аспектом є дослідження протеїнового спектру сироватки крові, який характеризує функціональний стан органів і систем (табл. 2).

### 2. Динаміка білкових фракцій у сироватці крові поросят під час дії ферумвмісних препаратів ( $M \pm m, n=15$ )

Показник	Вік поросят, діб	Група поросят	
		I контрольна	II дослідна
Альбуміни, %	1	50,7 $\pm$ 0,58	59,1 $\pm$ 1,00***
	5	52,8 $\pm$ 0,24	58,7 $\pm$ 0,71***
	12	54,1 $\pm$ 0,29	56,8 $\pm$ 0,56***
	30	58,2 $\pm$ 0,60	62,3 $\pm$ 0,57
$\alpha_1$ -глобуліни, %	1	2,0 $\pm$ 0,12	2,9 $\pm$ 0,16***
	5	2,2 $\pm$ 0,09	2,1 $\pm$ 0,07
	12	2,0 $\pm$ 0,12	3,5 $\pm$ 0,47**
	30	1,9 $\pm$ 0,12	1,68 $\pm$ 0,09
$\alpha_2$ -глобуліни, %	1	10,3 $\pm$ 0,39	8,1 $\pm$ 0,39***
	5	10,5 $\pm$ 0,49	7,7 $\pm$ 0,58***
	12	10,0 $\pm$ 0,16	10,0 $\pm$ 0,70
	30	9,8 $\pm$ 0,18	8,3 $\pm$ 0,31***
$\beta$ -глобуліни, %	1	16,0 $\pm$ 0,31	14,2 $\pm$ 0,39**
	5	16,2 $\pm$ 0,23	11,0 $\pm$ 0,20***
	12	15,0 $\pm$ 0,23	15,6 $\pm$ 0,15
	30	12,4 $\pm$ 0,37	14,2 $\pm$ 0,42**
$\gamma$ -глобуліни, %	1	16,0 $\pm$ 0,24	15,7 $\pm$ 1,45
	5	17,0 $\pm$ 0,39	19,5 $\pm$ 0,69**
	12	16,3 $\pm$ 0,25	16,4 $\pm$ 0,45
	30	16,6 $\pm$ 0,20	13,4 $\pm$ 0,40***
A/G коефіцієнт	1	1,3 $\pm$ 0,06	1,5 $\pm$ 0,06
	5	1,1 $\pm$ 0,02	1,4 $\pm$ 0,03***
	12	1,3 $\pm$ 0,02	1,3 $\pm$ 0,04
	30	1,5 $\pm$ 0,04	1,6 $\pm$ 0,04

*Примітки:* ступінь вірогідності – \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ ; порівняно з показником у поросят контрольної групи.



Вміст альбумінів упродовж усього періоду досліду був дещо вищим у сироватці крові поросят дослідної групи порівняно з контролем. Збільшення рівня протеїну загального та його основної фракції – альбумінів у сироватці крові поросят дослідної групи свідчить про активацію анаболічного шляху обміну протеїнів та переважання процесів синтезу.

Уміст  $\alpha_1$ -глобулінів був у 1,8 раза вірогідно вищим на 9 добу в поросят дослідної групи порівняно з контролем; показник  $\alpha_2$ -глобулінів, навпаки, був нижчим у 1,4 раза в поросят дослідної групи на 5 добу, а на 9 добу майже не відрізнявся від контролю. Уміст  $\beta$ -глобулінів на початку досліду був незначно нижчим у сироватці крові поросят дослідної групи, але на 5-у добу був нижче вже у 1,5 раза, ніж у контролі; проте на 9-у добу майже не відрізнявся від показника в сироватці крові поросят контрольної групи, а на 30-у добу – вірогідно перевищував показник контролю.

Рівень  $\gamma$ -глобулінів на 5-у добу в сироватці крові поросят дослідної групи був у 1,2 раза вищим порівняно з контролем, проте на 30 добу, навпаки, у стільки ж разів нижчий. Зміни вмісту окремих фракцій протеїнів у сироватці крові поросят, ймовірно, зумовлені напруженням обмінних процесів у організмі. На зміну складу протеїнів сироватки крові поросят, зокрема на вміст  $\gamma$ -глобулінів, суттєвий вплив має їх надходження з молозивом свиноматки. Адже зі збільшенням часу опоросу змінюється склад молозива, а вміст  $\gamma$ -глобулінів у ньому зменшується. Також вплив на вміст різних фракцій білка в сироватці крові мають корми, які уже інтенсивно споживаються поросятами. Упродовж усього періоду досліджень значення показників обміну білків у сироватці крові поросят обох груп були в межах фізіологічних значень.

Протеїновий коефіцієнт – співвідношення альбумінів до глобулінів (А/Г) у сироватці крові поросят дослідної групи був вищим на першу, п'яту та тридцяту доби порівняно з показником у тварин контрольної групи.

### Висновки

Важливе діагностичне значення мають динаміка змін протеїну загального та кількісні взаємозв'язки між окремими протеїновими фракціями. За умови інтерпретації результатів визначення протеїну загального та білкових фракцій у сироватці крові варто мати на увазі ступінь їхньої специфічності, бо зсуви у співвідношенні білкових фракцій можуть бути зумовлені ураженнями різних органів чи систем. Для токсичного ураження печінки характерні помірне зменшення вмісту альбумінів, підвищення рівня  $\gamma$ -глобулінів, а також деяке або значне підвищення вмісту  $\beta$ -глобулінів, зниження величини альбумін-глобулінового коефіцієнта. Результати проведених досліджень білкового спектру сироватки крові поросят за впливу препаратів Феруму підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії виявилася ефективною – у разі відсутності народження мертвих плодів та клінічних ознак анемії.

*Перспективи подальших досліджень.* Для більш повної фармакологічної характеристики клатрохелату Феруму (IV) доцільно провести дослідження щодо визначення його мутагенної та тератогенної дії в організмі тварин.

### References

1. Antonyak, G. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., & Babych, N. O. (2006) *Zalizo v orhanizmi lyudyny i tvaryn (biohimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty)*. Lviv [In Ukrainian].
2. Danchuk, V. (2002). *Profilaktyka anemii u novonarodzhennykh porosiat Tvarynnytstvo Ukrainy*, 2, 23–25 [In Ukrainian].
3. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2018). *Vyznachennja parametriv gostroi toksychnosti ferumu (IV) na bilyh myshah. Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 308–312. doi: 10.15421/2018\_343 [In Ukrainian].
4. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2019). *Khronichna toksychnist klatrokhelatu Ferumu (IV) dlia bilykh shchuriv. Naukovyj visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny Ta Biotekhnologij Imeni S. Z. Gzhyckogo*, 21 (95), 15–21. doi: 10.32718/nvlvet9503 [In Ukrainian].
5. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2020). *Doslidzhennia pro-tyanemichnoi dii klatrokhelatu Ferumu(IV) na porosiatakh. Naukovyj visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny Ta Biotekhnologij Imeni S. Z. Gzhyckogo*, 22 (99), 107–115. doi: 10.32718/nvlvet9917 [In Ukrainian].
6. Karelyn, A. Y. (1983). *Anemiya porosiat*. Moskva. Rosselkhozizdat [In Russian].

7. Karput', I. M., & Nikoladze, M. G. (2001). Diagnostika i profilaktika alimentarnoj anemii porosjat. *Veterinarija*, 4, 34–37 [In Russian].
8. Karput', I. M., & Nikoladze, M. G. (2003). Obmen zheleza u zdorovyh i bol'nyh alimentarnoj anemiej porosjat. *Bulletin of the Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Belarus*, 4, 34–37 [In Russian].
9. Kotsiumbas, I. J. (2006). *Doklinichni doslidzhennja veterynarnyh likarskykh zasobiv*. Lviv. Triada plus [In Ukrainian].
10. Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2012). *Vnutrishni khvoroby tvaryn. Chastyna 1*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
11. Prystupa, T. I., Danchuk, V. V., Danchuk, O. V., & Kaplunenko, V. H. (2013). Rukhova aktivnist porosiat-sysuniv za vvedennia spoluk ferumu. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 12 (107), 60–63 [In Ukrainian].
12. Vered, P. I. (2003). Vyvchennia dii protyanemichnykh preparativ vitchyznianoho vyrobnytstva na orhanizm porosiat. *Zbirnyk materialiv III mizhvuzivskoi nauково-praktychnoi konferentsii aspirantiv «Suchasna aharna nauka: napriamy doslidzhen, stan i perspektyvy»*. Vinnytsia [In Ukrainian].
13. Boldt, D. H. (1999). New Perspectives on Iron: An Introduction. *The American Journal of the Medical Sciences*, 318 (4), 207–212. doi: 10.1016/S0002-9629(15)40625-1
14. Kegley, E. B., Speers, J. W., Flowers, W. L., & Schoenherr, W. D. (2002). Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. *Nutrition Research*, 22, 1209–1217.
15. Kim, J. C., Wilcock, P., & Bedford, M. R. (2018). Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 8–14.
16. Killip, S., & Bennett, M. (2008). Iron Deficiency Anemia. *American Family Physician*, 15, (78 (8)), 671–678.
17. Leyshon, B. J., Radlowski, E. C., Mudd, A. T., Steelman, A. J., & Johnson, R. W. (2016). Postnatal Iron Deficiency Alters Brain Development in Piglets. *The Journal of Nutrition*, 146 (7), 1420–1427. doi: 10.3945/jn.115.223636
18. Svoboda, M., & Drabek, J. (2005). Iron deficiency in suckling piglets: etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria*. 49, 104–111
19. Tomyň, S., Shylin, S. I., Bykov, D., Ksenofontov, V., Gumienna-Kontecka, E., Bon, V., & Fritsky, I. O. (2017) Indefinitely stable iron (IV) cage complexes formed in water by air oxidation. *Nature Communications*, 8, 1–8.
20. Wilkinson, J., Di X., Schönig, K., Buss, J., Kock, N., Cline, M., Saunders, T., Bujard, H., Torti, S., & Torti, F. (2006). Tissue-specific expression of ferritin H regulates cellular iron homeostasis in vivo. *Biochemical Journal*, 395 (3), 501–507. doi: 10.1042/BJ20060063

Стаття надійшла до редакції 07.02.2021 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С., Лозовий В. М., Коструб В. В., Лоза Ю. В., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Білковий спектр сироватки крові поросят за впливу препаратів Феруму. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 250–255.

© Духницький Володимир Богданович, Деркач Ірина Михайлівна, Деркач Сергій Степанович, Лозовий Віталій Миколайович, Коструб Василь Васильович, Лоза Юлія Володимирівна, Фрицький Ігор Олегович, Плутенко Максим Олександрович, 2021