




original article | UDC 612.3;591.132 | doi: 10.31210/visnyk2022.02.24

THE EFFECT OF COMPLEX FEED SUPPLEMENT ON IRON METABOLISM IN THE ORGANISM OF REARING PIGLETS

 O. Myronenko
V. Usachova*

 ORCID  [0000-0002-6067-3755](https://orcid.org/0000-0002-6067-3755)
ORCID  [0000-0002-5866-7006](https://orcid.org/0000-0002-5866-7006)

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: valentyina.usachova@gmail.com

How to Cite

 Myronenko, O., & Usachova, V. (2022). *The effect of complex feed supplement on iron metabolism in the organism of rearing piglets. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 205–211. doi: 10.31210/visnyk2022.02.24

At present, it is known about the effect of various factors, in particular, macro- and microelements on the processes of metabolism, digestion of feed nutrients and physiological condition of pigs. Iron is an important microelement affecting the optimal level of hemoglobin, and in case of its deficit in the organism of piglets, results in anemia and further growth retardation. The results of our own studies as to the peculiarities of iron metabolism in piglets after weaning at administering non-traditional complex feed supplement (CFS) in the diet were presented in the article. The CFS is composed of liprot, purple coneflower and dry mineral concentrate (is received as a result of mixing mineralized (stratum) water and wheat siftings with further moisture drying to 14-15 %). The purpose of our research was to study the impact of CFS on iron metabolism in rearing piglets' organism. The investigations were conducted at the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, in the laboratories of Embryos Reproduction Physiology and Transplantation, Zoo-Technical Analysis, and the Institute's experimental basis. To study iron content in the chime of piglets' different sections of gastro-intestinal tract, the method of binding fistulas on the stomach, empty intestines and ileum was used. Two groups of weaned piglets – control and experimental – were formed. The results of CFS's effect on iron concentration in the chime of different sections of gastro-intestinal tract, iron balance in the piglets' organism, the coefficient of its digestibility, iron content in the piglets' blood at 45 and 105 days of age were presented. During the experiment, the productivity of piglets was studied. It has been established that the digestion of crude protein, crude fat, and crude fiber in the piglets of the experimental group almost did not differ from the control group, while better reliable results were obtained as to the digestibility of dry matter – by 2.42 % ($p \leq 0.05$), organic matter – by 1.97 % ($p \leq 0.05$), and iron digestibility – by 1.76 % ($p \leq 0.05$). As a result of the conducted experiments, it has been established the use of diets containing CFS assisted in improving the piglets' digestion. Iron digestibility in the organism of the experimental animals was by 1.78 % higher than in the control piglets and made 62.89% and 61.11%, respectively. Adding CFS to the diet of young animals raised iron content in the blood serum by 74.86 %. In the process of feeding the CFS to the rearing piglets, the positive effect of the supplement on their growth was registered, which was confirmed by the reliable increase in the average daily weight gain by 17.7 % ($p \leq 0.001$).

Key words: rearing piglets, feed supplement, iron metabolism, liprot, stratum water, chime, gastro-intestinal tract, coefficient of digestibility, digestibility, blood indices, average daily weight gain.

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА ОБМІН ЗАЛІЗА В ОРГАНІЗМІ ПОРОСЯТ НА ДОРОЩУВАННІ

О. І. Мироненко, В. Є. Усачова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

На сьогодні відомо про вплив різних факторів, зокрема макро- і мікроелементів на процеси обміну речовин, перетравність поживних речовин корму та фізіологічний стан свиней. Залізо є важливим мікроелементом, який впливає на оптимальний рівень гемоглобіну, а перебуваючи у стані дефіциту в організмі поросят, призводить до анемії з подальшою затримкою росту. У статті викладені матеріали власних досліджень щодо особливості обміну заліза у поросят після відлучення при введенні в раціони нетрадиційної комплексної кормової добавки (ККД). До складу ККД входить ліпрот, ехінацея пурпурова та сухий мінеральний концентрат (отримують у результаті змішування мінералізованої (пластової) води і пшеничних висівок з подальшим висушуванням вологи до 14–15 %). Метою наших досліджень було з'ясувати вплив ККД на обмін заліза в організмі поросят на дорощуванні. Дослідження проводили на базі Інституту свинарства і АПВ НААН України в лабораторіях фізіології відтворення і трансплантації ембріонів, зоотехнічного аналізу та експериментальній базі інституту. Для вивчення вмісту заліза в хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту поросят використовували методику накладання фістул на шлунок, порожню та клубову кишки. Було сформовано дві групи поросят після відлучення – контрольна та дослідна. Представлені результати впливу ККД на концентрацію заліза в хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту, баланс заліза в організмі поросят, коефіцієнти його засвоєння, вміст заліза у крові поросят у 45-и та 105-и денному віці. Протягом дослідів вивчали продуктивність поросят. Встановлено, що перетравлення сирого протеїну, сирого жиру, сирого клітковини у поросят дослідної групи майже не відрізнялося від контрольної групи, тоді як отримані кращі достовірні результати перетравності ними сухої речовини – на 2,42 % ($p \leq 0,05$), органічної речовини – на 1,97 % ($p \leq 0,05$) та БЕР – на 1,76 % ($p \leq 0,05$). У результаті проведених досліджень встановлено, що використання раціонів з комплексною кормовою добавкою сприяло покращенню травлення в поросят. Засвоєння заліза в організмі дослідних тварин було на 1,78 % більше, ніж у контрольних і складало 62,89 % та 61,11 % відповідно. Введення до раціонів молодняку свиней ККД підвищило вміст заліза в сироватці крові на 74,86 %. У процесі згодовування комплексної кормової добавки поросят на дорощуванні визначена позитивна дія добавки на стан їхнього росту, що підтверджено достовірним підвищенням середньодобових приростів на 17,7 % ($p \leq 0,001$).

Ключові слова: поросята на дорощуванні, кормова добавка, обмін заліза, ліпрот, пластова вода, хімус, шлунково-кишковий тракт, коефіцієнти перетравності, засвоєння, показники крові, середньодобовий приріст.

Вступ

Висока продуктивність свиней можлива лише у разі збалансованої годівлі, зокрема за мінеральними речовинами. Макро- та мікроелементи поряд із протеїнами, жирами та вуглеводами відіграють важливу роль у метаболічних процесах, які відбуваються в організмі тварин на клітинному рівні. Вони підтримують гомеостаз міжклітинної рідини та фізико-хімічний стан протеїнів, забезпечують необхідну кислотно-лужну рівновагу та осмотичний тиск між кров'ю і позаклітинною рідиною [1, 6, 21].

Аналіз літературних даних показує, що останніми роками з'явилося багато пропозицій застосування різних добавок до раціонів поросят. Наукові дослідження з вивчення впливу кормових добавок на обмін речовин в організмі поросят проводяться вченими в цьому напрямі [2, 4, 15, 22, 26, 27, 29].

Завдяки дослідженням низки вітчизняних та іноземних учених накопичена кількість матеріалу з питань впливу різних факторів, зокрема макро- і мікроелементів на процеси обміну речовин у тварин, перетравність поживних речовин корму та фізіологічний стан свиней [10, 11, 12, 17, 19, 20, 23, 24, 28]. Вплив нетрадиційних кормових добавок на мінеральний обмін, зокрема обмін заліза в організмі поросят, вивчено недостатньо, тому дослідження впливу комплексної кормової добавки (ККД) на

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

основі ліпроту, ехінацеї пурпурової та сухого мінерального концентрату на обмін заліза в організмі поросят на дорощуванні є актуальним і викликає теоретичний і практичний інтерес [7, 8].

Мета цієї роботи – виявлення впливу ККД на обмін заліза в організмі поросят на дорощуванні. Відповідно, для досягнення мети дослідження потрібно виконати такі завдання:

- охарактеризувати вплив комплексної кормової добавки на концентрацію заліза у хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту;
- визначити баланс заліза в організмі тварин та коефіцієнти його засвоєння;
- з'ясувати показники вмісту заліза у крові поросят у 45-и і 105-и денному віці;
- дослідити показники продуктивності піддослідних тварин.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі Інституту свинарства і АПВ НААН України в лабораторіях фізіології відтворення і трансплантації ембріонів, зоотехнічного аналізу та експериментальній базі інституту.

У фізіологічному обмінному досліді вивчали вплив комплексної кормової добавки на обмін заліза в організмі молодняку свиней. Дослід проводили за методикою М. А. Коваленка [13]. У експериментах були використані поросята після відлучення та розділені на групи за методом аналогів. Годівля поросят здійснювалася згідно з нормами годівлі свиней відповідного віку.

Для вивчення вмісту заліза у хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту поросят використовували методику накладання фістул на порожню та клубову кишки і шлунок за О. В. Квасницьким.

У сироватці крові та хімусі шлунково-кишкового тракту вміст заліза визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Приріст тварин визначали на основі зважування на початку та в кінці підготовчого та основного періодів, розраховували живу масу тварин, їх середньодобові прирости та абсолютний приріст.

Біометрична обробка даних проведена за Н. А. Плохінським із використанням комп'ютерних програм MS Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Для одержання достовірних даних завжди використовували тварин контрольних і дослідних груп, яких годували однаковим комбікормом, що містив кукурудзу, пшеницю, ячмінь, горох, пшеничні висівки, кісткове борошно і соняшниковий шрот з додаванням у дослідній групі комплексної кормової добавки. Вміст заліза в раціонах піддослідних тварин складав 178,4 мг.

Аналізуючи результати досліджень, враховували концентрацію заліза у хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту, динаміку його під час голодної проби і впродовж травлення спожитого корму, баланс заліза в організмі поросят, а також гематологічні показники.

Концентрація заліза в хімусі протягом досліду змінювалася (табл. 1). Найвища концентрація його склала 1042,96 мкмоль/л (в хімусі шлунку) через дві години після прийому корму. У дослідній групі кількість заліза збільшилася на 18,0 % ($p \leq 0,001$) порівняно з контрольною групою. Далі концентрація заліза поступово вірогідно знижувалася (через чотири та шість годин після годівлі), хоча і не перевищувала рівня її до прийому корму. У порожній кишці рівень заліза в хімусі поступово зменшився порівняно зі шлуком.

1. Динаміка концентрації заліза у хімусі різних відділів шлунково-кишкового тракту піддослідних поросят, $M \pm m$, $n=20$

Відбір проб через різні інтервали, год.	n	Групи	
		контрольна, ОР	дослідна, ОР з ККД
Шлунок			
0	6	730,91±21,67	847,08±30,45**
2	6	883,74±29,73	1042,96±26,86***
4	6	847,72±26,68	974,07±24,36**
6	6	634,73±18,80	719,21±29,37*
У середньому	24	774,28±28,52	869,83±30,64**

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Порожня кишка			
0	6	552,70±15,19	643,33±12,69***
2	6	704,10±17,70	778,60±15,73
4	6	654,37±17,88	720,82±14,30*
6	6	466,97±16,80	548,64±15,03**
<i>У середньому</i>	24	594,54±27,16	672,84±26,09
Клубова кишка			
0	6	618,85±13,07	704,88±19,85**
2	6	756,58±21,49	851,14±14,51**
4	6	713,77±17,91	799,50±17,40**
6	6	539,21±31,70	596,76±19,40
<i>У середньому</i>	24	657,10±24,71	738,07±26,51*

Примітки: інтервали: одиниці виміру концентрації Fe – мкмоль/л; 0 – зразки до годівлі, 2, 4, 6 – через 2, 4, та 6 год. після прийому корму; n – кількість зразків; ступінь вірогідності – *p<0,05, – **p<0,01, – ***p<0,001 – порівняно з показником у поросят контрольної групи.

Встановлено, що до прийому корму у тварин, які одержували ККД концентрація заліза збільшилася на 16,4 % (p≤0,001) порівняно з контролем. Порівняно з порожньою кишкою рівень вмісту заліза в хімусі клубової кишки підвищувався: до прийому корму на 13,9 % (p≤0,01), через дві години після годівлі – на 12,5 % (p≤0,01), через чотири години – на 12,0 % (p≤0,01) проти контрольної групи.

Встановлено, що через шість годин після годівлі концентрація заліза у поросят дослідної групи вірогідно збільшувалася відносно контролю (рис.). Порівняно з порожньою кишкою рівень вмісту заліза в хімусі клубової кишки підвищувався: через дві години після годівлі на 12,5 % (p≤0,01), через чотири години на 12,0 % (p≤0,01) відносно контрольної групи.

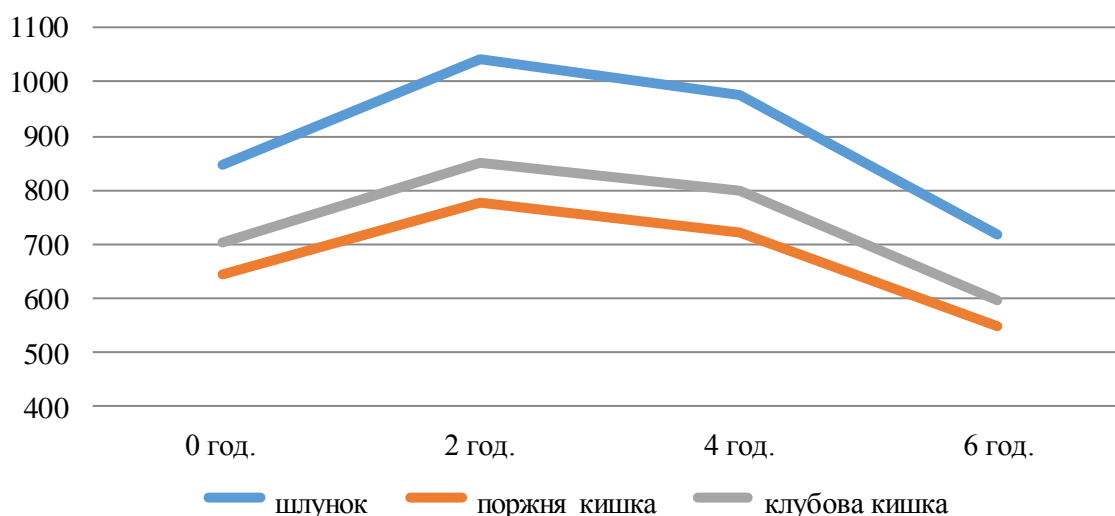


Рис. 1. Динаміка концентрації заліза в окремих відділах шлунково-кишкового тракту під час дії ККД через різні інтервали відбору проб хімусу

З метою визначення балансу заліза та коефіцієнти його засвоєння в організмі поросят були проведені розрахунки на фоні показників, одержаних у фізіологічному балансовому досліді. У таблиці 2 представлені дані середньодобового балансу заліза в організмі поросят.

2. Середньодобовий баланс заліза в організмі поросят, $M \pm m$, n=4

Групи тварин	Прийнято, г	Виділено з калом, г	Засвоїлося, г	Виділено з сечею, г	Засвоєно, г	Коефіцієнт засвоєння, %
Контрольна	179,39	50,22±1,14	129,17±1,14	19,55±2,77	109,62±3,65	61,11±2,03
Дослідна	178,42	50,66±0,43	127,76±0,43	15,54±0,80	112,22±1,08	62,89±0,60

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

За результатами фізіологічного дослідження були встановлені коефіцієнти перетравності поживних речовин контрольного раціону та раціону з комплексною кормовою добавкою у поросят після відлучення.

Поросята, які отримували до раціону ККД, перетравлювали сирий протеїн, сирий жир, сиру клітковину майже на тому рівні, як і в контрольній групі. Однак порівняно з контролем варто відмітити кращу перетравність ними сухої речовини – на 2,42 % ($p \leq 0,05$), органічної речовини – на 1,97 % ($p \leq 0,05$), БЕР – на 1,76 % ($p \leq 0,05$).

Аналізуючи баланс заліза в організмі поросят, потрібно відзначити, що засвоєння заліза у дослідних тварин було на 1,78 % більше, ніж у контрольних, але різниця не достовірна. Отже, комплексна кормова добавка до раціонів суттєво не впливала на засвоєння заліза в організмі поросят. Коефіцієнти засвоєння заліза становлять відповідно: 61,11 % та 62,89 %.

Звертає увагу той факт, що з усіх мінеральних елементів, які вивчали в досліді (кальцій, фосфор, натрій, калій), коефіцієнт засвоєння заліза був найвищим (62,89 %) і складав відповідно у тварин дослідної групи 56,74 %, 57,78 %, 45,41 % та 46,21 %.

Поряд з вивченням динаміки заліза в хімусі шлунково-кишкового тракту, перетравності поживних речовин і балансу заліза в організмі поросят, проводили гематологічні дослідження фізіологічного стану молодняку свиней контрольної та дослідної груп під впливом комплексної кормової добавки на ріст і розвиток поросят.

У таблиці 3 представлені дані вмісту заліза у крові піддослідних свиней у 45-и і 105-и денному віці.

Згодуювання піддослідному молодняку запропонованої кормової добавки сприяло підвищенню у крові показника заліза у 105-и денному віці на 74,86 % ($p \leq 0,01$) порівняно з контрольним поголів'ям і майже у два рази більше порівняно з 45-и денним віком.

3. Вміст заліза у крові піддослідних поросят різного віку (мкмоль/л), $M \pm m$, $n=5$

Вік тварин, дів	Контрольна група	Дослідна група	Порівняно з контролем, %
45	51,34 \pm 7,12	50,96 \pm 8,02	99,26
105	62,46 \pm 10,22	109,2 \pm 34,71*	74,86

Примітки: * – $p \leq 0,05$ – вірогідність різниці між показниками контрольної та дослідної груп.

Така зміна вмісту заліза у крові, очевидно, обумовлена наявністю в добавці ехінацеї пурпурової, яка містить значну кількість мікроелементів, особливо залізо. Цей мікроелемент бере участь в утворенні крові, ферментів, обміну речовин, які необхідні для росту та розвитку свиней. Таке припущення підтверджується даними показників гемоглобіну та загального білка в сироватці крові, які у 45-и денному віці були на 2,55 % вище у дослідних і контрольних тварин відповідно (87,29 \pm 0,35, 89,52 \pm 0,48), а у 105-и денному віці на 18,64 % вище у дослідній групі тварин (93,4 \pm 0,36 – контрольна, 110,81 \pm 0,24 – дослідна). Показники загального білка у сироватці крові також дещо підвищилися у підсвинків дослідної групи. Наші результати перетинаються з даними інших учених [16].

Через збільшення гемоглобіну у крові поросят покращується транспорт кисню до тканин, що призводить до підвищення резистентності організму та покращенню фізіологічного стану піддослідних тварин. Отримані дані близькі до даних низки інших авторів [3, 5, 14, 18].

Цей висновок підтверджено показниками розвитку поросят протягом дослідження. Під час згодуювання комплексної кормової добавки відмічено позитивну її дію на стан їх росту та здоров'я. Але динаміка середньодобових приростів піддослідних поросят була неоднаковою: в перші 15 днів від початку досліджень значення цього показника було вірогідно вищим у дослідній групі на 6,9 % ($p \leq 0,001$). У наступний аналогічний період показник зріс на 24 % ($p \leq 0,001$), після чого перебував у межах 13,6 та 17,7 % ($p \leq 0,001$).

За весь період науково-господарського дослідження поросята дослідної групи були важчими на 3,55 кг ($p \leq 0,001$). Тварини дослідної групи мали 444 г середньодобового приросту проти 382 г у контролі (16,23 % більше), втрати кормів на 1 кг приросту також були більшими (на 2,88 %).

Незважаючи на те, що добавки ККД були припинені у 105-и денному віці, годівлю тварин контрольної та дослідної груп проводили за основним раціоном, тварини досягли живої маси 100 кг у різні терміни: дослідні – за 200, а контрольні – за 212 днів. Середньодобові прирости у дослідній групі склали 653 г, а в контрольній 612 г ($p \leq 0,05$).

У наукових працях інших авторів [9, 25, 30] представлені дані, як кормові добавки інтенсифікують процеси обміну речовин в організмі тварин та підвищують показники росту та розвитку поросят.

Висновки

1. Під час нашого дослідження було встановлено, що комплексна кормова добавка, до складу якої входить ліпрот, ехінацея пурпурова та сухий мінеральний концентрат з пластових вод і пшеничних висівок, є додатковим джерелом заліза в раціонах поросят на дорощуванні.

2. Застосування ККД у годівлі тварин сприяло покращенню їхнього травлення. Одержані експериментальні дані показали, що порівняно з контрольною групою у поросят дослідної групи, яких годували раціонами з добавкою ККД, у хімусі шлунку заліза було більше на 11 % ($p \leq 0,01$), у хімусі порожньої кишки на 13,2 % ($p \leq 0,01$), а в хімусі клубової кишки на 12,3 % ($p \leq 0,05$).

3. Засвоєння заліза в організмі поросят на дорощуванні у дослідних тварин було на 1,78 % більше, ніж у контрольних і складало 62,89 % та 61,11 % відповідно.

4. Згодовування молодняку свиней раціонів з уведенням ККД показало підвищення заліза в сироватці крові на 74,86 %.

5. У процесі згодовування ККД поросятам варто відзначити позитивну дію добавки на стан їхнього росту та здоров'я. Внесення комплексної кормової добавки до складу раціонів поросятам після відлучення сприяло підвищенню їх середньодобових приростів на 17,7 % ($p \leq 0,001$).

Перспективи подальших досліджень пов'язані з доцільним продовженням експериментів щодо застосування у свинарстві комплексних кормових добавок у складі раціонів для стимулювання фізіологічних процесів в організмі поросят.

References

1. Berezhniuk, N. A., & Chornolata, L. P. (2017). Balansuvannya mineralnogo zhyvlennia svynei. *Ahrarna Nauka ta Kharchovi Tekhnolohii*, 5 (99(1)), 23–29. [In Ukrainian].
2. Biliavtseva, V. V. (2017). Produktivnist molodniaku svynei za zghodovuvannya bilkovo-vitaminno-mineralnoi dobavky «Enervik». *Candidate's thesis*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
3. Verbelchuk, T. V., & Verbelchuk, S. P. (2012). Obmin azotu i mineralnykh elementiv v orhanizmi molodniaku svynei pry vykorystanni okremykh netradytsiinykh kormovykh dobavok. *Visnyk. Visnyk Sumskoho Natsionalnogo Ahrarnoho Universytetu. Serii: «Tvarynyystvo»*, 12 (21), 110–113. [In Ukrainian].
4. Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., Kovalchuk, I. I., Kovalchuk, I. V., Vasyliiev, R. O., & Klym, V. R. (2021). Balans ferumu ta midi v orhanizmi svynei *Visnyk Sumskoho Natsionalnogo Ahrarnoho Universytetu. Serii: «Tvarynyystvo»*, 2 (45), 77–82. doi: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.11 [In Ukrainian].
5. Derkach, I., Dukhnitsky, V., Derkach, S., Lozovyi V., Kostrub, V., Losa, Y., Midyk, S., Morozova, V., Ushkalov, V., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2021). Influence of Iron(IV) clatrochelate on iron content in some internal organs of piglets. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 188–194. doi: 10.31210/visnyk2021.04.24
6. Klitsenko, H. T., Kulyk, M. F., Kosenko, M. V., & Lisovenko, V. T. (2015). Mineralne zhyvlennia svynei. *Efektivne Tvarynyystvo*, 8, 35–39. [In Ukrainian].
7. Kovalenko, V. F., & Myronenko, O. I. (2009). Vplyv mineralnykh dobavok na stan khimusu v riznykh viddilakh travnogo traktu porosiat. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 49–52. [In Ukrainian].
8. Kovalenko, V. F., Myronenko, O. I., Yatsenko, L. I. & Borodai, O. V. (2004). *Patent Ukrainy № 7699*. Kyiv: Ukrpatent [In Ukrainian].
9. Maistrenko, A. N., & Dimchia, H. H. (2017). Vplyv riznykh kormovykh dobavok na rist ta produktivnist remontnykh svynok. *Zernovi Kultury*, 11, 154–158. [In Ukrainian].
10. Maistrenko, A. N., Dimchia, H. H., & Denysiuk, O. V. (2017). Vplyv kormovykh dobavok na rist svynok v perekhidnyi period. *Zernovi Kultury*, 3 (1), 149–153. [In Ukrainian].
11. Maistrenko, A. N., & Dimchia, H. H. (2018). Otsinka vplyvu kormovykh dobavok na produktivni yakosti pidsysnykh svynomatok ta yikh potomstva. *Zernovi Kultury*, 2 (2), 386–392. [In Ukrainian].
12. Makartsev, N. H. (2013). Vliyanye premyksov s raznymi dobavkami zheleza, tsynka y medy na produktivnost, obmen veshchestv y obespechennost vytamynamy y mykroelementamy molodniaka svynei. *Efektivni Kormy ta Hodivlia*, 6, 18–22. [In Ukrainian; In Russian].
13. Pochernyaev, F. K. (Ed.). (1977). *Metodiki issledovaniy po svinovodstvu*. Harkov, 1977. 152 s. [In Russian].

14. Novhorodska, N. V., Lotka, H. I., Bondar, A. M. (2011). Balans zaliza ta midi u molodniaku svynei za riznykh premiksiv u povnoratsionnykh kombikormakh. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 6 (46), 53–56. [In Ukrainian].
15. Pentyliuk, S. I. (2004). Lizyn-proteinovi dobavky u hodivli svynei. *Biologhotekhnolohichniy fakultet-ahrarnomu vyrobnytstvu. Zbirnyk naukovykh rozrobok*. Kherson [In Ukrainian].
16. Pylypets, A. Z., Svarchevska, O. Z., Buchko, O. M., & Ponkalo, L. I. (2016). Lipidnyi sklad plazmy krovi porosiat u period vidluchennia vid svynomatok za dii spoluk mikroelementiv. *Biolohiia Tvaryn*, 18 (2), 73–79. [In Ukrainian].
17. Podkhaliuzina, O. M., Bomko, V. S., & Kuzmenko, O. A. (2020). Peretravnist kormu ta produktyvnist molodniaku svynei na vidhodivli za vykorystannia zmishanolihandnoho kompleksu Kuprumu. *Tekhnolohiia Vyrobnytstva i Pererobky Produktsii Tvarynnytstva*, 1, 118–124. [In Ukrainian].
18. Svarchevska, O. Z. (2013). Diia biolohichno aktyvnoi kormovoi dobavky v ratsioni porosiat na okremi pokaznyky bilkovoho i vuhlevodnoho obminu v krovi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Podilskoho Derzhavnoho Tekhnichnoho Universytetu*, 21, 249–250. [In Ukrainian].
19. Trufanov, O. (2013). Mikroelementy u hodivli svynei. *Farmer*, 2, 114–115. [In Ukrainian].
20. Usenko, S. O., Siabro, A. S., Bereznytskyi, V., Chukhlib, Y. V., Slynko, V., & Myronenko, O. (2019). The latest aspects of pig mineral nutrition. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 126–133. doi: 10.31210/visnyk2019.04.15
21. Ushkalov, V. O., Skrypka, M. V., & Zapeka, I. Ye. (2013). Nadlyshok mikroelementiv u kormakh – faktor ryzyku dlia zdorov'ia molodniaku svynei. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 23, 268–270. [In Ukrainian].
22. Khalak, V. I. (2015). Balansuiuchi kormovi dobavky u ratsionakh svynomatok i porosiat. *Ahrobiznes Sohodni*, 24 (319), 15–18. [In Ukrainian].
23. Gonzalo, E., Létourneau-Montminy, M. P., Narcy, A., Bernier, J. F., & Pomar, C. (2018). Consequences of dietary calcium and phosphorus depletion and repletion feeding sequences on growth performance and body composition of growing pigs. *Animal*, 12 (6), 1165–1173. doi: 10.1017/s1751731117002567
24. Patterson, J. K., Lei, X. G., & Miller, D. D. (2008). The Pig as an Experimental Model for Elucidating the Mechanisms Governing Dietary Influence on Mineral Absorption. *Experimental Biology and Medicine*, 233 (6), 651–664. doi: 10.3181/0709-mr-262
25. Montoya, D., D'Angelo, M., Martín-Orúe, S. M., Rodríguez-Sorrento, A., Saladrigas-García, M., Araujo, C., Chabrilat T., Kerros S., & Castillejos, L. (2021). Effectiveness of two plant-based in-feed additives against an *Escherichia coli* F4 oral challenge in weaned piglets. *Animals*, 11 (7), 2024. doi: 10.3390/ani11072024
26. Maass, N., Bauer, J., Paulicks, B. R., Bohmer, B. M., & Roth-Maier, D. A. (2005). Efficiency of *Echinacea purpurea* on performance and immune status in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89 (7-8), 244–252. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00501.x
27. Pluske, J. R. (2013). Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4 (1). doi: 10.1186/2049-1891-4-1
28. Warne, R. W. (2014). The Micro and Macro of Nutrients across Biological Scales. *Integrative and Comparative Biology*, 54 (5), 864–872. doi: 10.1093/icb/ucu071
29. Saladrigas-García, M., D'Angelo, M., Ko, H. L., Traserra, S., Nolis, P., Ramayo-Caldas, Y., Folch, J. M., Vergara, P., Llonch, P., Pérez, J. F., & Martín-Orúe, S. M. (2021). Early socialization and environmental enrichment of lactating piglets affects the caecal microbiota and metabolomic response after weaning. *Scientific Reports*, 11 (1). doi: 10.1038/s41598-021-85460-7
30. Soetan, K. O., Olaiya, C. O., & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants; a review. *African Journal of Food Science*, 4 (5), 200–222.

Стаття надійшла до редакції: 27.04.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мируненко О. І., Усачова В. Є. Вплив комплексної кормової добавки на обмін заліза в організмі поросят на дорощуванні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 205–211.

© Мируненко Олена Іванівна, Усачова Валентина Євгенівна, 2022