



UDC 636:4:591.3

## HEMOCYTOPOIESIS AND THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN THE BLOOD OF SOWS OF DIFFERENT PREGNANCIES

A. Zamazyi, V. Simon

Article info

Received  
02.04.2020

Accepted  
27.05.2020

Poltava State  
Agrarian  
Academy  
1/3, Scovorody Str.,  
Poltava,  
36003, Ukraine

E-mail: [ywrum@rambler.ru](mailto:ywrum@rambler.ru)

**Zamazyi, A., Simon, V. (2020). Hemocytopoiesis and the content of microelements in the blood of sows of different pregnancies. Scientific Horizons, 05 (90), 97–104. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-97-104.**

The article presents research data that allowed to establish the dynamics of hemocytopoiesis and the content of trace elements in the blood of sows of the first, second and third pregnancy. It is proved that sow pregnancy is accompanied by a probable increase in the number of erythrocytes and leukocytes in the blood and an incredible hemoglobin content, which we associate with the adaptive response of sows to the growth and development of fetuses. This direction of the processes of hemocytopoiesis is associated with the formation of the necessary physiological conditions for growth and development of fetuses, and in sows of the first pregnancy and for the full development of their own sows. It was found that in sows of the second pregnancy the content of microelements in the blood remained higher than in experimental animals of the first group. Thus, the content of copper in the blood of experimental animals of the second group during the study was 1.07, 1.07 and 1.04 times higher than these indicators of experimental animals of the first group. This may be due to the fact that before the second farrowing is the physiological formation of the body of sows and the use of trace elements is only for the growth and development of the fetus. However, during the experiment, the content of copper and iron in the blood of sows of the second control group was, respectively, 1.04 - 1.10 times and 1.08–1.10 times higher than these indicators of the blood of sows of the experimental group. Significantly less, 1.06, 1.21 ( $p < 0.01$ ) and 1.11 times ( $p < 0.05$ ) was the content of selenium in the blood of animals of the experimental group. In our opinion, this is very important given the role of the above trace elements in the activity of enzymes such as carbonic anhydrase, glutathione peroxidase, catalase, peroxidase. We found a probable decrease in the content of selenium, cobalt and zinc in the blood of animals of all experimental groups, regardless of pregnancy.

**Key words:** shaped elements, dynamics, growth, Copper, Iron, Zinc.

## ГЕМОЦИТОПОЕЗ ТА ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У КРОВІ СВИНОМАТОК РІЗНОЇ СУПОРОСНОСТІ

A. A. Замазій, В. С. Симон

Полтавська державна аграрна академія  
вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

В статті наведені результати досліджень, які дозволили встановити наявність динаміки показників гемоцитопоезу та вмісту мікроелементів у крові свиноматок першої, другої та третьої супоросності. Доведено, що супоросність свиноматок супроводжується вірогідним підвищенням кількості еритроцитів і лейкоцитів в крові та тенденцію до підвищення вмісту гемоглобіну, що ми

пов'язуємо пристосувальною реакцією організму свиноматок на ріст та розвиток плодів. Таку направленість процесів гемоцитопоезу пов'язуємо з утворенням необхідних фізіологічних умов для росту та розвитку плодів, а у свиноматок першої супоросності і для повного розвитку власного організму свиноматок.

Встановлено, що у свиноматок другої супоросності вміст мікроелементів в крові залишався більше, ніж у дослідних тварин першої групи. Так, вміст Купруму в крові дослідних тварин другої групи під час досліджень виявився в 1,07, в 1,07 та в 1,04 раза більше даних показників дослідних тварин першої групи. Можливо, це пов'язано з тим, що до другого опоросу відбувається повне фізіологічне оформлення організму свиноматок, а мікроелементи впливають лише на ріст і розвиток плодів. Однак, за період досліду вміст Купруму та Феруму в крові свиноматок другої контрольної групи був відповідно в 1,04–1,10 раза та в 1,08–1,10 раза більше даних показників крові свиноматок дослідної групи. Значно менше, в 1,06, в 1,21 ( $p < 0,01$ ) та в 1,11 раза ( $p < 0,05$ ) був вміст селену в крові тварин дослідної групи. Вищезазначені мікроелементи відіграють важливу роль у активності таких ферментів, як карбоангідраза, глутатіонпероксидаза, каталаза, пероксидаза. Вірогідне зниження вмісту селену, кобальту та цинку нами виявлено в крові тварин усіх дослідних груп незалежно від супоросності.

**Ключові слова:** формені елементи, динаміка, ріст, Купрум, Ферум, Цинк.

### Вступ

Організація забезпечення організму свиноматок поживними речовинами, які б забезпечували потребу в протеїні, ліпідах, вуглеводах, макро- та мікроелементах, залежно від фізіологічного стану організму, періоду су поросності, є однією з найбільш значних проблем свинарства (Riznichuk et al., 2015). Це пов'язано з тим, що дані тварини є багатоплідними, скороспілими, що відображається на обміні речовин у період су поросності або відгодівлі та формує вимоги організму до надходження поживних речовин з кормами раціону (Leont'ev & Kul'makova, 2012; Klos & Dzhuls, 2012).

Одними з найважливіших компонентів, які вводяться до раціону свиней та впливають на фізіологічний стан організму і при відлученні поросят (Zaleski & Hacker, 1993) та на травні ферменти (Ma et al., 2015) є вітаміни, мікро- та макроелементи. Данні компоненти в процесі обміну речовин відіграють важливу роль в життєздатності організму, вони володіють високою біологічною активністю, є одними з найважливіших факторів, які впливають на продуктивні якості (Solà-Oriol & Gasa, 2017) репродуктивну функцію та захисні механізми організму свиней. Кормові добавки, вітаміни, мікро- та макроелементи використовуються не тільки для попередження авітамінозів, але і як засіб підвищення продуктивності та репродуктивної здатності організму тварин, зниження затрат на їх утримання та збільшення оплати корму (Kazanceva, 2013; Perevozchikov, 2013).

За даними деяких дослідників (Korolyuk et al., 1986; Andreeva, 2004) значення макро- та мікроелементів визначаються тим, що вони є складовими компонентами різноманітних ферментів, які активізують обмін речовин, впливають на резистентність організму (Machula et al., 2017; Cherniy et al., 2018) процеси відтворення та отримання життєздатного приплоду. Особливого значення вони набувають в організмі супоросних свиноматок, враховуючи те, що одночасно в їх організмі відбувається ріст та розвиток 10–12 плодів, і у короткий строк (112–115 діб). Біохімічні дослідження крові свиноматок (Khalak, 2020) різного фізіологічного стану та періоду поросності свідчать про порушення всіх видів обміну речовин до 105 доби супоросності, мінерального обміну впродовж всього періоду супоросності (Ulitko et al., 2018), показників гомеостазу при відгодівлі (Kambur et al., 2019), макро- мікроелементів в організмі і особливо у печінці свиней (Zayko et al., 2013).

Одними з ключових мікроелементів для організму тварин є Купрум, (Todoruk et al., 2016) Ферум, Селен, Кобальт, Цинк (Barszcz et al., 2019; Ren Ping et al., 2019). Вони є біотичними елементами, які забезпечують ріст та розвиток організму, впливають на кровотворення, нормальну течію окисно-відновних процесів в організмі, на склад молока та плазми крові (Czech et al., 2011), а також на процеси кератинізації та пігментації. Значення мікроелементів в організмі визначається їх здатністю розривати та утворювати зв'язки, впливати на процеси тканинного

дихання. Низка окисних ферментів, які каталізують пряме окиснення атмосферним Оксигеном та беруть участь у процесах тканинного дихання, містять Купрум та інші мікроелементи в якості специфічного металокомпоненту. За недоліку мікроелементів у свиноматок спостерігається порушення відтворювальної функції (Ulitko et al., 2018).

В зв'язку з цим, метою наших досліджень було вивчення динаміки показників гемоцитопоезу та вмісту мікроелементів у крові свиноматок залежно від фізіологічного стану та періоду супоросності.

### Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2019–2020 рр. в умовах ЗАТ «Племсервіс» смт Градизьк Глобинського району Полтавської області та Полтавської державної аграрної академії.

Для проведення досліджень нами були сформовані три групи свиноматок за принципом аналогів по 6 голів у кожній. Троє тварин (не супоросні свиноматки) були віднесені до тварин контрольних підгрупи кожної групи, а по троє супоросних свиноматок першої, другої та третьої супоросності – до дослідних тварин відповідних дослідних груп. Кров у дослідних тварин відбирали на 30, 60 та 100 добу супоросності і, в цей же час, проводили відбір проб крові у контрольних тварин. Умови утримання та годівлі у тварин дослідних груп в експерименті були однаковими.

Аналіз зразків крові проводили в умовах лабораторії «Мед Лаб», м. Київ, ліцензія АЕ 571609. Морфологічні показники крові визначали на гематологічному аналізаторі System xs–1000. Мікроелементні дослідження зразків крові проводили фотометрично, на біохімічному аналізаторі, модуль Cobas C, фірма Roshe diagnostic.

Під час проведення експериментальних досліджень дотримуватися міжнародних вимог «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.), та відповідного Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447–IV від 21.06.2006 р.

Отриманий цифровий матеріал оброблений статистично за допомогою комп'ютерної

програми з визначенням середньої арифметичної ( $M$ ), статистичної помилки середньої арифметичної ( $m$ ), вірогідності різниці ( $p$ ) між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності ( $t$ ) Стьюдента. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ .

### Результати досліджень та обговорення

Проведені нами дослідження дозволяють стверджувати про різну динаміку показників гемоцитопоезу супоросних свиноматок залежно від його періоду.

Результати досліджень свідчать, що у тварин дослідної групи гематологічні показники знаходились в межах фізіологічних значень. При цьому, у свиноматок першої супоросності спостерігалось достовірне підвищення кількості еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну впродовж періоду досліджень. Кількість еритроцитів у крові дослідних свиноматок першої супоросності виявилася вище в 1,19–1,13 раза ( $p < 0,05$ ), лейкоцитів – у 1,10, 1,13 ( $p < 0,05$ ), та 1,38 ( $p < 0,01$ ) раза, гемоглобіну не вірогідно більше, ніж їх кількість у крові контрольних тварин (табл. 1).

Таку динаміку показників кількості червоних та білих клітин у крові супоросних свиноматок ми пов'язуємо з пристосуванням материнського організму до збереження власного гомеостазу, створення умов для росту і розвитку плодів та їх захисту. В цей період в організмі матері активізуються окисно-відновлювальні процеси, пов'язані з ростом плодів. В той же час, у крові свиноматок першої супоросності відмічається зниження вмісту Купруму впродовж росту та розвитку плодів.

Так, на 30 добу супоросності вміст даного елемента у крові дослідних свиноматок становив  $31,02 \pm 1,04$  мкмоль/л, що виявилось в 1,08 раза менше, ніж його вміст в крові даних свиноматок на 100 добу супоросності. Порівняно з тваринами контрольної групи, вміст Купруму в крові свиноматок першої супоросності був на 60 добу досліджень в 1,10 раза, а на 100 добу в 1,11 раза менше, ніж у тварин контрольної групи ( $p < 0,05$ ). Феруму в крові свиноматок першої супоросності виявлено впродовж дослідів на рівні  $20,02 \pm 1,06$ ,  $19,44 \pm 0,94$  та  $17,18 \pm 1,12$  мкмоль/л, що на 100 добу досліджень було в 1,17 раза менше, ніж на 30 добу досліджень ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 1. Показники гемоцитопоезу та вміст мікроелементів у крові свиноматок першої супоросності ( $M \pm m$ ,  $n=3/3$ )

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Еритроцити, $10^{12}/л$	К	5,44±0,50	5,58±0,62	6,02±0,36
	Д	5,35±0,25	6,63±0,11*	6,78±0,12*
Лейкоцити, $10^9/л$	К	14,88±1,22	14,92±1,02	15,04±0,96
	Д	16,37±1,27*	16,88±1,22*	20,80±1,40**
Гемоглобін, г/л	К	103,40±3,66	105,12±2,24	106,34±3,12
	Д	104,20±2,12	108,00±2,50	113,55±2,35
Купрум, мкмоль/л	К	30,50±0,90	31,76±0,76	32,12±1,16
	Д	31,02±1,04	29,12±1,06	28,84±0,94
Ферум, мкмоль/л	К	19,80±0,56	21,14±1,18	21,96±1,42
	Д	20,02±1,06	19,44±0,94	17,18±1,12*
Цинк, мг/дл	К	15,40±0,86	16,20±0,72	16,84±0,82
	Д	16,34±0,92	15,12±0,68	14,34±0,42*
Кобальт, мкмоль/л	К	0,68±0,01	0,70±0,02	0,68±0,01
	Д	0,66±0,02	0,64±0,01	0,64±0,02
Селен, мкмоль/л	К	0,90±0,01	1,02±0,02	0,96±0,01
	Д	0,94±0,02	0,90±0,01	0,84±0,01
Марганець, мкмоль/л	К	0,52 ±0,02	0,52±0,01	0,50±0,01
	Д	0,50 ±0,03	0,48±0,01	0,46±0,02

Примітка:  $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ;  $p<0,001$ , порівняно з тваринами контрольної підгрупи.

На нашу думку, зниження вмісту Феруму в крові свиноматок першої супоросності свідчить про його інтенсивне його використання в процесі росту та розвитку плодів та на потреби власного організму. На користь цієї думки свідчить і більш низький вміст даного мікроелементу в крові супоросних свиноматок у порівнянні з тваринами контрольної групи (в 1,09–1,13 раза на 60 та 100 добу досліджень, ( $p<0,05$ )). Вміст Цинку в крові свиноматок дослідної групи (перша супоросність) за період виношування плодів знижувався в 1,14 раза і був на 60–100 добу досліджень в 1,07–1,17 раза менше, ніж у тварин контрольної групи ( $p<0,05$ ). Необхідно відмітити, що зниження вмісту Кобальту, Селену та Марганцю в крові супоросних свиноматок першої дослідної групи найбільш інтенсивно відбувається у період з 60 по 100 добу виношування плодів.

У свиноматок другої супоросності нами встановлена подібна динаміка гематологічних показників крові, як у дослідних свиноматок першої групи (табл. 2). Так, у тварин дослідних груп гематологічні показники знаходилися в межах фізіологічних значень.

Водночас у свиноматок другої супоросності спостерігалось достовірне підвищення вмісту еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну перед опоросом. Вміст еритроцитів виявився вище в 1,01–1,24 раза ( $p<0,05$ ), лейкоцитів – у 1,07–1,39 раза ( $p<0,01$ ), гемоглобіну – в 1,09 рази ( $p<0,05$ ), у порівнянні з тваринами контрольної групи (табл. 2).

Необхідно відмітити, що вміст мікроелементів у крові свиноматок другої супоросності повторював їх динаміку в крові дослідних свиноматок першої супоросності. Тобто їх вміст в крові свиноматок другої дослідної групи знижувався впродовж періоду супоросності і залишався значно менше, ніж у тварин контрольної підгрупи. Однак вміст мікроелементів в крові свиноматок другої дослідної групи залишався більше, ніж у дослідних тварин першої групи. Так, вміст Купруму в крові дослідних тварин другої групи під час досліджень був на рівні  $33,06 \pm 1,14$ ,  $31,12 \pm 0,78$  та  $30,12 \pm 1,22$  мкмоль/л, що не вірогідно, але в 1,07, в 1,07 та в 1,04 раза більше даних показників дослідних тварин першої групи.

Таблиця 2. Показники гемоцитопоезу та вміст мікроелементів у крові свиноматок другої супоросності, ( $M \pm m$ ,  $n=3/3$ )

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Еритроцити, $10^{12}/л$	К	5,40±1,80	5,92±0,54	6,28±0,56
	Д	5,60±0,45	6,78±0,20	6,89±0,93
Лейкоцити, $10^9/л$	К	14,91±2,33	15,20±1,40	15,14±2,02
	Д	16,35±1,65	16,90±1,50	21,20±0,60
Гемоглобін, г/л	К	105,15±1,90	103,24±2,48	106,60±3,20
	Д	105,00±2,00	108,90±1,70	114,00±2,60
Купрум, мкмоль/л	К	32,12±0,94	32,44±0,86	33,06±1,02
	Д	33,06±1,14	31,12±0,78	30,12±1,22
Ферум, мкмоль/л	К	25,18±1,16	26,08±1,24	26,42±1,06
	Д	26,04±2,02	24,12±1,94	23,92±1,82
Цинк, мг/дл	К	19,42±1,92	20,06±0,96	20,44±1,12
	Д	20,02±1,08	19,04±1,06	18,44±1,42
Кобальт, мкмоль/л	К	0,70±0,01	0,72±0,02	0,70±0,01
	Д	0,68±0,02	0,64±0,01	0,64±0,02
Селен, мкмоль/л	К	1,12±0,04	1,14±0,06	1,02±0,02
	Д	1,06±0,02	0,94±0,04	0,92±0,02
Марганець, мкмоль/л	К	0,52 ±0,02	0,50±0,04	0,52±0,02
	Д	0,50 ±0,02	0,48±0,01	0,46±0,01

Примітка:  $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ;  $p<0,001$ , порівняно з тваринами контрольної підгрупи.

Можливо, це пов'язано з тим, що до другого опоросу відбувається фізіологічне оформлення організму свиноматок і використання мікроелементів відбувається лише на ріст і розвиток плодів. Однак, за період дослідження вміст Купруму та Феруму в крові свиноматок другої контрольної групи був, відповідно, в 1,04–1,10 разів та в 1,08–1,10 разів більше даних показників крові свиноматок дослідної групи.

Значно менше, в 1,06, в 1,21 ( $p<0,01$ ) та в 1,11 разів ( $p<0,05$ ) був вміст селену в крові тварин дослідної групи. На нашу думку, це дуже важливо, враховуючи роль вищезазначених мікроелементів у активності таких ферментів, як карбоангідраза, глутатионпероксидаза, каталаза, пероксидаза.

У свиноматок третьої супоросності спостерігається аналогічна картина в динаміці гематологічних показників крові впродовж супоросності (табл. 3).

Так, кількість еритроцитів у крові тварин дослідної групи (третья супоросність) підвищується впродовж періоду росту та розвитку плодів відповідно в 1,03 разів на 30 добу, в 1,22 разів ( $p<0,05$ ) на 60 добу та в 1,16 разів на 100 добу досліджень ( $p<0,05$ ). Кількість лейкоцитів в крові тварин дослідної групи виявився в 1,10 разів більше в кінці першого місяця супоросності і в 1,35 разів на 100 добу дослідження ( $p<0,01$ ). Динаміка вмісту мікроелементів у крові свиноматок третьої супоросності характеризується їх зниженням впродовж росту та розвитку плодів.

Таким чином, нами встановлено, що у тварин контрольних та дослідних груп гематологічні показники знаходились в межах фізіологічних значень. Однак, за період супоросності пристосування реакція організму свиноматок на ріст та розвиток плодів супроводжується підвищенням кількості еритроцитів і лейкоцитів в крові та зниженням вмісту мікроелементів.

Таблиця 3. Показники гемоцитопоезу та вміст мікроелементів у крові свиноматок третьої супоросності ( $M \pm m$ ,  $n=3/3$ )

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Еритроцити, $10^{12}/л$	К	5,40±0,80	5,58±0,32	5,92±0,24
	Д	5,60±0,45	6,78±0,20*	6,89±1,23*
Лейкоцити, $10^9/л$	К	14,91±2,33	15,24±1,94	15,68±2,06
	Д	16,35±0,65	16,90±0,50	21,20±0,60**
Гемоглобін, г/л	К	105,15±1,95	107,32±2,02	106,94±2,46
	Д	105,00±2,00	108,90±2,70	114,05±2,65
Купрум, мкмоль/л	К	34,18±1,34	34,02±1,12	33,98±2,02
	Д	34,26±1,06	34,12±0,96	31,44±1,16
Ферум, мкмоль/л	К	26,14±1,32	27,02±0,88	27,12±1,06
	Д	26,54±1,42	25,16±1,26	24,84±1,02
Цинк, мг/дл	К	20,18±0,94	20,94±1,24	21,02±0,96
	Д	20,76±1,06	20,02±1,36	19,04±1,08
Кобальт, мкмоль/л	К	0,70±0,01	0,72±0,02	0,70±0,01
	Д	0,68±0,02	0,66±0,01	0,64±0,02
Селен, мкмоль/л	К	1,26±0,01	1,24±0,04	1,36±0,02
	Д	1,32±0,02	1,06±0,04	1,02±0,01
Марганець, мкмоль/л	К	0,54 ±0,03	0,54±0,02	0,56±0,02
	Д	0,52 ±0,02	0,50±0,02	0,50±0,03

Примітка:  $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ;  $p<0,001$ , порівняно з тваринами контрольної підгрупи.

Так, спостерігається достовірне підвищення вмісту еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну в порівняно з контрольними тваринами і, водночас, вміст такого елемента, як Купрум виявився в середньому в 1,35 раза менше, ніж у контрольних тварин. Вірогідне зниження вмісту Селену, Кобальту та Цинку нами виявлено в крові тварин усіх дослідних груп.

У перспективі дослідження з даної проблеми дозволять виявити динаміку процесів гемоцитопоезу, вмісту мікроелементів у крові та проводити адекватну корекцію недостатнього забезпечення організму супоросних свиноматок мікроелементами з метою формування фізіологічних умов виношування організмом матері плодів і отримання життєздатного приплоду.

### Висновки

1. Встановлено, що у свиноматок першої супоросності кількість еритроцитів у крові

виявилася в 1,19–1,13 раза ( $p<0,05$ ), лейкоцитів – у 1,10, 1,13 ( $p<0,05$ ) та 1,38 ( $p<0,01$ ) раза більше, ніж їх кількість у крові контрольних тварин.

2. У свиноматок другої та третьої дослідної груп кількість формених елементів у крові вірогідно підвищується впродовж супоросності ( $p<0,05$  і виявилися більшими, ніж їх кількість у крові дослідних тварин першої групи).

3. Вміст Купруму в крові свиноматок першої супоросності був на 60 добу досліджень в 1,10 раза, а на 100 добу в 1,11 раза менше, ніж у тварин контрольної групи ( $p<0,05$ ).

4. Феруму в крові свиноматок першої супоросності виявлено впродовж дослідів на рівні 20,02±1,06, 19,44±0,94 та 17,18±1,12 мкмоль/л, що на 100 добу досліджень було в 1,17 раза менше, ніж на 30 добу досліджень ( $p<0,05$ ).

5. У свиноматок другої супоросності спостерігалось достовірне підвищення вмісту еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну перед

опоросом. Вміст еритроцитів виявився більше в 1,01–1,24 раза ( $p < 0,05$ ), лейкоцитів – у 1,07–1,39 раза ( $p < 0,01$ ), гемоглобіну – в 1,09 раза ( $p < 0,05$ ), порівняно з даними показниками тварин контрольної групи.

6. Вміст мікроелементів у крові свиноматок другої та третьої супоросності характеризується їх зниженням впродовж періоду росту та розвитку плодів.

### References

- Andreieva, L. V., Verbytskyi, P. I., Vishchur, O. I., Vlizlo, O. I. & Vlizlo, V. V. (2004). Fiziolohe – biokhimichni metody doslidzhen u biologii, tvarynnystvii ta veterynarnoi medytsyni [Physiological - biochemical research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine]. Lviv [in Ukrainian].
- Barszcz, M., Taciak, M., Tuśnio, A., Čobanová, K. & Grešáková, L. (2019). The effect of organic and inorganic zinc source, used in combination with potato fiber, on growth, nutrient digestibility and biochemical blood profile in growing pigs. *Journal Article Livestock Science*, 227, 37–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.06.017>.
- Chorny, M. V., Matsenko, O. V., Shchepetilnikov, Yu. V., Maslak, Iu. V., Machula, O. S., Furda, I. V. ... Hutyi, B. V. (2018). Vplyv preparatu «Pres-Atsyd» na pokaznyky bilkovo-mineralnogo obminu i rezystentnist porosiat [Influence of the supplement «Press-Acid» on protein-mineral metabolism and resistance of piglets]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 20 (83), 320–324. doi:10.15421/nvlvet8364 [in Ukrainian].
- Czech, A., Stachyra, K. & Woźnica, A. (2011). Influence of feed enzymes on the content of mineral elements in sows milk and pigs blood plasma. *Jan in Annales UMCS, Zootechnica*, 29, 4. doi: <https://doi.org/10.2478/v10083-011-00216>.
- Kambur, M. D., Zamazyi, A. A. & Kassich, V. Yu. (2019). Vliyaniye kormleniya na obmen veshchestv sviney na otkorme [The effect of feeding on the metabolism of pigs in fattening]. *Sbornik nauchnykh statey po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70 letiyu RUP «Nauchno – prakticheskiy tsentr natsionalnoy akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu»* (pp. 245–248). Zhodino [in Russian].
- Kazantseva, N. P., Bass S. P. & Ovchinnikov, O. P. (2013). Biokhimicheskiye pokazateli krovi gibridnykh sviney [Biochemical blood counts of hybrid pigs]. *Nauchnoye obespecheniye APK. Itogi i perspektivy, materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA* (Vol. 1) (p. 215). Izhevsk: FGBO VPO Izhevskaya GSKhA [in Russian].
- Khalak, V. I. (2020). Relationship of biochemical parameters of blood serum with fattening and meat qualities and physicochemical properties of the longest back muscles of young pigs of large white breed. *The Scientific Journal Grain Crops*, 3, 361–368. doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0097>.
- Klos, V. & Teylor-Pikkard, D. A. (2012). Analiz kormleniya svinomatok v period suporosnosti [Analysis of feeding sows during gestation]. *Perspektivnoye svinovodstvo: teoriya i praktika*, 6, 12–18 [in Russian].
- Korolyuk, M. A., Ivanova, L. I., Mayorova, I. G. & Tokarev, V. E. (1986). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy [Method for determination of catalase activity]. *Laboratornoye delo*, 12, 724–727 [in Russian].
- Leontyev, L. B. & Kulmakova, N. I. (2012). Korrektsiya metabolizma v organizme svinomatok [Correction of metabolism in the body of sows]. *Agrorynok*, 10, 42–43 [in Russian].
- Ma, S., Ma, M., Mu, C., Yu, K. & Zhu, W. (2015). Comparisons of blood biochemical parameters, digestive enzyme activities and volatile fatty acid profile between Meishan and Yorkshire piglets. *Animal Nutrition*, 1 (4), 289–290. doi: [10.1016/j.aninu.2015.12.002](https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.12.002).
- Machula, O. S., Chorny, M. V., Shchepetilnikov, Yu. O. & Bondar, A. A. (2017). Rezystentnist i produktyvni yakosti porosiat pry vykorystanni preparativ RBS ta Imunolak [Resistance and productive qualities of piglets when using RBS and Imunolak]. *Biologichni aspekty tekhnologii tvarynnystva i vyrobnystva produktsii, materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (pp. 5–14). Mykolaiv : MNAU [in Ukrainian].
- Perevozchikov, A. L. (2013). Vliyaniye vitaminno-mineralnogo preparata Vitoligo M na vosproizvoditelnyye kachestva svinomatok [The influence of the vitamin-mineral preparation Vitoligo M on the reproductive qualities of sows]. *Nauchnoye obespecheniye APK. Itogi i perspektivy, materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu FGBOU VPO*

Izhevskaya GSKhA (Vol. 1) (p. 259). Izhevsk: FGBO VPO Izhevskaya GSKhA [in Russian].

Ren, P., Cushing, J. & Wedekind, K. (2019). Interactive effects of Zn sources, Cu sources and phytase on growth performance in nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 97, 212–213. doi: <https://doi.org/10.1093/jas/skz122.373>.

Riznychuk, I. F., Karunskyi, O. I. & Kyshlaly, O. K. (2015). Vykorystannia povnoratsionnykh kombikormiv u hodivli svynomatok pry intensyvni tekhnologii vyrobnytstva svynyny [The use of complete feed in the feeding of sows with intensive technology of pork production]. *Zernovi produkty i kombikormy*, 1, 17–24 [in Ukrainian].

Solà-Oriol, D. & Gasa, J. (2017). Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 34–52. doi: [10.1016/j.anifeedsci.2016.07.018](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.018).

Todoriuk, V. B., Hutyj, B. V., Khomyk, R. I. & Vasiv, R. O. (2016). Vplyv feroveta 7,5 % i ferosela na kontsentratsiiu mineralnykh rehovyn v syrovattsi krovi porosiat, khvorykh ferumdefitsytnoiu anemiieiu [Influence of ferovet 7.5% and ferosel T on the concentration of mineral substances in the blood serum of piglets suffering from Iron deficit anemia]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho*

*universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 18 (3), 139–143. doi: [10.15421/nvlvet7131](https://doi.org/10.15421/nvlvet7131) [in Ukrainian].

Ulitko, V. E., Korniyenko, A. V. & Savina, E. V. (2018). Uluchsheniye reproduktivnykh sposobnostey svinomatok v stressovykh situatsiyakh promyshlennykh kompleksov [Improving the reproductive abilities of sows in stressful situations of industrial complexes]. *Vestnik Ulianovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 4 (44), 210–215 [in Russian].

Zaleski, H. M. & Hacker, R. R. (1993). Effect of oxygen and neostigmine on stillbirth and pig viability. *Journal of Animal Science*, 71 (2), 298–305. doi: [10.2527/1993.712298x](https://doi.org/10.2527/1993.712298x).

Zayko O. A., Korotkevich O. S., Petukhov V. L. (2013). Soderzhaniye makro- i mikroyelementov v pecheni sviney skorospeloy myasnoy porody (SM-1) i ikh svyazi s urovnem svobodnykh aminokislot v syvorotke krovi [Content of macro- and trace elements in the liver of pigs of precocious meat breed (CM-1) and their correlations with the level of free amino acids in blood serum]. *Doklady akademii selskokhozyaystvennykh nauk*, 39, 499–502. doi: <https://doi.org/10.3103/s1068367413060232> [in Russian].