




original article | UDC 636:4:591.3 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.36

## CONTENT OF MACRO-ELEMENTS AND ACTIVITY OF BLOOD ENZYMES IN SOWS OF DIFFERENT PREGNANCIES


A. Zamaziy\*

ORCID  [0000-0003-3138-0424](https://orcid.org/0000-0003-3138-0424)


V. Simon

ORCID  [0000-0001-9896-1974](https://orcid.org/0000-0001-9896-1974)

Y. Karpenko

ORCID  [0000-0002-1651-1628](https://orcid.org/0000-0002-1651-1628)

A. Bohoslovska

ORCID  [0000-0003-1940-4067](https://orcid.org/0000-0003-1940-4067)

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

\*Corresponding author

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

### How to Cite

Zamaziy, A., Simon, V., Karpenko, Y., & Bohoslovska, A. (2021). Content of macro-elements and activity of blood enzymes in sows of different pregnancies. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 285–291. doi: 10.31210/visnyk2021.01.36

The article presents the study results of macro-element nutrition of sows, the dynamics of their content and activity of enzymes in the blood, which were determined on Konelab 30 automatic analyzer, during the first, second and third pregnancies, which indicated macro-elements' lower level in the animals' blood during the first period of gestation. The results of the studies prove that sows of the first pregnancy use calcium intensively. Subsequently, in sows of the experimental group, the calcium content was consistently reduced to the 100<sup>th</sup> day of gestation by 1.09 times. Similar dynamics was detected by us as to the content of phosphorus in animals' blood of the control and experimental groups (decrease by 1.08 times). However, the ratio of calcium to phosphorus was, on average, at the level of 1.18 in animals of the control group and 1.19 in sows of the experimental group. The content of potassium in the blood of sows of the control group (the first pregnancy) increased by 1.20 times ( $p < 0.01$ ), while in the body of pregnant sows its intensive using was registered, as evidenced by a decrease in its content by 6.06 % during pregnancy. Sodium content in the blood of sows of the control group fluctuated at the level of  $164.12 \pm 2.02 - 165.06 \pm 2.36$  mmol/l during the experiment. Calcium in the blood of animals of the first group was found, on average,  $1.71 \pm 0.22$  mmol/l, which was 2.14 % less than in the control, and phosphorus, on the average, in animals of this group during the experiment was by 1.18 times less than this indicator in the blood of sows of the third experimental group ( $p < 0.01$ ). The ratio of calcium to phosphorus content was higher in animals of the first experimental group and made, on average, 1.42 during the experiment, and in sows of the third experimental group it decreased to 1.23. The activity of LF was higher in the blood of animals of the second experimental group by 1.03–1.09 times, as compared with sows of the first and third experimental groups, and the activity of AST and SPGT were lower in the blood of animals of the third experimental group. The studies have shown that during the gestation period, regardless of the animals' age, there is a decrease in the content of essential macro-elements and increase of the enzymes' activity in the blood, which indicates metabolic stress during pregnancy in sows' organism.

**Key words:** period, pregnancy, macro-elements, dynamics.

**ВМІСТ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ КРОВІ СВИНОМАТОК РІЗНОЇ СУПОРОСНОСТІ**

*А. А. Замазій, В. С. Симон, Я. С. Карпенко, А. І. Богословська*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*У статті наведені результати досліджень макроелементного живлення свиноматок, динаміку їх вмісту та активність ферментів у крові, які визначали на автоматичному аналізаторі Konelab 30. Дослідження проводили під час першої, другої та третьої супоросності. Отримані результати свідчать про більш низький рівень їх вмісту у крові тварин під час першого періоду виношування плодів. Результати проведених досліджень доводять, що у свиноматок першої супоросності відбувається інтенсивне використання Кальцію. В подальшому у свиноматок дослідної групи вміст Кальцію послідовно знижувався до 100-ї доби супоросності в 1,09 раза. Така динаміка встановлена за показником вмісту Фосфору у крові тварин контрольної та дослідних груп (зниження в 1,08 раза). Однак співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було в середньому на рівні 1,18 у тварин контрольної групи і 1,19 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію у крові свиноматок контрольної групи (перша супоросність) підвищився в 1,20 раза ( $p < 0,01$ ), тоді як в організмі супоросних свиноматок відбувалося його інтенсивне використання, про що свідчить зниження його вмісту впродовж супоросності на 6,06 %. Вміст Натрію у крові свиноматок контрольної групи коливався на рівні  $164,12 \pm 2,02$  –  $165,06 \pm 2,36$  ммоль/л впродовж дослідження. Кальцію у крові тварин першої групи виявлено, в середньому,  $1,71 \pm 0,22$  ммоль/л, що на 2,14 % менше, ніж у контролі, а Фосфору в середньому у тварин цієї групи за період дослідження в 1,18 раза менше у крові свиноматок третьої дослідної групи ( $p < 0,01$ ). Співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було вище у тварин першої дослідної групи і становило в середньому за період дослідження 1,42, а у свиноматок третьої дослідної групи знижувалося до 1,23. Активність ЛФ виявилася вищою у крові тварин другої дослідної групи в 1,03–1,09 раза порівняно зі свиноматками першої та третьої дослідних груп, а активність AST і ALT були нижчими у крові тварин третьої дослідної групи. Результати досліджень доводять, що впродовж періоду супоросності незалежно від віку тварин відбувається зниження вмісту основних макроелементів і підвищується активність ферментів у крові, що свідчить про напруження обміну речовин у період супоросності в організмі свиноматок.*

**Ключові слова:** *період, супоросність, макроелементи, динаміка.*

**Вступ**

Забезпечення населення нашої держави м'ясом і м'ясопродуктами можливе за умов належного вивчення й підтримання галузі свинарства. Свинарство – одна з надважливих та економічно вигідних галузей агропромислового виробництва. Ця галузь АПК посідає перше місце в забезпеченні населення м'ясом та салом. М'ясо свиней – джерело біологічно повноцінних та висококалорійних поживних речовин: білка, ліпідів, мінеральних речовин, вітамінів, особливо групи В та Е. В організмі людини свинина перетравлюється на 95 %, а сало – на 98 % [1, 2]. Це вимагає визначати усі можливі варіанти підвищення ефективності галузі свинарства і насамперед через забезпечення тварин макро- та мікроелементами в усі періоди їхнього росту та розвитку і використання [3, 4]. Висока продуктивність тварин пов'язана з інтенсивним обміном, супроводжується зниженням імунітету, особливо це помітно на поголів'ї молочного скота та свиней [5]. За цих умов продуктивне використання корів знижується до 2–3-х лактацій, свиноматок до 2-х років. Вважають що основною причиною неефективного використання тварин, причиною їх вибраковки є метаболічні захворювання, обумовлені порушенням забезпечення організму поживними речовинами, макро-, мікроелементами, що вимагає ретельних досліджень [6, 7].

Особливості росту та розвитку свиней, швидке досягнення статевої і фізіологічної зрілості, можливість отримати від свиноматок 2,5–3,0 опоросів за рік призводять до надзвичайного навантаження на організм і спонукають розв'язувати проблеми вирощування та ефективного використання тварин. У цьому плані особливої уваги вимагають питання щодо підтримання гомеостазу організму свиноматок, зниження процесів перекисного окислення ліпідів та підвищення сталості показників гомеостазу, у яких велике значення відіграють макро- та мікроелементи [8–14].

Макро-, мікроелементи мають широкий спектр дії на фізіологічні функції та метаболізм в організмі тварин, є складниками багатьох ферментів, активуючи й інгібуючи їх. Відповідно, вони впливають

на загальний обмін в організмі, на використання протеїну кормів, жирів, вуглеводів, на життєві функції організму, а їх активність залежить від обміну речовин [15].

Важливими компонентами у формуванні активних функціональних систем є кальцій і фосфор, наявність яких слугує для формування кісток, а також у синтезі молока [10]. Доведено, що усі макроелементи входять до складу різних тканин в організмі та виконують важливі регуляторні функції як складові компоненти ферментів. До того ж кожний окремий макроелемент виконує власні специфічні функції [11]. Встановлено, що кальцій є головним структурним елементом кісткової тканини, бере участь у процесі синтезу молока, згортанні крові, забезпечує процес скорочення м'язів [12]. Цей елемент необхідний для повноцінного формування кісткової системи, росту та розвитку плодів. Особливу потребу в забезпечення цим елементом має організм супоросних свиноматок, зважаючи на той факт, що одночасно організм тварини виношує до 10–15 плодів [14]. Важливим компонентом макроелементного забезпечення є фосфор. Цей елемент також є структурним компонентом кісток, відіграє важливу роль у процесах енергетичного забезпечення, входить до складу ДНК та РНК, численних ферментів, фосфоліпідів. Дослідники вказують на те, що дефіцит фосфору в організмі супроводжується симптомами дефіциту вітаміну D [15]. Недостатнє забезпечення Фосфором супроводжується порушенням росту тварин у пре-, та постнатальні періоди розвитку, порушується мінералізація кісток, призводить до паралічу кінцівок. Натрій бере участь у підтриманні кислотно-лужного балансу в організмі, є компонентом натрій-калієвого насосу. Порушення забезпечення організму натрієм призводить до алкалозу або до ацидозу, що порушує активність ферментативних систем і відповідно негативно впливає на гомеостаз [14–16]. Обмін Натрію щільно пов'язаний з обміном Калію в організмі, оскільки калій є основним внутрішньоклітинним елементом. Цей елемент, як і Натрій бере участь у регенерації потенціалу дії, підтримує натрій-калієвий та кислотно-лужний баланси в організмі. Магній є коферментом багатьох ферментів, активує стабільність нуклеїнових кислот [17].

Мікроелементи кобальт, селен, мідь, залізо входять до складу багатьох біологічно-активних речовин. Елементом, необхідним для синтезу гемоглобіну, є залізо. Для синтезу цитохрому, що забезпечує процес генерації біологічної енергії, тобто АТФ. Залізо також важливе для активного функціонування дегідрогеназ, каталази та пероксидази, основних ферментів ПОЛ [17–19]. Інші мікроелементи, наприклад, мідь, потрібні для активності оксигенази, марганець – для трансфераз, магній – для фосфодегідраз, цинк – для карбоксилпептидази, селен – для глутатіонредуктази. Мікроелементи також забезпечують функціональну активність флавопротеїдів. Ці елементи необхідні для енергетичного обміну речовин у мітохондріях клітин та беруть участь у системі детоксикації Д-амінокислот [19]. Дослідники вказують на те, що ефективність ферментів залежить від одного – єдиного атома металу [18]. Зважаючи на це, мікроелементи в невеликих кількостях надзвичайно інтенсивно впливають на обмін речовин в організмі тварин різного фізіологічного стану та віку [19, 20].

*Мета роботи.* Дослідити динаміку макроелементів та активність ферментів в організмі свиноматок різної супоросності для адекватної їх корекції у процесі виношування плодів.

*Завдання досліджень.* Виявити вміст основних макроелементів та активність ферментів у крові свиноматок під час першої, другої та третьої супоросності.

### **Матеріали і методи досліджень**

Дослідження проводили упродовж 2019–2020 рр. в умовах ЗАО «Племсервіс» смт. Градижськ Глобинського району Полтавської області.

Для проведення досліджень ми сформували за принципом аналогів три групи свиноматок по 6 тварин у кожній: тварини контрольних груп (n=3) та свиноматки дослідних груп першої, другої та третьої супоросності (n=3). До контрольної групи були включені несупоросні свиноматки по три тварини, які були аналогами тварин першої, другої та третьої дослідної групи.

Аналіз зразків крові проводили на біохімічному автоматичному аналізаторі Konelab 30, виробництва Termo Fisher Scientific Фінляндії. Кров у дослідних та контрольних тварин відбирали на 30, 60 та 100 добу після супоросності.

Зразки крові від тварин відбирали згідно із загальноприйнятими методиками.

У період дослідження умови утримання та годівлі у тварин дослідних та контрольних груп були однаковими.

Під час експериментальних досліджень дотримувалися 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 поводжен-

ня» № 3447–IV від 21.06.2006 р. [21].

Вірогідність різниць результатів досліджень оцінювали за t-критерієм Стьюдента та проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0.

**Результати досліджень та їх обговорення**

Результати проведених досліджень (табл. 1) свідчать про те, що у свиноматок першої супоросності відбувається інтенсивне використання Кальцію. У крові тварин контрольної групи вміст Кальцію несуттєво коливався в період досліду.

У свиноматок дослідної групи вміст Кальцію послідовно знижувався до 100-ї доби супоросності в 1,09 раза. Така динаміка спостерігали за вмістом Фосфору у тварин контрольної та дослідної групи. У свиноматок контрольної групи вміст Фосфору у крові незначно коливався, а у тварин дослідної групи знизився в 1,08 раза. Однак співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було в середньому на рівні 1,18 у тварин контрольної групи і 1,19 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію у крові свиноматок контрольної групи (перша супоросність) підвищився в 1,20 раза ( $p < 0,01$ ), тоді як в організмі супоросних свиноматок відбувалось його інтенсивне використання, про що свідчить зниження вмісту Калію впродовж супоросності на 6,06 %. Натрію у крові свиноматок контрольної групи виявлено на рівні  $164,12 \pm 2,02 - 165,06 \pm 2,36$  ммоль/л упродовж досліду.

**1. Вміст мікроелементів та активність ферментів крові свиноматок першої супоросності,  $M \pm m$  (n=3)**

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	$1,72 \pm 0,32$	$1,70 \pm 0,25$	$1,83 \pm 0,23$
	Д	$1,63 \pm 0,24$	$1,52 \pm 0,16$	$1,50 \pm 0,12$
Фосфор неорганічний ммоль/л	К	$1,46 \pm 0,12$	$1,40 \pm 0,20$	$1,52 \pm 0,14$
	Д	$1,36 \pm 0,08$	$1,30 \pm 0,12$	$1,26 \pm 0,08$
ЛФ, Од/л	К	$64,32 \pm 2,36$	$63,96 \pm 2,94$	$64,28 \pm 3,06$
	Д	$68,54 \pm 3,04$	$70,14 \pm 3,18$	$71,94 \pm 3,44$
AST, Од/л	К	$13,98 \pm 0,96$	$14,06 \pm 2,02$	$13,86 \pm 0,72$
	Д	$14,40 \pm 1,05$	$14,92 \pm 1,34$	$15,44 \pm 1,06$
ALT, Од/л	К	$16,20 \pm 0,96$	$16,94 \pm 2,04$	$17,02 \pm 0,88$
	Д	$17,44 \pm 1,08$	$18,06 \pm 1,92$	$18,86 \pm 1,34^*$
Співвідношення Са/Р, од	К	1,17	1,17	1,20
	Д	1,19	1,17	1,19
Калій, ммоль/л	К	$2,12 \pm 0,16$	$2,16 \pm 0,12$	$2,54 \pm 0,22^{**}$
	Д	$2,10 \pm 0,10$	$2,02 \pm 0,18$	$1,98 \pm 0,18$
Магній, ммоль/л	К	$0,96 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,12$	$0,94 \pm 0,08$
	Д	$0,93 \pm 0,06$	$0,89 \pm 0,08$	$0,88 \pm 0,12$
Натрій, ммоль/л	К	$164,12 \pm 2,02$	$165,06 \pm 2,36$	$164,92 \pm 2,18$
	Д	$161,62 \pm 1,94$	$160,02 \pm 1,86$	$156,44 \pm 1,56$

*Примітки:* \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$  – порівняно з показником на 30-ту добу досліду.

Водночас у свиноматок дослідної групи його вміст знижувався в 1,03, а магнію в 1,06 раза. Необхідно відмітити, що у свиноматок дослідної групи послідовно підвищувалась активність лужної фосфатази в 1,05 раза, AST в 1,07 раза, а ALT в 1,08 раза ( $p < 0,05$ ). На нашу думку, це свідчить про те, що свинки першої супоросності під час виношування плодів не є повністю фізіологічно зрілими, тому макроелементи використовуються як на ріст і розвиток плодів, так і для власного організму.

У свиноматок другої супоросності (табл. 2) ми також спостерігали зниження вмісту макроелементів у крові впродовж періоду виношування плодів.

Однак на 100-у добу супоросності вміст Кальцію у крові свиноматок другої дослідної групи був в 1,12–1,13 раза ( $p < 0,01$ ) більше, ніж у тварин першої дослідної групи. Необхідно відмітити, що вміст неорганічного Фосфору у крові свиноматок другої дослідної групи знижувався впродовж усього періоду досліду і на 100-у добу був в 1,16 раза ( $p < 0,01$ ) менше, ніж у тварин контрольної групи. Співвідношення Кальцію до Фосфору в середньому становило 1,43 у тварин контрольної групи і 1,42 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію та Натрію був на 100-у добу супоросності у тварин другої дослідної групи в 1,18–1,12 раза менше, ніж у тварин контрольної групи. Активність ЛФ підвищува-

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

лась у крові тварин другої дослідної групи послідовно в 1,02, в 1,07 та в 1,11 раза більше ( $p < 0,05$ ), ніж у тварин контрольної групи. Необхідно вказати, що активність AST і ALT була високою у тварин контрольної групи на 100-у добу досліду, однак вона була в 1,09–1,08 раза менше цього показника тварин дослідної групи.

### 2. Вміст мікроелементів та активність ферментів у крові свиноматок другої супоросності, $M \pm m$ ( $n=3$ )

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	1,84±0,26	1,92±0,32	1,84±0,24**
	Д	1,70±0,20	1,76±0,16	1,68±0,22
Фосфор неорганічний, ммоль/л	К	1,34±0,12	1,26±0,18	1,32±0,16
	Д	1,25±0,15	1,22±0,14	1,14±0,12**
ЛФ, Од/л	К	68,20±2,02	67,90±3,30	68,04±2,96
	Д	70,00±4,00	72,40±3,06	75,20±3,12*
AST, Од/л	К	14,60±0,96	14,20±2,06	13,80±1,30
	Д	12,80±1,20	14,84±1,94	15,08±2,06
ALT, Од/л	К	17,90±1,80	17,24±1,26	17,92±1,32
	Д	18,20±1,30	18,96±1,38	19,42±2,04
Співвідношення Ca/ P, од	К	1,37	1,82	1,39
	Д	1,36	1,44	1,47
Калій, ммоль/л	К	2,02±0,18	2,14±0,12	2,06±0,32
	Д	1,90±0,12	1,82±0,14	1,74±0,28
Магій, ммоль/л	К	1,12±0,14	1,16±0,16	1,16±0,12
	Д	1,01±0,11	1,02±0,14	0,98±0,08
Натрій, ммоль/л	К	152,20±2,25	150,14±3,02	152,26±4,12
	Д	139,86±2,04	138,42±1,58	136,14±2,16

Примітки: – див. табл. 1.

### 3. Вміст мікроелементів та активність ферментів у крові свиноматок третьої супоросності, $M \pm m$ ( $n=3$ )

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	1,92±0,18	1,94±0,22	2,02±0,26
	Д	1,80±0,22	1,74±0,18	1,70±0,25
Фосфор неорганічний, ммоль/л	К	1,58±0,22	1,60±0,12	1,68±0,16
	Д	1,46±0,24	1,42±0,16	1,38±0,18*
ЛФ, Од/л	К	61,42±2,24	61,96±3,12	61,56±2,05
	Д	65,04±3,02	66,84±2,24	67,36±2,24
AST Од/л	К	12,24±1,06	12,36±1,18	12,68±2,07
	Д	13,02±0,96	13,54±0,84	13,92±1,95*
ALT Од/л	К	15,30±0,95	15,26±1,28	15,54±2,71
	Д	16,22±1,44	16,84±0,96	16,88±1,46*
Співвідношення Ca/ P, од	К	1,21	1,21	1,20
	Д	1,23	1,23	1,23
Калій, ммоль/л	К	2,08±0,26	2,12±0,24	2,18±0,32
	Д	2,02±0,12	2,00±0,10	1,86±0,12
Магній, ммоль/л	К	0,96±0,08	0,94±0,08	0,97±0,08
	Д	0,91±0,11	0,90±0,10	0,88±0,06
Натрій, ммоль/л	К	166,20±2,20	167,42±1,94	166,02±1,48
	Д	165,40±2,36	160,24±2,12	158,26±2,06

Примітки: \* –  $p < 0,05$  – порівняно з показником на 30-ту добу досліду.

У свиноматок третьої дослідної групи вміст досліджених макроелементів був більше, ніж ці показники свиноматок першої дослідної групи (табл. 3).

Кальцію виявлено відповідно на 30-у добу в 1,10 раза, на 60-у добу в 1,14 раза, на 100-у добу в

1,13 раза, Фосфору в 1,07, 1,09 та в 1,10 раза ( $p < 0,05$ ) більше, ніж у тварин першої дослідної групи.

Активність ЛФ у крові тварин третьої дослідної групи була нижче, ніж у свиноматок першої дослідної групи в 1,05 раза на 30-у та 60-у добу досліджень і в 1,07 раза на 100-у добу. До 100-ї доби досліджень у свиноматок третьої дослідної групи активність AST і ALT підвищилась, однак була не вірогідно більше цих показників на 30-у добу досліджу.

Водночас на 100-у добу досліджу активність AST і ALT була у тварин третьої дослідної групи в 1,10–1,09 раза більше, ніж у тварин контрольної групи ( $p < 0,05$ ).

Проведені дослідження дали змогу з'ясувати вміст низки макро- та мікроелементів у крові супоросних свиноматок, які мають широкий спектр дії на фізіологічні функції та метаболізм в організмі тварин [1–10].

Було виявлено, що впродовж періоду супоросності у крові свиноматок відбувається зниження вмісту основних макроелементів, особливо у тварин під час першого виношування плодів, а саме вміст Кальцію виявився на 2,14 %, Фосфору в 1,18 раза менше цього показника крові свиноматок третьої дослідної групи. Також виявили підвищення активності ферментів [1–15], що свідчить про активізацію обміну речовин в організм тварин, особливо під час першої супоросності. Вважаємо, дослідження дадуть змогу виявити особливості обміну мікроелементів, що сприятиме проведенню корекцію для підвищення продуктивності тварин та життєздатності приплоду

### Висновки

1. Упродовж періоду супоросності незалежно від її послідовності у крові свиноматок відбувається зниження вмісту основних макроелементів, особливо у тварин під час першого виношування плодів.

2. У свиноматок першої супоросності вміст Кальцію у крові в середньому виявився на 2,14 % менше, а вміст Фосфору в 1,18 раза менше цього показника крові свиноматок третьої дослідної групи.

3. Незалежно від послідовності процесу виношування плодів свиноматками підвищується активність ферментів, що свідчить про напруження обміну речовин в організмі тварин, особливо під час першої супоросності.

*Перспективи подальших досліджень.* У перспективі дослідження з цього напрямку дадуть змогу виявити особливості обміну макроелементів та активність ферментів в організмі свиноматок залежно від послідовності періоду супоросності та адекватно його відкорегувати для підвищення продуктивності тварин та життєздатності приплоду.

### References

1. Akhmetova, V. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2018). Parametres of carbohydrate metabolism when correcting mineral and energy nutrition of pigs. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (4 (44)), 123–126. doi: 10.18286/1816-4501-2018-4-123-126

2. Lyubin, N. A., Akhmetova, V. V., & Dezhatkin, M. E. (2016). Dynamics of blood parameters of store pigs when using supplementary feeding based on zeolite. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (2 (34)), 92–95. doi:10.18286/1816-4501-2016-2-92-95

3. Betin, A. N., & Frolov, A. I. (2020). An effect of mineral feed additive LiquiPhos Strong on meat qualities of pigs. *Meat Industry Journal*, (3), 43–46. doi:10.37861/2618-8252-2020-3-43-46

4. Chabaev, M. G., Nekrasov, R. V., Moshkutelo, I. I., Nadeev, V. P., Tsis, E. Y., & Yuldashbaev, Y. A. (2019). Growing pigs' production potential using feed mixes enriched with a bioorganic iron complex. *Russian Agricultural Sciences*, 45 (1), 72–76. doi: 10.3103/s1068367419010026

5. Dezhatkina, S. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2018). Metabolism and productivity of animals when applying complex feed additive. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (1 (41)), 79–85. doi: 10.18286/1816-4501-2018-1-79-85

6. Dezhatkina, S. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2017). Parametres of calcium - phosphorus tissue metabolism of pigs, when feeding them with soy okara. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (2 (38)), 76–79. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-76-79

7. Golushko, V. M., Kravchenko, A. V., & Linkevich, S. A. (2019). Different doses and forms of chromium in diets for young pigs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*, 57 (1), 74–84. doi: 10.29235/1817-7204-2019-57-1-74-84

8. Kambur, M. D., Zamazy, A. A., & Kassich, V. Y. (2019). Vliyanie kormleniya na obmen veshchestv sviney na otkorme. *Sbornik nauchnykh statey po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyash-*

chennoy 70 letiyu RUP «Nauchno–prakticheskiy tsentr natsionalnoy akademii nauk Belarusi po zivotnovodstvu [In Russian].

9. Kononsky, O. (1994). *Obmin riznyh rehovyn yak yedyne tsile*. Kyiv: Vyshchashkola [In Ukrainian].

10. Khalak, V. I., Grabovska, O. S., Luchka, I. V., & Denys, G. G. (2017). Blood serum biochemical indices of different categories of pigs by qualitative composition of muscle tissue. *The Animal Biology*, 19 (4), 64–72. doi: 10.15407/animbiol19.04.064

11. Kotliar, O. (2016). Comparison of efficiency of effect of saline and chelated forms of Mn and Zn in feeding pigs. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (3), 29–34. doi: 10.31073/agrovisnyk201603-06

12. Marchenko, F. S., & Storozhuk, T. V. (2010). Khelatni mikroelementy – vazhlyvyi component kombikormiv ta premiksiv. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 1, 37–39 [In Russian].

13. Niyazov, N. S., Mishin, V. F., & Lurashkin, Yu. P. (2018). Polnoratsionnyye kombikorma s razlichnym urovnem protein i aminokislot dlya sviney. *Zootekhnika*, 11, 11–13 [In Russian].

14. Okolyshev, S., & Timoshenko, Yu. (2020). Zhivaya massa pri rozhdenii i produktivnost' sviney. *Svinovodstvo*, doi: 10.25701/ZZR.2020.53.83.011 [In Russian].

15. 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

16. 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: 10.1093/jas/skz122.373

17. Şahin, E., & Gümüşlü, S. (2007). Immobilization stress in rat tissues: Alterations in protein oxidation, lipid peroxidation and antioxidant defense system. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 144 (4), 342–347. doi: 10.1016/j.cbpc.2006.10.009

18. Shlenkina, T. M., & Lubin, N. A. (2018). Efficiency of mineral additives substantiated by pig control slaughter parametes. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (3 (43)), 211–214. doi:10.18286/1816-4501-2018-3-211-214

19. Todoriuk, V. B., Guttyj, B. V., Khomyk, R. I., & Vasiv, R. O. (2016). Vplyv Ferroveta 7,5 % i ferozelana kontsentratsii u mineralnykh rehovyn v syrovatci krovi porosiat, khvorykh ferumdefitsytnoiu anemiieiu. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (3 (71)), 139–143. doi: 10.15421/nvlvet7131 [In Ukrainian].

20. Zal'tsman, V. A. (2016). Kонтсентриrovannyye korma: proizvodstvo, khraneniye i ispol'zovaniye. *Nivy Rossii*, 7 (140), 27–32 [In Russian].

21. Zakon Ukrainy Pro zachyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya vid 21.02.2006 № 3447-IV. *VR Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> [In Ukrainian].

**Стаття надійшла до редакції 18.02.2021 р.**

**Бібліографічний опис для цитування:**

Замазій А. А., Симон В. С., Карпенко Я. С., Богословська А. І. Вміст макроелементів та активність ферментів крові свиноматок різної супоросності. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 285–291.

© Замазій Андрій Анатолійович, Симон Всеволод Станіславович, Карпенко Ярослав Сергійович, Богословська Анастасія Ігорівна, 2021