



Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC

Breed peculiarities of blood biochemical parameters at sows

K.S. Troshchii, V.G. Yefimov

Dnipropetrovs'k State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

*Dnipropetrovs'k State
Agrarian and Economic
University, 49600,
Dnipro, Mandrykivska
st., 276
+38(0562)361714
E-mail:
yefimov@ukr.net*

Different breeds of pigs characterized by their physiological characteristics. Determination of biochemical parameters will allow to establish direction of and metabolic needs of sows in selected substances. The aim was to study the some biochemical parameters in Duroc breeds sows, Landrace and Yorkshire.

The material for the research was serum obtained from clinically healthy sows analog breeds Duroc, Landrace and Yorkshire in 7 days after the third farrowing. The animals were kept under hygienic requirements at a specialized industrial complex. Feeding carried by fodder, balanced in essential nutrients, macro- and micronutrients. Determination of biochemical parameters were carried out on automatic biochemical analyzer Miura 200 and a semi-automatic biochemical analyzer Humalyzer 3000 using the appropriate reagents production sets High Technology (USA). Determination of copper and zinc performed on atomic absorption spectrophotometer Selmi FCM-115.

Total protein content was higher in Yorkshire sows in relation to Duroc(9,7%; $p < 0,05$) and Landrace (4,9%). Established differences are explained by higher levels of globulin fractions, respectively, 39,8% ($p < 0,05$) and 29,5%. The highest level of urea in the Landrace sows (more than Duroc on 26,3%, $p < 0,05$). Significantly lower serum creatinine was noted at Landrace and Duroc sows, they also had the highest level of creatinkinase activity. In serum of different breed sows activity of AST was the same, while ALT was significantly higher in the Landrace by 35,5% ($p < 0,05$) and 42,1% ($p < 0,05$), respectively, compared with Duroc and Yorkshire. α -amylase activity was significantly higher in sows breeds Yorkshire and Landrace (22,7% and 22,0% at $p < 0,05$). It is established significantly higher (on 9,5% at $p < 0,01$) level of magnesium in the blood serum of sows of large white breed compared to Landrace. The slightest content of zinc was found in animals of Landrace and Yorkshire breeds. The lowest level of copper was at Landrace. For concentration of calcium, phosphorus and iron animals of different breed did not differ.

In the serum of sows detected some differences of biochemical parameters: higher total protein content at Yorkshire; lower creatinine level in the sow breeds Landrace and Duroc and confirmed high activity of CK; low zinc content at sows of breeds Landrace and Yorkshire.

Key words: *sow; breeds; Duroc; Landrace; Yorkshire; serum; biochemical parameters.*

Породные особенности биохимических показателей крови у свиноматок

К.С. Троший, В.Г. Ефимов

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина

Изучены отдельные биохимические показатели крови свиноматок пород дюрок, ландрас и крупная белая. Материалом для исследований была сыворотка крови, полученная от клинически здоровых свиноматок-аналогов пород дюрок, ландрас и крупная белая через 7 суток после третьего опороса. Животные содержались в соответствии с гигиеническими требованиями на специализированном комплексе. Кормление осуществлялась комбикормами, сбалансированными по основным питательным веществам, макро- и микроэлементам.

Citation:

Troshchii, K.S. & Yefimov, V.G. (2017). Breed peculiarities of blood biochemical parameters at sows. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 5(1), 42-47.

Установлено, что у свиноматок крупной белой породы в сыворотке крови более высокое содержание белка, тогда как у животных пород ландрас и дюрок обнаружено низкий уровень креатинина, что свидетельствует о высоком уровне деградации миофибрилярных белков в их организме. Показано низкое содержание цинка в сыворотке крови свиноматок крупной белой породы и ландрас, а также меди – у ландрасов при одинаковом уровне кальция, фосфора и железа

Ключевые слова: свиноматки; породы; дюрок; ландрас; крупная белая; сыворотка крови; биохимические показатели.

УДК 591.1:636.4

Породні особливості біохімічних показників крові у свиноматок

К.С. Трощій, В.Г. Єфімов

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Вивчені окремі біохімічні показники крові у свиноматок порід дюрок, ландрас та велика біла. Матеріалом для досліджень була сироватка крові, отримана від клінічно здорових свиноматок-аналогів порід дюрок, ландрас та велика біла через 7 днів після третього опоросу. Тварини утримувалися згідно гігієнічних вимог на спеціалізованому комплексі. Годівля здійснювалася комбікормами, збалансованими за основними поживними речовинами, макро- та мікроелементами.

Встановлено, що у свиноматок великої білої породи в сироватці крові вищий вміст білка, тоді як у тварин порід ландрас і дюрок виявлено нижчий рівень креатиніну, що свідчить про високий рівень деградації міофібрилярних білків в їх організмі. Показано низький вміст цинку у свиноматок великої білої породи та ландрас, а також міді – у ландрасів за однакового рівня кальцію, фосфору і заліза.

Ключові слова: свиноматки; породи; дюрок; ландрас; велика біла; сироватка крові; біохімічні показники..

Вступ.

За останні десятиріччя в галузі свинарства виникли суттєві зміни, які дозволяють стверджувати, що без використання гібридизації неможливо в повному обсязі реалізувати продуктивні та племінні якості тварин [1]. Водночас, у зв'язку з цим заслуговує на увагу проблема міжпородних особливостей свиней. Багатьма дослідниками встановлено значну міжпородну варіабельність біохімічних показників [2, 3]. Зокрема, показано, що їх відмінності можуть спричинюватися різною інтенсивністю росту і розвитку тварин, потребою в поживних речовинах тощо [4]. Крім того, не варто забувати, що породний фактор впливає на рівень резистентності тварин [5] та їх адаптаційну здатність [6]. Найбільших функціональних навантажень серед різних груп зазнають свиноматки, особливо, в перші три тижні після опоросу [7]. Зважаючи на це, деякі дослідники вказують на необхідність оцінки окремих біохімічних показників залежно від фізіологічного стану свиноматок [8], особливо на тлі того факту, що саме у них часто зустрічається патологія печінки та метаболічні розлади [9, 10].

В зв'язку з цим, метою наших досліджень було вивчити окремі біохімічні показники у свиноматок порід дюрок, ландрас та велика біла.

Матеріали та методи досліджень.

Матеріалом для досліджень була сироватка крові, отримана від клінічно здорових свиноматок-аналогів порід дюрок, ландрас та велика біла через

7 днів після третього опоросу. Тварини утримувалися згідно гігієнічних вимог на спеціалізованому комплексі. Годівля здійснювалася повнораціонними комбікормами, збалансованими за основними поживними речовинами, макро- та мікроелементами.

Лабораторні дослідження виконані на базі НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського ДАЕУ. Визначення біохімічних показників проводили на біохімічному автоматичному аналізаторі Miura 200 та напівавтоматичному біохімічному аналізаторі Humalyzer 3000 з використанням відповідних наборів реагентів виробництва High Technology (США). Визначення міді та цинку здійснювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Selmi FCM-115.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою пакету прикладних програм MS Excel із використанням критерію вірогідності Стьюдента.

Результати та обговорення.

При визначенні показників білкового обміну в сироватці крові свиноматок різних порід встановлено деякі статистично значимі відмінності (табл. 1).

Зокрема, вміст загального білка був вищим у свиноматок породи велика біла у відношенні до тварин порід дюрок (на 9,7%; $p < 0,05$) і ландрас (4,9%). Встановлені відмінності пояснюються вищим рівнем глобулінових фракцій білка,

відповідно, на 39,8% ($p < 0,05$) і 29,5%. Білковий коефіцієнт за таких умов був значно вищим у свиноматок порід дюрок і ландрас.

На нашу думку, такі зміни пов'язані з різними чинниками. Відомо, що свині породи велика біла, серед розглянутих порід, мають вищий рівень резистентності [11]. У той же час, у

свиноматок рівень загального білка з віком зростає, як вважається, саме за рахунок антигенної стимуляції [12]. Тому, напевне, в наших дослідженнях вміст глобулінових фракцій був вищим саме у тварин великої білої породи, адже основна варіабельна частина глобулінів – імуноглобуліни [13].

Таблиця 1. Показники білкового обміну в сироватці крові свиноматок різних порід, $M \pm m$, $n=5$

Показники	порода		
	дюрок	ландрас	велика біла
Загальний білок, г/л	66,2±2,13	69,2±1,14	72,6±1,56*
Альбуміни, г/л	43,6±1,03	44,8±2,19	41,0±1,27
Глобуліни, г/л	22,6±2,84	24,4±2,88	31,6±2,56*
Білковий коефіцієнт, од.	2,06±0,41	1,92±0,30	1,32±0,13
Сечовина, ммоль/л	2,96±0,21	3,74±0,24*	3,08±0,25
Креатинін, мкмоль/л	145,2±2,77	166,6±7,14*	190,2±7,31***■
Сечова кислота, мкмоль/л	16,8±3,38	13,2±0,04	17,6±4,10

Примітка: * – $p < 0,05$, *** – $p < 0,001$ у відношенні до породи дюрок; ■ – $p < 0,05$ у відношенні до породи ландрас.

Рівень сечовини і креатиніну також відрізнявся у свиноматок різних порід. Напевне, це пояснюється як різним напрямом продуктивності (свиноматки великої білої породи здатні запасати значно більшу кількість енергії у вигляді жиру), так і багатоплідністю та молочністю (порода дюрок серед досліджених має найменшу кількість порослят у гнізді та найменшу молочність).

Найвища інтенсивність обміну білків є у свиноматок породи ландрас (рівень сечовини переважає тварин породи дюрок на 26,3 %; $p < 0,05$). Під час лактації вони здатні втрачати суттєву частину білків свого тіла, в першу чергу, за рахунок м'язової тканини [14], тому низький вміст креатиніну може свідчити про значну

інтенсивність розпаду міофібрил та зменшення запасів креатинфосфату в організмі. Виходячи з цього, вважаємо, що у свиноматок породи дюрок спостерігається найбільша інтенсивність розпаду м'язової тканини, а у великої білої – найменша.

До певної міри це підтверджується активністю креатинкінази (рисунок) – її найбільші значення порівняно з великою білою спостерігаються саме у свиноматок порід дюрок (в 1,70 рази; $p < 0,05$) та ландрас (в 3,64 рази; $p < 0,01$). Напевне, активність ферменту якраз і відображає швидкість розпаду та оновлення м'язової тканини в їх організмі, на що вказують літературні дані [15, 16].

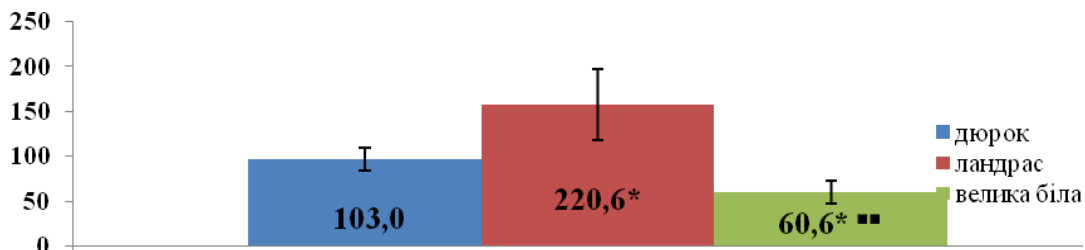


Рисунок. Активність кретинкінази в сироватці крові свиноматок різних порід, $M \pm m$, $n=5$

Примітка: * – $p < 0,05$ у відношенні до породи дюрок; ■■ – $p < 0,01$ у відношенні до породи ландрас

Порівнюючи активність трансаміназ в сироватці крові свиноматок (табл. 2), варто відзначити однакову активність АСТ, тоді як АЛТ була вірогідно вищою у породи ландрас на 35,5% ($p < 0,05$) і 42,1% ($p < 0,05$) відповідно у порівнянні з дюрком та великою білою.

Напевне, це пов'язано з високою активністю ферментів переамінування в печінці через посилений амінокислотний обмін. Ми також не виключаємо елімінацію певної кількості ферменту

із м'язової тканини під час її розпаду, адже амінотрансферази в ній мають високу активність [17].

Слід відзначити, що вміст загального білірубіну та холестеролу був найвищим у тварин порід дюрком і ландрас. Можливо, це вказує на більше функціональне навантаження на гепатобіліарну систему у них. Водночас, активність α -амілази була вірогідно вищою у свиноматок порід велика біла і ландрас (на 22,7 % і

22,0 % при $p < 0,05$). Напевне, це пояснюється більшими потребами у поживних і енергетичних речовинах для забезпечення високої молочності та багатоплідності, що реалізується за рахунок їх ендogenous надходження. На тлі підвищення активності травних процесів активність ферменту в крові, відповідно, зростає, що підтверджується роботами інших дослідників [18].

Таблиця 2. Показники функціонального стану печінки та підшлункової залози в сироватці крові свиноматок різних порід, $M \pm m$, $n=5$

Показники	порода		
	дюрок	ландрас	велика біла
АСТ, Од/л	24,2±2,77	26,8±2,70	28,4±2,50
АЛТ, Од/л	34,4±3,95	46,6±3,38*	32,8±4,56■
Білірубін загальний, мкмоль/л	4,40±0,84	2,56±0,30	2,08±0,31*
Глюкоза, ммоль/л	4,22±0,23	4,00±0,20	4,16±0,22
Холестерол, ммоль/л	1,72±0,09	2,06±0,19	1,52±0,08■
α -амілаза, г/год \times л	132,2±9,1	161,3±4,3*	162,2±8,7*

Примітка: * – $p < 0,05$ у відношенні до породи дюрок; ■ – $p < 0,05$ у відношенні до породи ландрас

Таблиця 3. Деякі показники мінерального обміну в сироватці крові свиноматок різних порід, $M \pm m$, $n=3-5$

Показники	порода		
	дюрок	ландрас	велика біла
Кальцій загальний, ммоль/л	2,42±0,04	2,50±0,03	2,50±0,07
Фосфорнеорг., ммоль/л	1,66±0,02	1,62±0,02	1,66±0,06
Лужна фосфатаза, Од/л	70,2±6,03	90,8±14,60	73,0±4,75
Залізо, мкмоль/л	20,8±2,48	26,8±3,13	23,2±4,27
Магній, ммоль/л	0,97±0,03	0,95±0,01	1,04±0,02■■
Мідь, мкг/100 мл	189,5±7,0	156,0±11,3*	188,4±19,0
Цинк, мкг/100 мл	81,6±4,6	64,0±6,0*	66,5±1,84*

Примітка: * – $p < 0,05$ у відношенні до породи дюрок; ■■ – $p < 0,01$ у відношенні до породи ландрас.

На високу стабільність показників вмісту кальцію та фосфору в сироватці крові, не залежно від фізіологічного стану та породності тварин, вказують окремі науковці [19]. Не мав суттєвої різниці в сироватці крові свиноматок вміст заліза, що може також вказувати на однакову забезпеченість цим елементом і отриманих від них поросят [20].

Серед інших досліджених показників встановлено вірогідно вищий (на 9,5% при $p < 0,01$) рівень магнію в сироватці крові свиноматок великої білої породи порівняно з ландрасами. Поряд із цим, найменший вміст цинку встановлено у тварин порід ландрас і велика біла, а міді – у свиноматок породи ландрас, що може вказувати на значне виведення їх з молоком. Водночас, за літературними даними, породні особливості вмісту цих мікроелементів в молозиві та молоці не виявлялися [21], тому можливий перерозподіл цих елементів в організмі самих свиноматок.

Висновки.

У свиноматок в сироватці крові виявлено породні відмінності окремих біохімічних показників:

Показники загального кальцію та неорганічного фосфору в сироватці крові свиноматок усіх груп суттєво не відрізнялися (табл. 3), що свідчить про збалансованість між їх надходженням із кормами, сорбцією-резорбцією із кісток та екскрецією.

- вищий вміст білка у тварин великої білої породи внаслідок їх вищої резистентності;
- менший рівень креатиніну у свиноматок породи ландрас і дюрок, що свідчить про високий рівень деградації міофібрилярних білків в їх організмі та супроводжується високою активністю креатинкінази;
- низький вміст цинку у свиноматок великої білої породи та ландрас, а також міді у ландрасів за однакового рівня кальцію, фосфору і заліза.

Література

1. Горобець В.О. Схрещування свиней як спосіб підвищення їх відгодівельних і м'ясних ознак / В.О.Горобець // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2015. – № 1-2. – С. 174–177.
2. Мельник В.О. Гематологічні та біохімічні показники крові свинок парувального віку різних генотипів / Мельник В.О., Бондар А.О., Живаєва К.С., Шакун А.П. // Науковий вісник Львівського НУВМБТ ім. С.З. Гжицького. – 2011. – Т. 13. – № 4. – Ч. 2. – С. 158–162.
3. Шляховий В.В. Показники білкового обміну в поросят різних порід французької селекції та їх помісей в початковий період дорощування / В.В. Шляховий, В.Г. Грибан, В.Г. Єфімов // Науковий

- вісник Львівського НУВМБТ ім. С.З. Гжицького. – 2009. – Т. 11. – № 2. – Ч. 2. – С. 338–340.
4. Обгрунтування удосконалення норм годівлі свиней різного напрямку продуктивності / В.О. Медведев, О.М. Церенюк, Т.А. Стрижак, [та ін.] // Науковий вісник НУБіП. – 2015. – № 205. – С. 162–172.
 5. Кошляк В. В. Сравнительная характеристика уровня естественной резистентности свиней разных пород / В.В. Кошляк, А.Н. Тазаян // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3-4 (49–50). – С. 10–14.
 6. Лозовой В.И. Адаптационные особенности свиней районированных и импортных пород / В.И. Лозовой // Сб. научных трудов Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 2, № 6(1). – С. 26–31.
 7. Metabolic state of the sow, nursing behaviour and milk production / A. Valros, M. Rundgren, M. Spinka [et al.] // Livestock Production Science. – 2003. – Vol. 79. – P. 155–167.
 8. Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows / A.J.M. Verheyen, D.G.D. Maes, B. Mateusen [et al.] // Veterinary Journal. – 2007. – Vol. 174. – Is. 1. – P. 92–98.
 9. Петровский С.В. Нозологический профиль печёночной патологии у свиноматок / С.В. Петровский, Н.К. Хлебус // Мат. Межд. научн.-практ. конф. “Развитие инновационной деятельности в АПК региона”. – Барнаул, 2012. – С. 166–169.
 10. Костяхіна Г.С. Діагностика порушень обміну речовин у свиней різних технологічних груп / Г.С. Костяхіна, С.Б. Боровков // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. – 2016. – Вип. 33. – Ч. 2. – С. 19–24.
 11. Николаев Д.В. Морфологические и биохимические свойства крови свиней канадской селекции / Д.В. Николаев, И.Ю. Кукушкин, Д.А. Ранделин // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 12 (86). – С. 62–64.
 12. The influence of age and breed on the concentrations of serum IgG, IgA and IgM in sows throughout the reproductive cycle / [F. Klobasa, F. Habe, E. Werhahn, J.E. Butler] // Veterinary Immunology and Immunopathology. – 1985. – Vol. 10, Is. 4. – P. 355–366.
 13. Ветеринарна клінічна біохімія / Левченко В.І., Влізлю В.В., Кондрахін І.П. та ін.; За ред. В.І. Левченка та В.Л. Галяса – Біла Церква, 2002. – 400 с.
 14. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function / [E.J. Clowes, F.X. Aherne, G.R. Foxcroft, V.E. Baracos] // J. Anim. Sci. – 2003. – Vol. 81. – P. 553–564.
 15. Єфімов В.Г. Біохімічні показники крові свиней на різних етапах вирощування за впливу вітаміну Е і Селену / В.Г. Єфімов // Науково-технічний бюлетень НДЦКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2015. – Вип. 16. – № 2. – С. 23–29.
 16. Бажанов Г. М. Взаимосвязь продуктивных качеств свиней с показателями функциональной активности важнейших систем организма [Електр. Ресурс] / Г. М. Бажанов, О. В. Степанова, Е. А. Крыштоп // Научный журнал КубГАУ. — 2012. – № 77 (03). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/61.pdf>
 17. Лазарева Л.В. Активность аминотрансфераз в различных тканях свиней // В. Лазарева // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 9. – С. 72.
 18. Кислинская Л.Г. Динамика углеводного, минерального и пигментного обменов у откормочных свинок при разном уровне протеинового питания / Л.Г. Кислинская, В.М. Мешков, А.П. Жуков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (58). – С. 74–77.
 19. Petkov P. Effect of introduction on mineral status in different pig breeds I. Macroelements and blood chemistry status / P. Petkov // Trakia Journal of Sciences. – 2007. – Vol. 5, № 3–4. – P. 24–29.
 20. Buffler M. Effects of different iron supply to pregnant sows (*Susscrofa domestica* L.) on reproductive performance as well as iron status of new-born piglets / M. Buffler, C. Becker, W. Windisch // Archives of Animal Nutrition. – 2017. – Vol. 71, № 3. – P. 219–230.
 21. Protein, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days / [J. Csapó, T.G. Martin, Z.S. Csapó-Kiss, Z. Házás] // International Dairy Journal. – 1996. – Vol. 6, № 8–9. – P. 881–902.

References

- Gorobec', V.O. (2015). Shreshhuvannja svynej jak sposib pidvyshhennja i'h vidgodivel'nyh i m'jasnyh oznak. *Visnyk Poltavs'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii'*. 1–2, 174–177. [in Ukrainian].
- Mel'nyk, V.O., Bondar, A.O., Zhyvajeva, K.Je. & Shakun, A.P. (2011). Gematologichni ta biohimichni pokaznyky krovi svynok paruvalnogo viku riznyh genotypiv. *Naukovyj visnyk L'viv's'kogo NUVMBT im. S.Z. G'zhyc'kogo*. 13 (4–2), 158–162. [in Ukrainian].
- Shljahovyj, V.V., Gryban, V.G. & Jefimov, V.G. (2009). Pokaznyky bilkovogo obminu v porosjat riznyh porid francuz'koi' selekcii' ta i'hpomisej v pochatkovyj period doroshhuvannja. *Naukovyj visnyk L'viv's'kogo NUVMBT im. S.Z. G'zhyc'kogo*. 11 (2–2), 338–340. [in Ukrainian].
- Medvedjev, V.O., Cerenjuk, O.M., Stryzhak, T.A., Hvatova, M.A. & Ljashenko, N.V. (2015). Obgruntuvannja u doskonalennja norm godivli svynej riznogo naprjamu produktyvnosti. *Naukovyj visnyk NUBiP*. 205, 162–172. [in Ukrainian].
- Koshljak, V.V. & Tazajan, A.N. (2014). Sravnitel'naja harakteristika urovnja estestvennoj rezistentnosti svinej raznyh porod. *Veterinarnaja patologija*. 3–4 (49–50), 10–14. [in Russian].
- Lozovoj, V.I. (2013). Adaptacionnye osobennosti svinej rajonirovannyh i importnyh porod. *Sb. Nauchnyh trudov Stavropol'skogo NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2 (6–1), 26–31. [in Russian].
- Valros, A., Rundgren, M., Spinka, M., Saloniemi, H., Rydhmer, L., Hulten, F., Uvnas-Moberg, K., Tomanek, M., Krejci, P. & Algers, B. (2003). Metabolic state of the sow, nursing behaviour and milk production. *Livestock Production Science*. 79, 155–167.
- Verheyen, A.J.M., Maes, D.G.D., Mateusen, B., Deprez, P., Janssens, G.P.J., deLange, L. & Counotte, G. (2007). Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows. *Veterinary Journal*. 174 (1), 92–98 46

- Petrovskij, S.V. & Hlebus, N.K. (2012). Nozologicheskij profil' pechjonochnoj patologii u svinomatok. *Mat. Mezhd. nauchn.-prakt. konf. "Razvitie innovacionnoj dejatel'nosti v APK regiona"*. Barnaul, 166–169. [in Russian].
- Kostjahina, G.S. & Borovkov, S.B. (2016). Diagnostyka porushen' obminu rečovyn u svynej riznyh tehnologichnyh grup. *Problemy zoonzhenerii' ta veterynarnoi' medycyny*. 33 (2), 19–24. [in Ukrainian].
- Nikolaev, D.V., Kukushkin, I.Ju. & Randelin, D.A. (2011). Morfologicheskie i biohimicheskie svojstva krovi svinej kanadskoj selekcii. *Vestnik Altajskogo GAU*. 12 (86), 62–64. [in Russian].
- Klobasa, F., Habe, F., Werhahn, E. & Butler J.E. (1985). The influence of age and breed on the concentrations of serum IgG, IgA and IgM in sows throughout the reproductive cycle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 10 (4), 355–366.
- Levchenko, V.I. & Galjas V.L. (Ed.). (2002) *Veterynarna klinichna biohimija*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
- Clowes, E.J., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R. & V.E. Baracos (2003). Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci.* 81, 553–564.
- Jefimov, V.G. (2015). Biohimichni pokaznyky krovi svynej na riznyh etapah vyroshhuvannja za vplyvu vitaminu E i Seleni. *Naukovo-tehnichnyj bjuleten' DNDKI vetpreparativ ta kormovyh dobavok i Instytutu biologii' tvaryn*. 16 (2), 23–29. [in Ukrainian].
- Bazhanov, G.M., Stepanova, O.V., & Kryshpov, E.A. (2012). Vzaimosvjaz' produktivnyh kachestv svinej s pokazateljami funkcional'noj aktivnosti vazhnejshih sistem organizma. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 77 (03). <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/61.pdf> [in Russian].
- Lazareva, L.V. (2007). Aktivnost' aminotferaz v razlichnyh tkanjah svinej. *Fundamental'nye issledovanija*. 9, 72. [in Russian].
- Kislinskaja, L.G., Meshkov, V.M. & Zhukov A.P. (2016). Dinamika uglevodnogo, mineral'nogo i pigmentnogo obmenov u otkormochnyh svinok pri raznom urovne proteinovogo pitaniya. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2 (58), 74–77. [in Russian].
- Petkov, P. (2007). Effect of introduction on mineral status in different pig breeds I. Macroelements and blood chemistry status. *Trakia Journal of Sciences*. 5 (3–4), 24–29.
- Buffler, M., Becker, C. & Windisch, W. (2017). Effects of different iron supply to pregnant sows (*Sus scrofa domestica* L.) on reproductive performance as well as iron status of new-born piglets. *Archives of Animal Nutrition*. 71 (3), 219–230.
- Csapó, J., Martin, T.G., Csapó-Kiss, Z.S. & Házás Z. (1996). Protein, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. *International Dairy Journal*. 6 (8–9), 881–902.