

**ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ
НА УРОВЕНЬ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЗОТИСТОГО
ОБМЕНА ПОТОМСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

О. И. Себежко, кандидат биологических наук, доцент

К. Н. Нарожных, кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией

Т. В. Коновалова, старший преподаватель

О. С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор

Д. М. Слобожанин, аспирант

А. В. Назаренко, аспирант

Ключевые слова: азотистый обмен, голштинская порода, быки-производители, сывороточный креатинин, потомки

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: sebezkhkonok@ngs.ru

Реферат. Изложены результаты исследований показателей азотистого обмена в сыворотке крови потомков четырех быков-производителей в возрасте 12–13 месяцев. Исследования проведены на юге Западной Сибири в ОАО «Ваганово» на популяции скота голштинской породы. Концентрация креатинина в пробах сыворотки крови сыновей была определена с помощью набора реактивов фирмы «Вектор-Бест» (Россия). В регионах разведения животных проводится постоянный мониторинг воды, почвы, кормов, органов и тканей животных. Установлено, что в районах, в которых разводились исследуемые породы, содержание макро- и микроэлементов не превышало ПДК. Уровень сывороточного креатинина у обследованных животных в среднем по всем группам сыновей составил $308,2 \pm 24,1$ мкмоль/л, что превышает общепринятые значения данного показателя. Однако учитывая половозрастные и породные особенности, принимая во внимание данные о полном здоровье обследованных животных, сведения об экологическом благополучии зоны разведения, полученные результаты можно считать референсными значениями для здоровых быков голштинской породы в условиях Западной Сибири. Показано, что в сыворотке крови сыновей некоторых отцов содержание креатинина было в 1,7 раза выше ($364,2 \pm 52,7$ мкмоль/л), чем у потомков других производителей ($p > 0,95$). Обнаружена группа полусибсов, которые отличались низкой наследственной предрасположенностью к содержанию креатинина. Обнаруженные различия по содержанию креатинина в сыворотке крови сыновей отражают дифференциацию быков-производителей и указывают на генетически детерминированные особенности функционирования системы гомеостаза. При этом, вероятнее всего, возникает и разная способность потомков адаптироваться к эколого-климатическим условиям.

**THE INFLUENCE OF THE GENOTYPE OF STUD BULLS OF HOLSTEIN BREED ON
THE LEVEL OF SOME INDICATORS OF NITROGEN METABOLISM OF OFFSPRING
IN WESTERN SIBERIA REGION**

O.I. Sebezkhko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

K.N. Narozhnykh, Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory

T.V. Konovalova, Senior Lecturer

O.S. Korotkevich, Doctor of Biological Sciences, Professor

D.M. Slobozhanin, graduate student

A.V. Nazarenko, graduate student

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: nitrogen metabolism, Holstein breed, stud bulls, serum creatinine, descendants

Abstract. The results of studies of indicators of nitrogen metabolism in the blood serum of the descendants of four bulls at the age of 12-13 months are presented. The studies were conducted in the South of Western Siberia at Vaganovo OJSC on the livestock population of Holstein breed. The creatinine concentration in the blood serum samples of the sons was determined using a set of reagents from Vector-Best (Russia). In the regions of animal breeding, constant monitoring of water, soil, feed, animal organs and tissues is carried out. It was established that in the areas in which the studied breeds were bred, the content of macro- and microelements did not exceed the MPC. The level of serum creatinine in the examined animals on average for all groups of sons was $308.2 \pm 24.1 \mu\text{mol} / \text{L}$, which exceeds the generally accepted values of this indicator. However, taking into account age and sex and breed characteristics, taking into account data on the overall health of the animals examined, information on the ecological well-being of the breeding zone, the results can be considered as reference values for healthy Holstein bulls in Western Siberia. It was shown that in the blood serum of the sons of some fathers, the creatinine content was 1.7 times higher ($364.2 \pm 52.7 \mu\text{mol} / \text{L}$) than in the descendants of other manufacturers ($p > 0.95$). A group of half-siblings was found, which were characterized by a low hereditary predisposition to creatinine content. Discovered differences in the creatinine content in the blood serum of sons reflect the differentiation of bulls and indicate genetically determined features of the functioning of the homeostasis system. In this case, most likely, there is a different ability of descendants to adapt to environmental and climatic conditions.

Поиск биохимических маркеров влияния генотипа быков-производителей на метаболический статус и продуктивность потомков является необходимой составной частью эколого-генетического мониторинга сельскохозяйственных популяций крупного рогатого скота разных пород и направлений продуктивности [1–6]. При этом сегодня имеется возможность широко использовать современные математико-статистические методы обработки экспериментальных данных для оценки вклада генетической компоненты в формирование конституционального признака [7–8].

Мониторинг динамики комплексных показателей фенотипа разных пород и видов сельскохозяйственных животных (активность ферментов, генетические полиморфные белковые системы, концентрация метаболитов, химические и цитогенетические показатели и др.) в процессе селекционно-генетической работы даёт возможность оценивать взаимосвязь между полиморфными генетическими системами и количественными признаками, выявлять лучшие сочетания родительских пар, а также устанавливать роль производителя и породы в этих процессах [9–17].

Определение баланса азота является одним из самых надежных критериев оценки

белкового статуса сельскохозяйственных животных. Одним из конечных продуктов азотистого обмена является креатинин, являющийся также и конечным продуктом белкового обмена у всех позвоночных животных [18]. Креатинин относится к группе низкомолекулярных азотистых веществ. Концентрация его в сыворотке крови обусловлена главным образом, объёмом мышечной ткани животных. В связи с этим наблюдается тесная корреляция уровня сывороточного креатинина с массой, полом, размером животного, а также направлением продуктивности и породой [19, 20].

Мониторинг интерьера популяций сельскохозяйственных животных, ориентированный на изучение различий между группами сыновей быков-производителей, породами животных позволяет выявить и оценить эколого-генетические возможности адаптивного и продуктивного потенциала стада [1, 5, 11, 12, 14, 15, 17, 21–23].

В ходе исследований мы поставили цель определить влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на содержание креатинина в сыворотке крови потомков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были проведены на популяции скота голштинской породы, разводимой в ОАО «Ваганово» Кемеровской области. Были получены биопробы от 34 бычков в возрасте 12–13 месяцев, которые являлись потомками четырех быков-производителей. Живая масса бычков составляла от 330 до 365 кг.

Исследования проведены в соответствии с национальным аналогом Good Laboratory Practice GLP в РФ – межгосударственным стандартом «Принципы надлежащей лабораторной практики» (действующие ГОСТ 33647–2015, ГОСТ 31886–2012), а также в соответствии с принципами, изложенными в руководстве по содержанию и уходу за лабораторными животными, правилах содержания и ухода за сельскохозяйственными животными (действующий ГОСТ 34088–2017).

Образцы крови брали у животных в утренние часы до кормления из хвостовой вены с соблюдением правил асептики. При заборе использовали вакуумные пробирки с активатором образования сгустка SiO для более эффективного получения сыворотки. Для биохимического анализа использовали образцы сыворотки без признаков гемолиза.

Исследования проводили в лаборатории эколого-ветеринарной генетики и биохимии кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета (г. Новосибирск, Россия). Уровень креатинина определяли кинетическим методом Яффе без протеинизации для количественного определения метаболита в сыворотке крови и моче. Использовали реактивы фирмы «Вектор-Бест» (Россия, Новосибирская область, р.п. Кольцово). Тест основан на реакции креатинина с пикратом натрия с формированием окрашенного комплексного соединения. Исследования проводились на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010 V5+ (ROBERT RIELE GmbH & Co KG, Германия).

В регионах разведения животных осуществляется постоянный мониторинг воды, почвы, кормов, органов и тканей животных. Установлено, что в районах, в которых разводились исследуемые породы, содержание макро- и микроэлементов не превышало ПДК [24–30].

Исходные данные по содержанию креатинина были протестированы на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка (W). В случае нормального распределения признаков для анализа полученных данных использовали стандартные методы описательной статистики. Рассчитывали по каждому из изучаемых параметров среднюю арифметическую (\bar{X}), ошибку средней ($\pm SE$). В ряде случаев распределение признаков не соответствовало нормальному. В связи с этим для определения показателей описательной статистики был использован метод, разработанный для небольших ($15 < n < 70$) выборок независимо от характера распределения [8]:

$$\bar{x} \approx \frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n},$$

$$S^2 \approx \frac{1}{n-1} \left(a^2 + m^2 + b^2 + \left(\frac{n-3}{2} \right) \frac{(a+m)^2 + (m+b)^2}{4} - n \left(\frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n} \right)^2 \right),$$

где n – величина выборки; a – минимальное значение признака; b – максимальное значение признака; m – медиана.

При построении дендрограмм, характеризующих сходство животных по отцам, применяли манхэттенскую метрику. При формировании кластеров и построении дендрограмм использовали метод Уорда с целью минимизации внутрикластерных дисперсий [7].

Статистический анализ производили на языке программирования «R» (Microsoft R Open 3.5.1) в среде анализа данных R studio (версия 1.2.5001).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка концентрации креатинина как маркера метаболического статуса обусловлена особенностями его синтеза и превращения в организме животных.

Уровень креатинина позволяет оценить выделительную интенсивность метаболизма в мышечной ткани коров достаточно точно. Креатинин образуется в мышцах из креатина и креатинфосфата и затем поступает в кровь в процессе функционирования мышечной ткани с примерно постоянной скоростью [18–20].

Изучение содержания креатинина в группах сыновей быков-производителей поможет оценить роль наследственных факторов в процессах метаболизма мышечного белка, а установленные значения могут служить физиологической нормой для разводимого в данном регионе Западной Сибири голштинского скота в возрасте 12–13 месяцев.

Нормативные показатели по креатинину (50–160 мкмоль/л) обычно указывают без учета половозрастной структуры, породной

принадлежности, направления продуктивности, а главное – живой массы. По всем группам бычков нами получены концентрации метаболита, превышающие стандартные значения. Уровень креатинина у исследованных бычков с массой от 330 до 365 кг превышал также значения, полученные исследователями для коров. Например, по данным И.В. Милаева и др. [19], концентрация креатинина в крови лактирующих коров чернопестрой породы в южных регионах России составляла от $84,50 \pm 11,96$ до $99,00 \pm 4,93$ мкмоль/л. Т.В. Гарматарова [20] указывает содержание креатинина у коров айрширской породы на уровне $117,7 \pm 3,9$ мкмоль/л [20].

На рис.1 представлена диаграмма плотности распределения потомков быков по содержанию сывороточного креатинина.

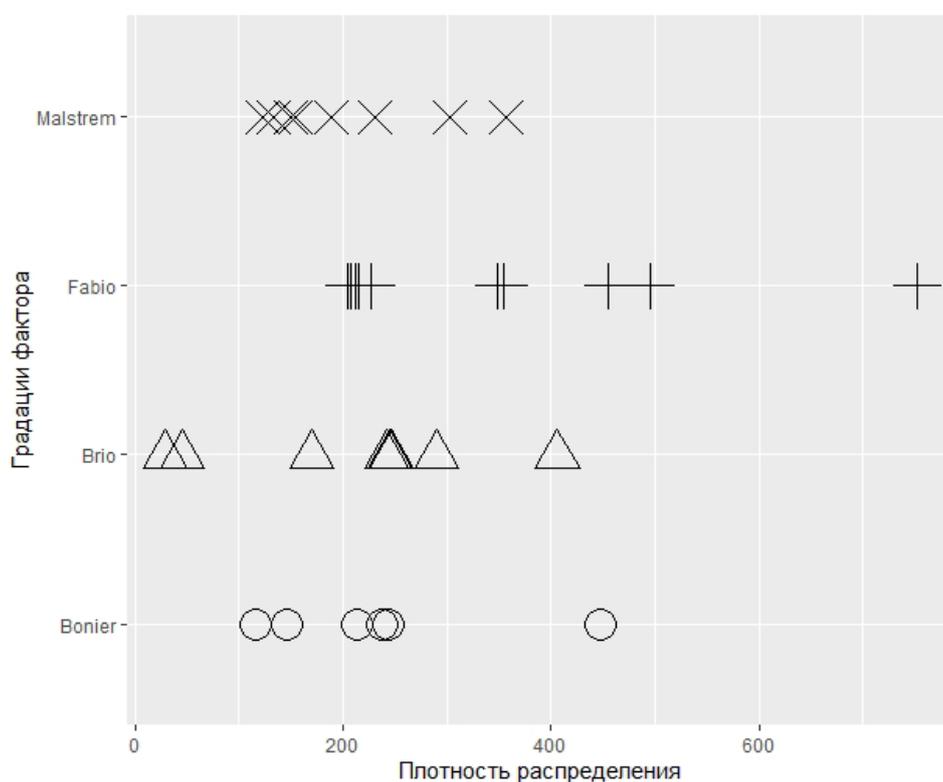


Рис. 1. Диаграмма плотности распределения потомков по содержанию сывороточного креатинина
Diagram of density distribution of the descendants of the content of serum creatinine

По количеству креатинина в сыворотке крови сыновей производители по убыванию ранжировались следующим образом: Fabio → Bonier → Brio → Malstrem в соотношении

1,70:1,20:1,13:1,00 (таблица). Достоверные различия были установлены между потомками быка Fabio и Malstrem. Содержание креатинина у сыновей Fabio было в 1,7 раза выше ($p > 0,95$).

Влияние генотипа отцов голштинской породы крупного рогатого скота на содержание креатинина в сыворотке крови сыновей, мкмоль/л
The influence of the genotype of the fathers of the Holstein breed of cattle on the creatinine content in the blood serum of sons, mmol / l

Отец	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Me	Lim	σ	Q1	Q3	IQR	Отношение крайних вариант
Bonier	258,2±47,5	225,5	116–447	116,3	143,5	260,0	116,5	1:3,80
Brio	228,4±39,3	242	119–406	107,9	128,3	260,7	132,4	1:3,40
Fabio	364,2±52,7	227,2	205–752	174,7	208,2	438,2	230,0	1:3,67
Malstrem	209,8±30,3	171,5	122–357	85,7	139,7	273,0	133,3	1:2,93
Среднее	308,2 ± 24.1	221,0	116–752	140,4	168,4	306,8	138,5	1:6,45

Примечание. Q1 – первый квартиль, Q3 – третий квартиль; IQR – межквартильный размах.
 Q1 – first quartile, Q3 – third quartile; IQR – interquartile range.

Наблюдалась тенденция к более высокому содержанию сывороточного креатинина у потомков этого быка и в сравнении с потомством двух других быков – Brio и Bonier. Достоверных различий между сыновьями быков Bonier, Brio и Malstrem по уровню сывороточного креатинина не установлено.

У сыновей разных отцов наблюдаются отличия по фенотипической изменчиво-

сти. Наиболее однородным по концентрации креатинина было потомство быка Bonier. Содержание креатинина у этих животных характеризовалось наименьшим межквартильным размахом и отношением крайних вариант (рис. 2). Полученные результаты свидетельствуют о влиянии генотипа быков-производителей на содержание креатинина в сыворотке крови потомства.

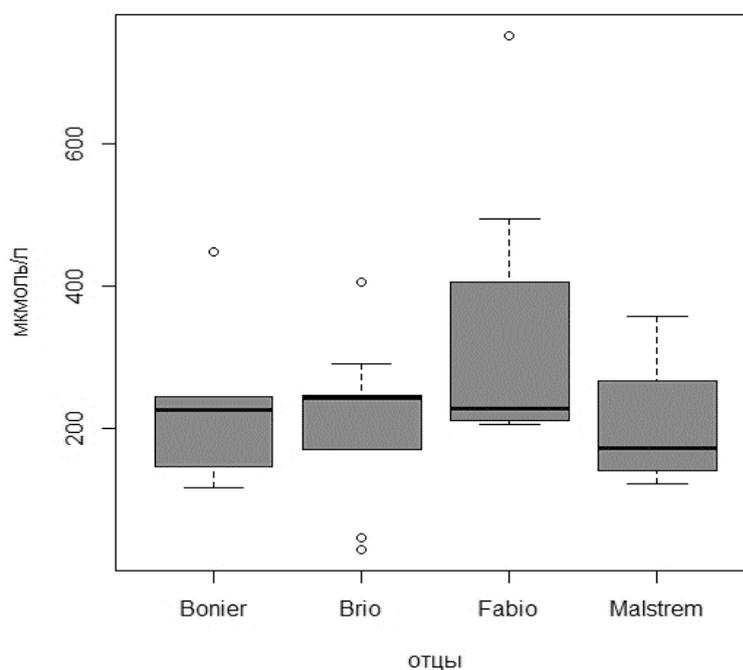


Рис. 2. Диаграмма размаха содержания креатинина в сыворотке крови сыновей разных производителей
 Diagram of the range of creatinine in the blood serum of sons of different stud bulls

Данные о биохимическом статусе крупного рогатого скота и других сельскохозяйственных животных, установление закономерностей аккумуляции отдельных метаболитов дают возможность оценивать влияние

отдельных производителей на формирование хозяйственно-ценных признаков потомства.

На рис. 3 показано сходство между потомками разных быков-производителей по содержанию креатинина в сыворотке крови.

На дендрограмме видно, что потомки производителей Brio, Bonier и Fabio образуют отдельный кластер, а также то, что потомки отцов Bonier и Fabio имеют большее сходство

в сравнении с сыновьями, полученными от производителя Brio. Сыновья быка Malstrem характеризуются наименьшим сходством с потомками других быков.

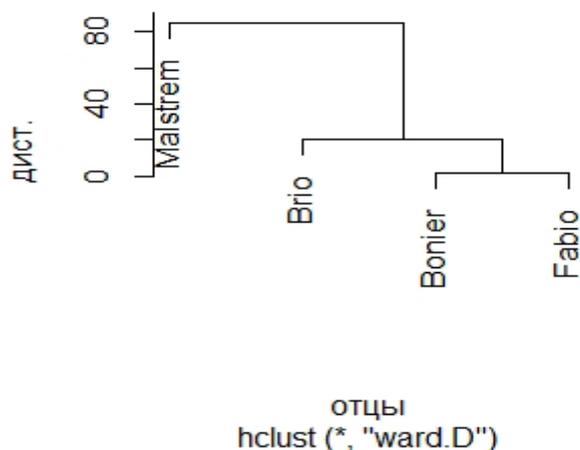


Рис. 3. Дендрограмма сходства содержания креатинина в сыворотке крови разных производителей
Dendrogram of similarity of creatinine content in blood serum of different manufacturers

Вопросы оптимального использования генофонда производителей наиболее распространенных пород крупного рогатого скота всегда актуальны. Обнаруженные различия по содержанию креатинина в сыворотке крови сыновей отражают дифференциацию быков-производителей и указывают на генетически детерминированные особенности функционирования системы гомеостаза. При этом вероятнее всего, возникает и разная способность потомков адаптироваться к эколого-климатическим условиям.

ВЫВОДЫ

1. Установлены различия по содержанию сывороточного креатинина между потомками быков Fabio и Malstrem. Содержание креатинина в сыворотке крови у потомков быка

Fabio было в 1,7 раза выше по сравнению с потомками быков Malstrem, Bonier и Brio.

2. Кластерный размах изменчивости содержания креатинина в сыворотке крови потомков быков-производителей характеризовался закономерными аккумуляционными различиями. Потомки отцов-производителей Brio, Bonier и Fabio составляли отдельный кластер, отличающийся наибольшими различиями по содержанию сывороточного креатинина по сравнению с сыновьями быка Malstrem.

3. Полученные данные можно использовать в качестве референсных значений для клинически здоровых быков голштинской породы в условиях Западной Сибири.

Работа выполнена по госбюджетной теме РК № 01201362239 и гранту Российского научного фонда, проект 15–16–30003.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region* / L. V. Osadchuk, M. A. Kleschev, O. I. Sebezshko [et al.] // *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. – 2017. – Vol. 31, N 1. – P. 35–42.
2. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia)* / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, Y. I. Fedyaev [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. – 2017. – Vol. 44 (2). – P. 217–220.

3. *Direct* determination of cooper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T.V. Skiba, A.R. Tsygankova, N.S. Borisova [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9 (6). – P. 958–964.
4. *Cadmium* accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, V.L. Petukhov [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol.7, Iss. 4. – P. 1758–1764.
5. *Single* nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov [et al.] // Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada, August 17–22. – Publishing office: Pro-mega, 2014.
6. *Comparative* assessment of radioactive strontium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, V.A. Sokolov [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44 (3). – P. 662–666.
7. Болч Б. Многомерные статистические методы для экономики: пер. с англ. / Б. Болч, К. Д. Хуань. – М.: Статистика, 1979. – 317 с.
8. Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I. Estimation the mean and variance from the median, range and the size of a sample [Электрон. ресурс] // BMC Medical Research Methodology. – 2005. – Vol. 5 (1). – P. 13. – Режим доступа: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13> (дата обращения: 13.02.2020). – Загл. с экрана.
9. *Influence* of anthropogenic pollution on interior parameters, accumulation of heavy metals in organs and tissues, and the resistance to disorders in the yak population in the republic of Tuva / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, R.B Chysyma [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9 (9). – P. 1530–1535.
10. Себежко О.И., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Влияние лазерного излучения низких интенсивностей на гематологический статус поросят раннего возраста // Уч. зап. Витеб. ордена «Знак Почета» акад. вет. медицины. – 2014. – Т. 50, вып. 1, ч. 2. – С. 310–314.
11. *Correlations* of some biochemical and hematological parameters with polymorphism in α S1-casein and β -lactoglobullin genes in Romanov sheep breed / T.V. Konovalova, O.S. Sebezhko, L. Wenrong [et al.] // Proceeding International Symposium on Animal Science. 22nd – 23rd November 2018 (ISAG). 22 University of Belgrade. – Zenum, Belgrade, 2018. – P. 47.
12. *Biochemical*, hematological and mineral parameters in pigs of two breeds reared in large industrial complexes of Western Siberia / O.I. Sebezhko, O.S. Korotkevich, T.V. Konovalova [et al.] // Proceedings of the 3rd International Symposium for Agriculture and Food. – ISAF, 2017. – P. 100.
13. Себежко О.И. Гематологические показатели маралух алтае-саянской породы в условиях Западной Сибири // Главный зоотехник. – 2018. – № 17. – С. 52–60.
14. *Генофонд* и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, А.И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск: Прометей, 2012. – 579 с.
15. Себежко О.И., Короткевич О.С., Назаренко А.В. Биохимический профиль свиней кемеровской породы // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. конф. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 250–256.
16. Себежко О.И., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Влияние лазерного излучения низких интенсивностей на гематологический статус поросят раннего возраста // Уч. зап. Витеб. ордена «Знак Почета» гос. акад. вет. медицины. – Витебск, 2015. – Т. 51, № 1–1. – С. 136–140.

17. Себежко О.И., Короткевич О.С., Назаренко А.В. Гематологический статус свиней кемеровской породы // Пища. Экология. Качество: тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2017. – С. 183–191.
18. *Pharmacogenetic* effects of angiotensin-converting enzyme inhibitors over age-related urea and creatinine variations in patients with dementia due to Alzheimer disease / F. Oliveira, J. Berretta, E. Chen [et al.] // *Colombia Médica*. – 2016. – Vol. 47, N2. – P. 76–80.
19. Милаева В.И., Воронина О.А., Зайцев С.Ю. Особенности метаболизма лактирующих коров // *RJOAS*. – 2017. – № 2 (62). – С. 275–261.
20. Гарматарова Т.В. Показатели биохимического статуса инфицированных BLV и интактных коров айрширской породы // *Вестн. НГАУ*. – 2014. – № 3 (32). – С. 81–84.
21. *Полиморфизм* белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы / Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов [и др.] // *Докл. Рос. акад. с.-х. наук*. – 2010. – № 4. – С. 49–51.
22. *Межвидовые* различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, И.С. Миллер [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2–10. – С. 2158–2163.
23. Бирюля И.К., Короткевич О.С. Гематологический статус свиней породы ландрас в условиях промышленного свиного комплекса «Алтаймясопром» // *Актуальные проблемы развития АПК в работах молодых ученых Сибири: материалы XI Регион. науч.-практ. конф. молодых ученых Сиб. федерал. округа*. – Новосибирск, 2015. – С. 112–115.
24. *Copper* content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. – 2017. – Т. 44, N 5. – P. 74.
25. *Иммуногенетические* системы сывороточных белков крови свиней / В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, М.Л. Кочнева, О.И. Себежко [и др.] // *Докл. РАСХН*. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
26. Сысо А.И. Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку // *Тяжелые металлы в окружающей среде*. – Новосибирск: Новосиб. ГАУ, 2017. – Вып. 2. – С. 224–241.
27. *Ecological* and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural land of Siberia / A. I. Syso, V.A. Sokolov, V.L Petukhov [et al.] // *J. Pharm. Sci. And Res.* – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.
28. *Analysis* of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arcexcitation sources / A.R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, K.N. Narozhnykh [et al.] // *J. Pharm. Sci and Res.* – 2017. – Vol. 9 (5). – P. 601–605.
29. *Агрехимическая* характеристика пашни экологически благополучной территории Кемеровской области / Н.И. Шишин, Е.В. Фихман, А.В. Назаренко [и др.] // *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф.* – Новосибирск: СФНЦ РАН, НГАУ. – 2017. – Т. 1. – С. 491–495.
30. *Selective* constraints in cold-region wild boars may defuse the effects of small effective population size on molecular evolution of mitogenomes / J. Chen, P. Ni, T.N. Thi Tran [et al.] // *Ecology and evolution*. – 2018. – Vol. 8, N16. – P. 8102–8114.

REFERENCES

1. Osadchuk L. V., Kleschev M. A., Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Shishin N. I., Konovalova T. V., Narozhnykh K. N., Petukhov V. L., *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, Vol. 31, No. 1., pp. 35–42.
2. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Fedyayev J. I., Shishin N. I., Syso A. I., Sebezhko O. I., Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Osadchuk L. V., *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44, No. 2, pp. 217–220.
3. Skiba T. V., Tsygankova A. R., Borisova N. S., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Osadchuk L. V., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, – 2017, Vol. 9 (6), pp. 958–964.
4. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Petukhov V. L., Syso A. I., Sebezhko O. I., Shishin N. I., Fedayev J. I., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Osadchuk L. V., *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 2016, Vol. 7, Iss. 4, pp. 1758–1764.
5. Korotkevich O. S., Lyukhanov M. P., Petukhov V. L., Yudin N. S., Sebezhko O. I., Konovalova T. V., Kamaldinov E. V., *Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, Canada, August 17–22, Publishing office, Promega, 2014.
6. Sebezhko O. I., Petukhov V. L., Sokolov V. A., Korotkevich O. S., Konovalova T. V., Kamaldinov E. V., Syso A. I., Marmuleva N. I., Narozhnykh K. N., Barinov E. Y., Osadchuk L. V., *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44 (3), pp. 662–666.
7. Bolch B., Huan K. D., *Statistica*, 1979, 317 p.
8. Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I., *BMC Medical Research Methodology*, 2005, Vol. 5 (1), 13 p.
9. Sebezhko O. I., Petukhov V. L., Chysyma R. B., Kuzmina E. E., Shishin N. I., Korotkevich O. S., Konovalova T. V., Narozhnykh K. N., Zheltikov A. I., Marenkov V. G., Nezavitin A. G., Osadchuk L. V., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9 (9), pp. 1530–1535.
10. Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Petukhov V. L., *Uch. zap. Viteb. ordena Znak Pocheta akad. vet. meditsiny*, 2015, Vol. 51, No. 1–1, pp. 136–140. (In Russ.)
11. Konovalova T. V., Sebezhko O. S., Liu W., Liu M., Saurbaeva R. T., Korotkevich O. S., Narozhnykh K. N., Nazarenko A. V., Kamaldinov E. V., Andreeva V. A., Petukhov V. L., Popovski Z. T., *Proceeding International Symposium on Animal Science*, 22nd-23rd November 2018 (ISAG), 22 University of Belgrade, Zenum, Belgrade, 2018, 47 p.
12. Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Konovalova T. V., Biryulya I. K., Petukhov V. L., Kamaldinov E. V., Narozhnykh K. N., Osadchuk L. V., *Proceedings of the 3rd International Symposium for Agriculture and Food*, ISAF, 2017, 100 p.
13. Sebezhko O. I., *Glavnyi zootekhnik*, 2018, No. 17, pp. 52–60. (In Russ.)
14. Petukhov V. L., Tikhonov V. N., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Fridcher A. A., *Genofond i fenofond sibirskoj severnoj porody i cherno-pestroj porodnoj gruppy svinej* (The gene pool and fenofond of the Siberian northern breed and the black-motley breed group of pigs), Novosibirsk, 2012, 579 p.
15. Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Nazarenko A. V., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa*, Proceeding of Conference, 2016, pp. 250–256. (In Russ.)
16. Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Petukhov V. L., *Uch. zap. Viteb. ordena Znak Pocheta akad. vet. meditsiny*, 2015, Vol. 51, No. 1–1, pp. 136–140. (In Russ.)
17. Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Nazarenko A. V., *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo, Tr. XIV Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.*, Novosibirsk, 2017, pp. 183–191.
18. Oliveira F., Berretta J., Chen E., Smith M., Bertolucci P., *Colombia Médica*, 2016, Vol. 47, No. 2, pp. 76–80.

19. Milaeva V.I. Voronina O.A. Zaitsev S. Yu., *RJOAS*, 2017, No. 2 (62), pp. 275–261.
20. Garmatarova T.V., *Vestn. NGAU*, 2014, No. 3 (32), pp. 81–84. (In Russ.)
21. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Fridcher A.A., *Dokl. Ros. akad. s. – kh. nauk*, 2010, No. 4, pp. 49–51. (In Russ.)
22. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Miller I.S., Strizhkova M.V., Zaiko O.A., Nazarenko A.V., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2 (10), pp. 2158–2163. (In Russ.)
23. Biryulya I.K., Korotkevich O.S., *Aktual'nye problemy razvitiya APK v rabotakh molodykh uchenykh Sibiri* (Actual problems of the development of agriculture in the works of young scientists of Siberia), Proceeding XI of Regional Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 2015, pp. 112–115. (In Russ.)
24. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Fedyaev Y.I., Shishin N.I., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Vol. 44, 74 p.
25. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Sebezhko O.I., Gart VV., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., *Doklady RASKhN*, Moscow, 2003, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
26. Syso A.I., *Heavy metals in the environment NGAU*, 2017, Issue 2, pp. 224–241. (In Russ.)
27. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., Sokolov V.A., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 368–374.
28. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., Narozhnykh K.N., Saprykin A.I., Konovalova T.V., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Osadchuk L.V., *J. Pharm. Sci and Res*, 2017, Vol. 9 (5), pp. 601–605.
29. Shishin N.I., Shabanov A.S., Fedyaev Y.I., Sebezhko O.I., Saurbaeva R.T., Fikhman E.V., Nazarenko A.V., *Sb. nauch. dokl. XX Mezhdunar. nauch. – prakt. konf*, Novosibirsk, SFNTs RAN, NGAU, 2017, Vol. 1, pp. 491–495.
30. Chen J., Ni P., Thi Tran T.N., Kamaldinov E.V., Petukhov V.L., Han J., Liu X., Šprem N., Zhao S., *Ecology and evolution*, 2018, Vol. 8, No. 16, pp. 8102–8114.