

**ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ
НА СОДЕРЖАНИЕ НАТРИЯ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СЫНОВЕЙ**

М.В. Стрижкова, кандидат биологических наук

О.И. Себежко, кандидат биологических наук, доцент

Т.В. Коновалова, старший преподаватель

К.Н. Нарожных, кандидат биологических наук, доцент,
зав. лабораторией

В.А. Андреева, аспирант

О.С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор

В.Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор

Ключевые слова: макроэлементы, сыворотка крови, натрий, голштинская порода, генотип быков-производителей

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: vet-gen-dep@nsau.edu.ru

Реферат. Изучение биологической роли химических элементов у сельскохозяйственных животных является одной из актуальных проблем, которую продолжают исследовать ученые. В Сибири проводят комплексное изучение генофонда и фенотипа пород и видов сельскохозяйственных животных. Важным вопросом является поиск прижизненных маркеров накопления макроэлементов, в т.ч. натрия в органах и тканях животных. В статье приведены данные о содержании натрия в сыворотке крови потомства, полученного от быков-производителей голштинской породы. Эксперимент проведен в ОАО «Ваганово» Кемеровской области. Концентрацию натрия определяли атомно-эмиссионным методом на спектрометре ICP AES IRIS в Аналитическом центре коллективного пользования Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН. В области разведения голштинского скота отсутствует превышение ПДК тяжелых металлов в почве, воде, кормах, органах и тканях животных. Установлено влияние генотипа отцов голштинской породы на содержание натрия в сыворотке крови сыновей. Концентрация натрия у потомков Фабио была в 1,9 раза выше (240,4 мг/л), чем у сыновей Брио ($P < 0,001$). Быки-производители по уровню натрия в сыворотке потомков располагались в следующем порядке: Брио < Бонэир < Малстрем < Фабио в соотношении 1 : 1,3 : 1,5 : 1,9. Фенотипическая изменчивость этого элемента между потомством разных производителей отличалась в 3 раза и более. Межпородная дифференциация, влияние генотипа производителей, различия между линиями и семействами говорят о наследственной детерминации устойчивости и восприимчивости к аккумуляции макро- и микроэлементов в органах и тканях животных.

**INFLUENCE OF THE GENOTYPE OF HOLSTEIN BREED BULLS-PRODUCERS
ON THE SODIUM CONTENT IN THE BLOOD SERUM OF SONS**

M.V. Strizhkova, Candidate of Biological Sciences

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

T.V. Konovalova, Senior Lecturer

K. N. Narozhnykh, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the laboratory

V.A. Andreeva, PhD-student

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

V.L. Petukhov, Doctor of Biological Sciences, Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: macronutrients, blood serum, sodium, Holstein breed, genotype of sire bulls

Abstract. The study of the biological role of chemical elements in farm animals is one of the issues that scientists continue to investigate. A comprehensive study of the gene pool and phenofund of breeds and species of farm animals is being carried out in Siberia. An important issue is the search for vital markers of macronutrient accumulation, including sodium in organs and tissues of animals. The article presents data on the content of sodium in the blood serum of offspring obtained from bulls-producers of the Holstein breed. The experiment was carried out at OAO Vaganovo, Kemerovo region. The sodium concentration was determined by the atomic emission method on an ICP AES IRIS spectrometer at the V.S. Sobolev Analytical Center for Collective Use of the Institute of Geology and Mineralogy SB RAS. In the area of Holstein cattle breeding, there is no excess of LOC for heavy metals in soil, water, feed, organs and tissues of animals. The influence of the genotype of the fathers of the Holstein breed on the sodium content in the blood serum of sons was established. The sodium concentration in Fabio's offspring was 1.9 times higher (240.4 mg/l) than in Brio's sons ($P < 0.001$). By the level of sodium in the serum of offspring, bulls-producers were arranged in the following order: Brio < Bonaire < Malstrom < Fabio in a proportion of 1: 1.3: 1.5: 1.9. The phenotypic variability of this element between the offspring of different producers differed by 3 times or more. Interbreed differentiation, the influence of the genotype of producers, differences between lines and families sign the hereditary determination of resistance and susceptibility to the accumulation of macro- and microelements in organs and tissues of animals.

Изучение биологической роли химических элементов у сельскохозяйственных животных является актуальной проблемой, которую продолжают исследовать ученые, причем до конца роль каждого химического элемента не определена [1–3].

В организме животных натрия в наибольшем количестве находится в жидкостях, органах и тканях (соединительная ткань, кожа). Он является одним из распространенных макроэлементов межклеточных жидкостей [4–5].

Известно, что натрия принимает участие в обмене веществ (пищеварительные ферменты, обмен сахаров, минералов, аминокислот). От уровня натрия в крови и тканях зависит ос-

мотическое давление и поддержание кислотно-щелочного равновесия организма [6–8].

В Сибири проводят комплексное изучение генофонда и фенофонда пород и видов сельскохозяйственных животных [9–11].

Недостаточная изученность влияния генотипа быков-производителей на содержание макроэлементов в сыворотке крови потомков у животных голштинской породы за рубежом и в Западной Сибири служит основанием для проведения научных исследований по содержанию и изменчивости химических элементов в сыворотке крови [12–13]. Важным вопросом является поиск прижизненных маркеров накопления макроэлементов, в т.ч. натрия, в органах и тканях животных [10].

Цель исследований – определить влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на содержание натрия в сыворотке крови их сыновей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследовано влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на концентрацию натрия в сыворотке крови сыновей. В ОАО «Ваганово» сформировано четыре группы быков 12–14-месячного возраста, которые находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Перед забоем животных из яремной вены после 12–18-часовой голодной диеты были взяты пробы крови. Концентрацию натрия в крови исследовали в Аналитическом центре коллективного пользования Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН с применением метода атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе ICP AES IRIS.

В зоне разведения голштинского скота проводился постоянный комплексный мониторинг элементного состава воды, почвы, растений, органов и тканей животных [14–15]. В почве, воде и кормах разных районов Сибири уровень содержания микроэлементов находится в пределах агрохимических и биогеохимических норм [16]. Содержание тяжелых металлов не превышает ПДК [17].

Для оценки нормальности распределения применен критерий Шапиро-Уилка.

Данные исследований обработаны с использованием методов описательной статистики на языке программирования R в среде анализа данных RStudio (версия 1.1.463).

Построена дендрограмма, которая дает представление о сходстве генотипов быков-производителей по концентрации натрия в сыворотке крови их потомков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В доступной нам литературе мы нашли очень мало работ, посвященных изучению наследственной обусловленности содержания макро- и микроэлементов в органах и тканях животных различных пород и видов [18–20].

В таблице показана средняя концентрация натрия в сыворотке крови потомков разных быков-производителей. При этом важно отметить, что с момента рождения до 12–14-месячного возраста все четыре группы животных находились в абсолютно одинаковых условиях содержания и кормления. Видно, что у сыновей Фабио в сыворотке крови концентрация натрия была в 1,9 раза выше, чем у потомков Брио ($P < 0,001$).

Меньше концентрация натрия была и у сыновей Бонэира в сравнении с потомками Фабио ($P < 0,05$). По мере убывания концентрации натрия производители располагаются в следующем порядке: Фабио > Малстрем > Бонэир > Брио в соотношении 1,9 : 1,5 : 1,3 : 1.

Уровень натрия в сыворотке животных отличается большой фенотипической изменчивостью. Для потомков Брио характерна небольшая индивидуальная изменчивость, которая в несколько раз ниже, чем, например, у сыновей Бонэира.

На рис. 1 показан размах изменчивости уровня натрия в потомстве разных быков-

Влияние генотипа отцов голштинской породы на концентрацию натрия в сыворотке потомков, мг/кг
Influence of the genotype of fathers of the Holstein breed on the concentration of sodium in the serum of offspring, mg / kg

Кличка отца	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Me	σ	Cv	lim	Отношение крайних вариант
Фабио	11	240,4±6,8	239	22,4	36,5	197–279	1 : 1,4
Малстрем	8	182,1±22,7	177	64,1	35,2	79–304	1 : 3,8
Бонэир	6	158,3±34,7	169,5	84,9	53,6	50–283	1 : 5,7
Брио	9	124,9±15,2	139,9	22,4	9,3	44–173	1 : 3,9
Всего	34	181,6±11,8	178,5	68,9	37,9	44–304	1 : 6,9

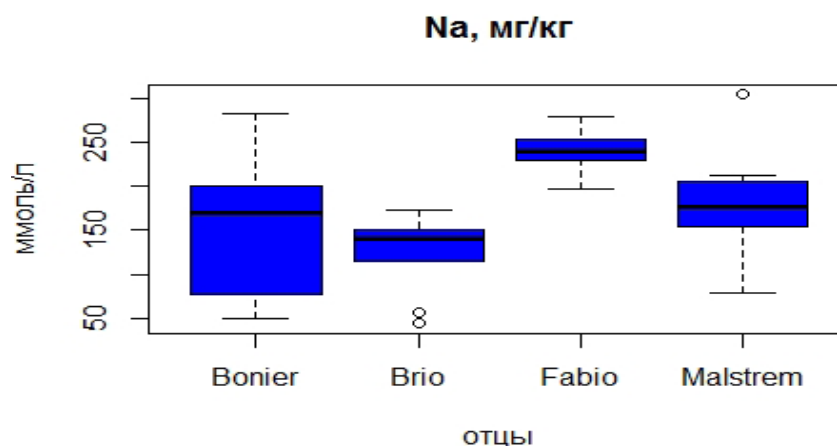


Рис. 1. Диаграмма Box plot размаха уровня натрия в сыворотке потомков некоторых быков
Box plot diagram of the range of serum sodium levels in offspring of some bulls

производителей. У потомков Бонэира наблюдается значительное отклонение от $Me - 0,25$ квантиля и вследствие этого имеется большой интерквартильный размах. Наименьший интерквартильный размах уровня натрия характерен для сыновей Фабио.

Ранжированный ряд быков по величине Me выглядит так: Фабио > Малстрем > Бонэир > Брио в соотношении 1,71 : 1,26 : 1,21 : 1. Ранжированные ряды по \bar{X} и Me имеют близкие значения.

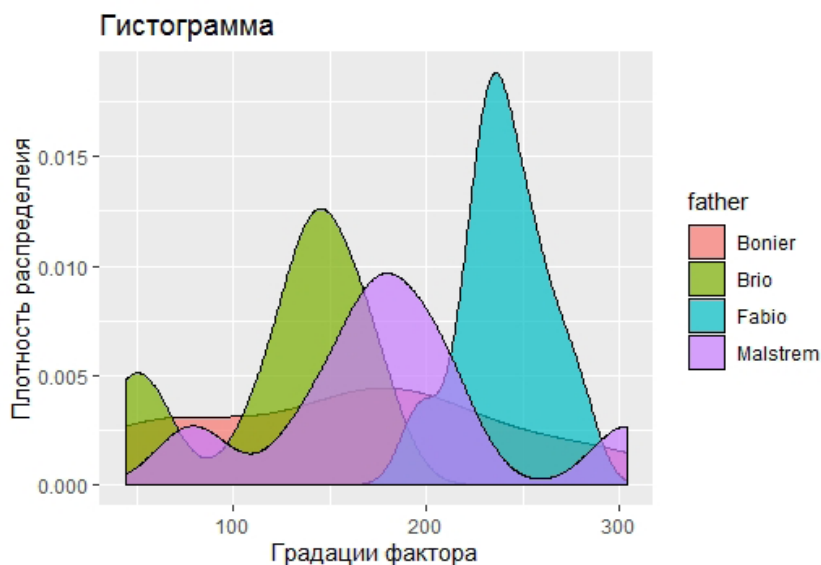


Рис. 2. Гистограмма распределения концентрации натрия у потомков четырех быков-производителей
Histogram of sodium concentration distribution in the offspring of four breeding bulls

На рис. 2 представлена гистограмма распределения уровня натрия в потомстве четырех отцов.

Выделены три кластера по аккумуляции натрия в сыворотке крови потомков разных отцов (рис. 3).

Отдельный кластер представляют потомки Фабио, что свидетельствует о роли генотипа производителей в уровне натрия в сыворотке крови потомков.

Для натрия норматив содержания в сыворотке крови находится в пределах 135–

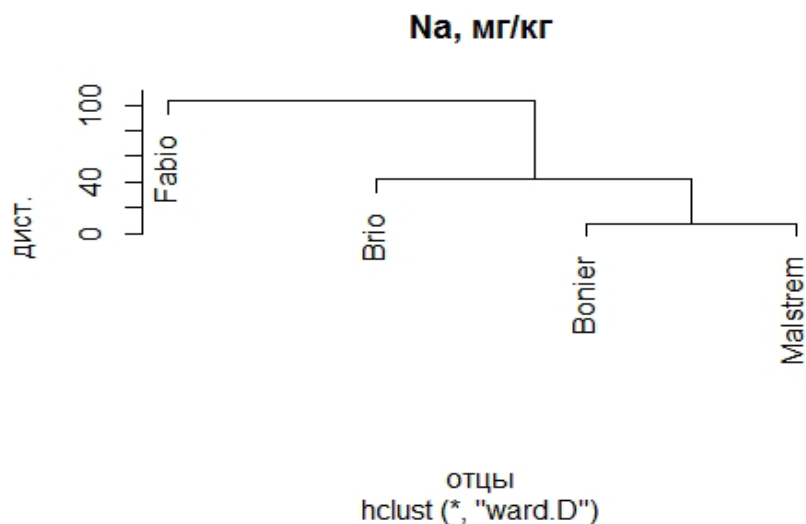


Рис. 3. Дендрограмма сходства содержания натрия в сыворотке крови некоторых быков-производителей

Dendrogram of the similarity of the sodium content in the blood serum of some sires

148 ммоль/л. В зарубежных нормативах норма для натрия находится в этих же пределах (135–150 ммоль/л) [27]. Дефицитом является уровень 100–124 ммоль/л, а токсическая доза – 150–250 ммоль/л. По этим нормам все потомки Фабио имели повышенное содержание натрия. У некоторых сыновей трех других производителей наблюдался дефицит натрия или превышение нормы. К сожалению, при определении этих норм не учитываются породные особенности (например, направление и уровень продуктивности) и экологические условия [21–23].

Полученные данные свидетельствуют о наследственной детерминации уровня натрия в сыворотке крови. В наиболее ранних исследованиях Анке и Шелльнера показана генетическая обусловленность концентрации натрия в молоке коров. Они выявили различия между семействами коров по уровню данного элемента в молоке.

У других видов животных выявлено влияние линии и семейства на устойчивость и предрасположенность животных к содержанию химических элементов в органах и тканях. Так, по данным О.А. Зайко [28], генотип линий и семейств скороспелой мясной породы свиней СМ-1 влиял на содержание свинца в щетине и других органах и тканях. Например, у свиней из семейства Северянка содержание свинца в легких было в 1,7 раза

выше (0,97 мг/кг), чем у животных семейства Синицы. Сила влияния генотипа свиней на уровень свинца в легких была равна 42,1% ($P < 0,05$) [29].

Было показано, что существуют межпородные различия у крупного рогатого скота по концентрации меди в волосе животных [27]. У голштинского скота содержание железа в волосе зависело от генотипа быков-производителей [11, 24, 26].

Таким образом, межпородная дифференциация, влияние генотипа производителей, различия между линиями и семействами говорят о наследственной детерминации устойчивости и восприимчивости к аккумуляции макро- и микроэлементов в органах и тканях животных.

В этом плане интересны работы, в которых показана методика прижизненного определения уровня элементов в органах и тканях [10, 25], предоставляющего возможность проведения комплексной оценки интерьера животных по концентрации химических элементов в теле животных.

ВЫВОДЫ

1. Установлено влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на содержание натрия в сыворотке крови потомства. У потомков некоторых быков кон-

центрация натрия была в 1,9 раза выше, чем у других (240,4 и 124,9 мг/кг). Уровень натрия в крови характеризуется высокой фенотипической изменчивостью, которая различалась между потомками разных отцов.

2. Полученные данные по содержанию натрия можно предварительно принять в качестве референсных значений для характеристики интерьера, в ветеринарных и экологических исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стрижкова М.В.* Содержание, изменчивость и корреляция макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота черно-пестрой породы: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2018. – 131 с.
2. *Стрижкова М.В., Короткевич О.С., Коновалова Т.В.* Изменчивость и взаимосвязи макроэлементов в печени крупного рогатого скота черно-пестрой породы // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 5. – С. 743.
3. *Стрижкова М.В., Коновалова Т.В., Короткевич О.С.* Содержание макроэлементов в сыворотке крови животных черно-пестрой породы // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 4(45). – С. 75-82.
4. *Нарожных К.Н., Стрижкова М.В., Коновалова Т.В.* Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири // *Фундаментальные исследования.* – 2015. – № 2-10. – С. 2158-2163.
5. *Стрижкова М.В., Короткевич О.С.* Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2008. – № 5 (185). – С. 89-93.
6. *Genetic similarity of siberian pig breeds in allele frequencies of serum protein allotype systems / E.V. Kamaldinov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich [et al.] // Indian Veterinary Journal.* – 2018. – Vol. 95, N. 2. – P. 47-49.
7. *Нарожных К.Н., Коновалова Т.В., Короткевич О.С.* Корреляция убойной массы и содержания тяжелых металлов в органах бычков герефордской породы // *Главный зоотехник.* – 2015. – № 3. – С. 37-42.
8. *Федяев Ю.И., Коновалова Т.В.* Аккумуляция кадмия в почках у бычков голштинской породы // *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IV Всерос. (нац.) науч. конф.* – Новосибирск, 2019. – С. 112-114.
9. *Гормональный и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области / Л.В. Осадчук, О.И. Себежко, Н.Г. Шишин [и др.] // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 2(43). – С. 52-61.
10. Патент на изобретение RU 2548774 С1. Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота / О.С. Короткевич, К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова [и др.]. – Заявка № 2014111570/15 от 25.03.2014; Опубл. 20.04.2015.
11. *Influence of elevated Zn on the hematology, serum biochemistry and productive indicators in laying hens / V.L. Petukhov, I.A Afonina, M.A. Kleshchev [et al.] // Indian Journal of Ecology.* – 2019. – Vol. 46, N. 4. – P. 901-906.
12. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region / L.V. Osadchuk, M.A. Kleshchev, O.I. Sebezko [et al.] // Iraqi Journal of Veterinary Sciences.* – 2017. – Vol. 31, N. 1. – P. 35-42.
13. *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 Tyva /*

- O.I. Sebezsko, V.L. Petukhov, N.I. Shishin [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, N. 9. – P. 1530-1535.
14. *Iron* content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, J.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N. 2. – P. 217-220.
 15. *Ecological* and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, M.A. Lebedeva, A.S. Cherevko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, N. 4. – P. 368-374.
 16. *Lead* content in soil, water, forage, grains, organs and the muscle tissue of cattle in Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, J.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2018. – Vol. 45, N. 4. – P. 866-871.
 17. *Содержание* железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю. Ефанова, О. Короткевич, В. Петухов // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 1. – С. 24-25.
 18. *Single* nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov [et al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – Vancouver, Canada, 2014.
 19. *Закономерности* аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1447.
 20. *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. – Vol. 44. – P. 74.
 21. *Comparative* assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia / O.I. Sebezsko, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N. 3. – P. 662-666.
 22. *Устойчивость* красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В.В. Ильин, А.И. Желтиков, О.С. Короткевич, Т.В. Коновалова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65-68.
 23. *Патент* на изобретение RU 2426119 С1. Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, А.И. Желтиков, Т.В. Петухова. – Заявка № 2010111307/15 от 24.03.2010; Оpubл. 10.08.2011.
 24. *Межвидовые* различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи животных / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, И.С. Миллер [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-26. – С. 5815-5819.
 25. *Патент* на изобретение RU 2602915 С1. Способ определения концентрации свинца в легких крупного рогатого скота / Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич, К.Н. Нарожных [и др.]. – Заявка № 2015130994/15 от 24.07.2015; Оpubл. 20.11.2016.
 26. *Патент* на изобретение RU 2414124 С2. Способ получения высокопродуктивных производителей сельскохозяйственных животных / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков [и др.]. – Заявка № 2009122691/10 от 15.06.2009; Оpubл. 20.03.2011.
 27. *Нарожных К.Н.* Изменчивость, корреляция и уровень тяжелых металлов в органах и тканях герефордского скота в условиях Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2019. – 163 с.
 28. *Зайко О.А.* Изменчивость и корреляции химических элементов в органах и тканях свиней скороспелой мясной породы СМ-1: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2014. – 182 с.

29. Зайко О.А., Коновалова Т.В. Влияние генофонда семейств скороспелой мясной породы на аккумуляцию свинца в некоторых органах и тканях свиней // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 4(41). – С. 432-434.

REFERENCES

1. Strizhkova M.V., *Soderzhanie, izmenchivost' i korrelyaciya makroelementov v organah i tkanyah krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody* (Content, variability and correlation of macronutrients in organs and tissues of black-and-white cattle), Candidate's thesis, Novosibirsk, 2018, 131 p.
2. Strizhkova M.V., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., *Sovremennye problemy` nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 5, pp. 743. (In Russ.)
3. Strizhkova M.V., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 4 (45), pp. 75-82. (In Russ.)
4. Narozhnyx K.N., Strizhkova M.V., Konovalova T.V., *Fundamental`ny`e issledovaniya*, 2015, No. 2-10, pp. 2158-2163. (In Russ.)
5. Strizhkova M.V., Korotkevich O.S., *Sibirskij vestnik sel`skoxozyajstvennoj nauki*, 2008, No. 5 (185), pp. 89-93. (In Russ.)
6. Kamaldinov E.V., Petukhov V.L., Korotkevich O.S. [et al.], Genetic similarity of siberian pig breeds in allele frequencies of serum protein allotype systems, *Indian Veterinary Journal*, 2018, Vol. 95, No. 2, pp. 47-49.
7. Narozhny`x K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., *Glavny`j zootexnik*, 2015, No. 3, pp. 37-42. (In Russ.)
8. Fedyaev Yu.I., Konovalova T.V., *Rol` agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel`skix territorij* (The role of agricultural science in sustainable development of rural areas), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2019, pp. 112-114. (In Russ.)
9. Osadchuk L.V., Sebezsko O.I., Shishin N.G. [i dr.], *Vestnik NGAU*, 2017, No. 2 (43), pp. 52-61. (In Russ.)
10. Korotkevich O.S., Narozhny`x K.N., Konovalova T.V. [i dr.], *Patent na izobretenie RUS 2548774 CI*, Invention patent, 25.03.2014. (In Russ.)
11. Petukhov V.L., Afonina I.A., Kleshchev M.A. [et al.], Influence of elevated Zn on the hematology, serum biochemistry and productive indicators in laying hens, *Indian Journal of Ecology*, 2019, Vol. 46, No. 4, pp. 901-906.
12. Osadchuk L.V., Kleshchev M.A., Sebezsko O.I. [et al.], Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region, *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, Vol. 31, No. 1, pp. 35-42.
13. Sebezsko O.I., Petukhov V.L., Shishin N.I. [et al.], 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 Tyva, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, T. 9, No. 9, pp. 1530-1535.
14. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev J.I. [et al.], Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of western Siberia (Russia), *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44, No. 2, pp. 217-220.
15. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S. [et al.], Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 368-374.

16. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev J.I., Lead content in soil, water, forage, grains, organs and the muscle tissue of cattle in western siberia (Russia), *Indian Journal of Ecology*, 2018, Vol. 45, No. 4, pp. 866-871.
17. Narozhny`x K.N., Efanova Yu., Korotkevich O., Petuxov V., *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2013, No. 1, pp. 24-25. (In Russ.)
18. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L. [et al.], Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of west Siberia, *Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, Canada, 2014.
19. Narozhny`x K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S. [i dr.], *Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, pp. 1447. (In Russ.)
20. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L. [et al.], Copper content in hair, bristle and feather in different species reared in western Siberia, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Vol. 44, pp. 74. (In Russ.)
21. Sebezshko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S. [et al.], Comparative assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia, *Indian Journal of Ecology*, 2017, T. 44, No. 3, pp. 662-666.
22. Il`in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., *Dostizheniya nauki i texniki APK*, 2014, No. 4, pp. 65-68. (In Russ.)
23. Petuxov V.L., Korotkevich O.S., Zheltikov A.I., Petuxova T.V., *Patent na izobretenie RU 2426119 CI*, Invention patent, 10.08.2011. (In Russ.)
24. Narozhny`x K.N., Konovalova T.V., Miller I.S. [i dr.], *Fundamental`ny`e issledovaniya*, 2015, No. 2-26, pp. 5815-5819. (In Russ.)
25. Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhny`x K.N. [i dr.], *Patent na izobretenie RU 2602915 CI*, Invention patent, 20.11.2016. (In Russ.)
26. Petuxov V.L., E`rnst L.K., Zheltikov A.I. [i dr.], *Patent na izobretenie RU 2414124 C2*, Invention patent, 20.03.2011. (In Russ.)
27. Narozhny`x K.N., *Izmenchivost`, korrelyaciya i uroven` tyazhely`x metallov v organax i tkanyax herefordskogo skota v usloviyax Zapadnoj Sibiri* (Variability, correlation and level of heavy metals in organs and tissues of Hereford cattle in the conditions of Western Siberia), Candidate's thesis, Novosibirsk, 2019, 163 p.
28. Zajko O.A., *Izmenchivost` i korrelyacii ximicheskix e`lementov v organax i tkanyax svinej skorospeloj myasnoj porody` SM-1* (Variability and correlations of chemical elements in organs and tissues of pigs of early maturing meat breed SM-1), Candidate's thesis, Novosibirsk, 2014, 182 p.
29. Zajko O.A., Konovalova T.V., *Mir nauki, kul`tury, obrazovaniya*, 2013, No. 4(41), pp. 432-434. (In Russ.)