

УДК 577.118:636.237.21.082

СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЖИВОТНЫХ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

М.В. Стрижкова, специалист по обучению персонала

²Т.В. Коновалова, ст. преподаватель

³О.С. Короткевич, доктор биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия

E-mail: margooo@ngs.ru

Ключевые слова: бычки, сыворотка крови, макроэлементы, кальций, натрий, фосфор, калий, магний, порода

Реферат. *Несмотря на относительное постоянство состава крови, это лабильная среда организма. Ее гематологические и биохимические показатели изменяются в зависимости от генотипа животного, возраста, пола, условий кормления и содержания. Мы рассмотрели содержание макроэлементов в сыворотке крови у телят черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Были отобраны пробы сыворотки крови от 26 клинически здоровых животных. Биохимические и гематологические показатели определяли в лаборатории на кафедре ветеринарной генетики и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета на фотометре 5010 с использованием стандартизированных методов обследования крови. Установлено, что основные показатели были в норме. Установлено увеличение уровня кальция в крови. В литературе мало сведений о взаимосвязи уровней макроэлементов в органах гематологических и биохимических показателей у животных. Изучены взаимосвязи накопления макроэлементов в органах с показателями крови. Полученные средние популяционные данные о содержании макроэлементов в сыворотке крови можно рассматривать как предварительную норму для бычков черно-пестрой породы в возрасте 1,5 года в условиях Западной Сибири. Получены положительные и отрицательные связи макроэлементов в сыворотке крови. Выявлен ряд корреляций, на основе которых может быть изучен биохимический статус организма. Заявлены межвидовые различия по содержанию некоторых элементов, что свидетельствует об определенной роли наследственности в обусловленности уровня некоторых макроэлементов в организме.*

CONCENTRATION OF MACROELEMENTS IN BLOOD SERUM OF BLACK-AND-WHITE CATTLE

¹Strizhkova M.V., Education Specialist

²Kononova T.V., Senior Teacher

³Korotkevich O.S., Dr. of Biological Sc.

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: bulls, blood serum, macroelements, calcium, sodium, phosphorus, potassium, magnesium, breed.

Abstract. *The authors outline that blood composition is a motile internal environment. Its hematological and biochemical parameters are changed in relation to animal genotype, age, sex, feeding conditions and keeping. The authors investigated concentration of macroelements in the blood serum of Black-and-White calves aged 18 months. The researchers selected blood serum from 26 healthy animals and defined biochemical and hematological parameters in the laboratory at the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University. The authors used photometer 5010 and standard methods of blood inspection. The research found out that the basic parameters varied within the standard. Increase of calcium concentration in the blood. There is no much information in scientific resources about relation between macroelements and hematological and biochemical parameters. The paper explores relations be-*

tween macroelements accumulation in the organs and blood parameters. The average data on concentration of macroelements in the blood serum should be considered as a tentative standard for Black-and-White calves aged 1.5 year in Western Siberia. The researchers received positive and negative relations of macroelements in the blood serum. They revealed some correlations that can contribute to studying biochemical status of organism. The authors speak about interspecies differences that certify the role of heritance in the number of some macroelements in the organism.

Содержание в организме животного макро- и микроэлементов зависит от их концентрации в окружающей среде. Минеральный состав крови животного непостоянен и зависит от биологических особенностей организма, технологии кормления и содержания, физиологического состояния, сезона года, возраста, породной принадлежности. В организм макро- и микроэлементы попадают с пищей, далее всасываются в кровь и распространяются по всем органам и тканям.

Исследования крови играют огромную роль для диагностики заболеваний, осуществления контроля над развитием болезни, эффективно-стью проведенного лечения. Следовательно, по химическому составу крови судят о физиологическом состоянии организма животных.

Гематологические и биохимические показатели сыворотки крови связаны с обменом макро- и микроэлементов, отражают породные особенности животных, общее состояние организма. На состав крови оказывают огромное влияние возраст, пол, физиологическое состояние, условия кормления и содержания.

Чтобы оценить элементный статус организма, в клинической лабораторной диагностике используют анализ сыворотки и плазмы крови. Определение конкретного элемента в сыворотке или плазме крови отражает текущее состояние его обмена, так как они являются транспортной средой, в которой элемент находится от момента его резорбции из желудочно-кишечного тракта до поступления к месту осуществления физиологического действия или депонирования, а также экскреции из организма. Информация, которую получают с помощью анализа сыворотки или плазмы крови, показывает взаимосвязи обмена между различными органами.

Определение биохимического и химического статуса позволяет селекционеру иметь более полное представление о состоянии животных. Интерьер рассматривается как совокупность морфо-физиологических особенностей организма, связанных с продуктивными качествами животных. Важное значение имеет изучение ге-

нофона и фенотипа пород сельскохозяйственных животных Западной Сибири [1, 2]. Одной из характеристик интерьера животного являются гематологические показатели. Кровь переносит питательные и биологически активные вещества, выполняя общую регуляцию жизненно важных функций организма [3, 4]. Кровь вместе с лимфой и тканевой жидкостью образует внутреннюю среду организма. Поддержание постоянства состава внутренней среды необходимо для нормальной жизнедеятельности органов и тканей. Различные факторы внешней среды влияют на интерьерные параметры животных [5–7].

Как показывают многочисленные исследования, кровь, несмотря на сравнительное постоянство состава, представляет собой лабильную систему, и ее морфологические показатели изменяются в зависимости от породной принадлежности, генотипа животных, их возраста, условий содержания и кормления, уровня продуктивности [8–12].

Содержание и обмен макро- и микроэлементов в крови, безусловно, являются важнейшими показателями физиологического состояния организма [13]. Но минеральный состав крови животных не постоянен, он может меняться в зависимости от биологических особенностей организма, технологии выращивания, окружающей среды. Гематологический, биохимический и химический состав тканей и органов является важным параметром оценки интерьера животных [14–18].

Цель исследований – установить содержание макроэлементов в крови крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в экологически чистом Убинском районе Новосибирской области. В этом районе содержание тяжелых металлов в почве, воде, грубых кормах и зерне не превышало предельно допустимых концентраций (ПДК) [19–21].

В опытах использованы бычки черно-пёстрой породы в возрасте 18 месяцев [22, 23]. Были отобраны пробы крови от 26 клинически здоровых животных. Концентрацию макроэлементов в сыворотке крови определяли в биохимической лаборатории кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ на фотометре 5010, используя унифицированные методы исследования крови. Гематологические показатели определяли общепринятыми методами [24, 25]. Уровень макроэлементов в органах и тканях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии в Аналитическом центре коллективного пользования Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

Результаты исследований обработаны статистически с использованием программы STATISTICA 6, StatSoft Inc. (USA). Достоверность разно-

сти между средними значениями двух выборочных совокупностей определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание макро- и микроэлементов в органах и тканях является важным показателем при оценке интерьера животных и использовании в качестве маркера аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях различных видов животных [26–31].

Изучен средний популяционный уровень макроэлементов в сыворотке крови у бычков черно-пестрой породы (табл. 1).

Содержание магния и фосфора находилось в пределах физиологической нормы. Выявлен

Таблица 1

Содержание макроэлементов в сыворотке крови, ммоль/л
Concentration of macroelements in the blood serum, mmol/l

Элементы	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	DI	$\sigma \pm S_{\sigma}$	$Cv \pm S_{Cv}$	Lim	Отношение крайних вариантов
Хлориды	81,20±3,12	77,04–85,36	15,60±2,2	19,20±2,7	36,70–99,30	1:2,7
Магний	0,90±0,08	0,75–1,05	0,40±0,06	42,0±6,1	0,20–2,10	1:10,5
Кальций	5,30±0,4	4,42–6,18	2,30±0,3	44,60±6,2	0,59–8,78	1:14,8
Фосфор	1,60±0,2	1,21–1,99	1,03±0,3	63,40±8,90	0,47–5,06	1:10,7

повышенный уровень кальция по сравнению с физиологической нормой. При химическом исследовании сыворотки крови обнаружено небольшое снижение хлоридов по сравнению с физиологической нормой. Этот показатель характеризует кислотно-щелочной гомеостаз организма. Наименьшая вариация наблюдалась по хлоридам, изменчивость которых в 3 раза ниже, чем фосфора. Отношение крайних вариантов концентрации макроэлементов в основном мало различается. Только по хлоридам отношение крайних вариантов было относительно низким.

В организме хлор находится преимущественно в ионизированном состоянии. Данный элемент участвует в поддержании кислотно-основного равновесия между плазмой и эритроцитами, осмотического равновесия между кровью и тканями, баланса воды в организме. Кальций участвует в построении скелета, поддержании процесса свертывания крови, передаче нервных импульсов [28]. В крови половина кальция связана с белком, оставшаяся часть – это ионы кальция. Обмен кальция регулируется паратиреоидным гормоном, кальцитонином и производными витамина D [28].

Магний является внутриклеточным катионом. Он играет важную роль в регуляции нервно-мышечной активности сердца, укрепляет нормальный сердечный ритм, необходим для метаболизма кальция и витамина С. Основная масса (55–60%) магния содержится в крови в ионизированной форме (растворимый магний), 14–50% (в среднем 30%) связано с белками, а 10–15% входит в состав комплексных соединений с липидами и нуклеотидами.

Фосфор необходим для образования костной ткани и энергетического обмена в клетках. В клетках крови фосфор встречается только в составе органических соединений, а в сыворотке крови содержатся в основном неорганические фосфаты [28].

У исследованных животных уровень кальция превышал верхнюю границу физиологической нормы. В исследованной выборке имеется 76,9% животных с уровнем кальция в крови выше верхней границы нормы и 7,69% с показателем ниже минимального значения нормы. В норме у животных соотношение кальция и фосфора составляет 1,6: 2. Снижение кальциево-фосфорного отношения до 1,5 или увеличение его более 3,0 свиде-

тельствует о нарушении фосфорно-кальциевого обмена. У исследованных животных отношение кальция к фосфору составляет 3,3. Небольшая гиперкальциемия может быть связана с приемом кормов с большим содержанием кальция при высококонцентратном типе кормления. Известно, что кальций способен снизить усвоение магния, потому что данные макроэлементы делают между собой общую систему транспорта в кишечнике. Отношение содержания кальция к содержанию магния в рационе должно быть 2:1. Необходимо проводить анализ содержания магния в сыворотке крови как фактора, приводящего к вытеснению кальция из организма. В наших исследованиях уровень магния и фосфора находился в пределах физиологической нормы. Комплексное ис-

следование содержания тяжелых металлов в почве, воде, грубых кормах и зерне в экологически чистом районе Западной Сибири показало, что их величина не превышала ПДК [23]. Поэтому полученные концентрации макроэлементов в сыворотке крови можно предварительно принять за экологическую норму для молочного скота чернопестрой породы в данных условиях среды.

В литературе недостаточно информации о корреляциях уровней макроэлементов в органах с гематологическими и биохимическими показателями у животных. Нами изучена связь аккумуляции макроэлементов в органах с гематологическими показателями. Выявлен ряд корреляций, на основании которых может быть проведено тестирование биохимического статуса организма (табл. 2).

Таблица 2

Корреляции химических элементов в сыворотке крови (с.к.) и мышцах
Correlation of chemical elements in the blood serum and muscles

Коррелирующие показатели	г	Коррелирующие показатели	г	Коррелирующие показатели	г
Са с.к. – Mg с.к.	0,44*	К с.к. – Р мышцы	-0,45*	Mg с.к. – Са селезенка	-0,58**
Са с.к. – Са мышцы	0,44*	К с.к. – Mg печень	-0,47*	Na с.к. – Р мышцы	0,45*
Са с.к. – Mg сердце	0,48*	К с.к. – Na легкие	0,47*	Na с.к. – К легкие	0,50*
Са с.к. – Са селезенка	-0,44*	К с.к. – Са селезенка	-0,59**	Na с.к. – Mg легкие	0,43*
Са с.к. – Na селезенка	-0,43*	К с.к. – Na селезенка	-0,43*	Na с.к. – Р легкие	0,49*
Mg с.к. – К с.к.	0,52**	Р с.к. – Са печень	-0,39*	Na с.к. – Р с.к.	0,51**

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Интересен вопрос о закономерностях связи уровней макроэлементов между различными органами и тканями. По концентрации некоторых макроэлементов в сыворотке крови можно предвидеть уровень этих же элементов в органах. Так, например, по уровню содержания кальция в сыворотке крови можно предположить его содержание в мышцах и селезенке, а по уровню калия в крови можно установить содержание натрия в легких и, наоборот, по уровню натрия в сыворотке крови определить содержание калия в легких.

Установлено что в сыворотке крови существуют средние положительные достоверные корреляции между кальцием и магнием, магнием и калием, натрием и фосфором.

Больше всего достоверных корреляций было получено между калием в сыворотке крови и различных органах. Калий преимущественно находится в межклеточном веществе. Следовательно, когда орган находится в активном состоянии, его концентрация в органе увеличивается, и возникает положительная корреляция. Когда орган в состоянии покоя, калий находится внутри клетки.

Между натрием в сыворотке крови и различных органах были получены четыре положительные корреляции.

Между кальцием в сыворотке крови и различных органах были получены пять пар достоверных корреляций, две отрицательные и три положительные. Кальций является внутриклеточным мессенджером. Концентрация ионов кальция в цитоплазме нестимулированной клетки очень низкая. Низкий уровень поддерживается кальциевыми АТФ-азами (кальциевыми насосами) и натрий-кальциевыми обменниками. Резкое повышение концентрации ионов кальция в цитоплазме происходит в результате открывания кальциевых каналов плазматической мембраны.

ВЫВОДЫ

1. Минеральный состав сыворотки крови в основном находится в пределах физиологической нормы. Полученные средние популяционные данные о содержании макроэлементов в сыворотке крови можно рассматривать как предваритель-

ную норму для бычков черно-пестрой породы в возрасте 1,5 года в условиях Западной Сибири.

2. Выявлены положительные и отрицательные связи макроэлементов в сыворотке крови. Уровень некоторых макроэлементов в сыворотке крови коррелировал с их содержанием в органах и тканях. Ряд химических показателей крови коррелировали с содержанием макроэлементов в органах и тканях. Уровень кальция в сыворотке крови связан с концентрацией кальция в мышцах

и селезенке и натрия в селезенке. Содержание кальция в сыворотке крови коррелировало с уровнем фосфора в мышцах, магний в печени, натрия в легких и селезенке, кальций в селезенке. Заявлены межвидовые различия по содержанию некоторых элементов, что свидетельствует об определенной роли наследственности в обусловленности уровня некоторых макроэлементов в организме.

Исследования выполнены при поддержке РНФ (проект № 15–16–30003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Direct determination of copper. Lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes* / T. V. Skiba, A. R. Tsygankova, S. N. Borisova [et al.] // *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9, N6. – P. 958–964.
2. *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, 2014.
3. *Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота: пат. на изобретение* RU 2548774 / О. С. Короткевич, К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова [и др.]. – 2015.
4. *Стрижкова М. В.* Межпородные различия по уровню макро-и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири [Электрон. ресурс] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/pdf/2015/2-10/37375.pdf>. – (Дата обращения: 25.11.2017).
5. *Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота: пат. на изобретение* RU 2421726 08.04. В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, Стрижкова М. В. [и др.]. – 2010.
6. *Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение* RU 2426119 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.
7. *Способ стимуляции репродуктивных качеств свиноматок: пат. на изобретение* RU 2377772 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко, Т. В. Петухова. – 2008.
8. *Хиггинс К.* Расшифровка клинических лабораторных анализов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 376 с.
9. *Деева В. С., Бабенкова И. М., Романова В. В.* Ирменский тип чёрно-пёстрого скота: характеристика и селекционно-биологические признаки. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2009. – 135 с.
10. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate condition of the Altay Region* / L. V. Osadchuk, M. A. Kleshev, O. I. Sebezhko [et al.] // *Irai Journal of Veterinary Sciences*. – 2017. – Vol. 31, N1. – P. 35–42.
11. *Influence of anthropogenic pollution of interior parameters accumulation of heavy metals in organs and the resistance to disorders in the Yak pollution in the Republic of Tyva* / O. I. Sebezhko, V. L. Petukhov, R. B. Chysyma [et al.] // *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9, N 9. – P. 1530–1535.
12. *Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней* / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.] // *Рос. с.-х. наука*. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
13. *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.
14. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание марганца в некоторых органах бычков черно-пестрой породы // *Зоотехния*. – 2013. – № 4. – С. 18.
15. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 11. – С. 30–33.

16. Зайко О.А., Короткевич О.С., Петухов В.Л. Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связи с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
17. Ильин В.В., Желтиков А.И., Короткевич О.С. Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68–41.
18. Стрижкова М.В., Короткевич О.С., Коновалова Т.В. Изменчивость и взаимосвязи макроэлементов в печени крупного рогатого скота черно-пестрой породы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14532>. – (Дата обращения: 01.09.2017).
19. Cadmium level in soil, coarse fodder grain, organs and muscle tissue of cattle West Siberia / V.L. Petukhov, A.I. Syso, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] / Proceeding of the International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016. – Vol. 7, N 4. – P. 1758–1764.
20. Copper content in hair and feather in different species reader in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // J. of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – Vol. 44. – P.74.
21. Ecological and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. and Res. – 2017. – Vol. 9, N 4. – P. 368–374.
22. 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. Fedyeu [et al.] // Indian J. of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N 2. – P. 217–220.
23. Стрижкова М.В., Короткевич О.С. Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 5. – С. 89–93.
24. Стрижкова М.В., Петухова Т.В., Короткевич О.С. Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66–68.
25. Короткевич О.С., Желтикова О.А., Петухов В.Л. Биохимические, гематологические параметры и аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях свиней скороспелой мясной породы // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С. 41–43.
26. Генофонд и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, О.С. Короткевич [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2012. – 579 с.
27. Стрижкова М.В. Содержание макроэлементов в селезенке крупного рогатого скота // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – N 3(40). – С. 429–431.
28. Comparative assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, V.A. Sokolov [et al.] // Indian J. of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N 3. – P.662–666.
29. 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.
30. Особенности накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И.С. Миллер, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–11. – С. 2469–2473.
31. 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.
32. Фаткуллин Р., Гематологические показатели черно-пестрых и симментальских бычков на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 8. – С. 24–25.

REFERENCES

1. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova S.N., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Osadchuk L.V., *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 6, pp. 958–964.
2. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Yudin N.S., Konovalova T.V., Sebezhko O.I., Kamaldinov E.V., (*Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*), Vancouver, Canada, 2014.
3. Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Zajko O.A., Kuptsov A.V., Grevtsov D.S., Miller I.S., Strizhkova M.V., *pat. na izobretenie RUS 2548774*, 2015.
4. Strizhkova M.V., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2, available at: <http://www.fundamental-research.ru/pdf/2015/2-10/37375.pdf> (November 25.2017).
5. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Strizhkova M.V., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I., Petukhova T.V., *Sposob opredeleniya sodержaniya svintsa v organakh krupnogo rogatogo skota. patent na izobretenie RUS № 2421726*, 08.04.2010.
6. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Zheltikov A.I., Petukhova T.V., *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v myshechnoi tkani krupnogo rogatogo skota, patent na izobretenie RUS 2426119*, 2010.
7. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., Petukhova T.V. *Sposob stimulyatsii reproduktivnykh kachestv svinomatok, patent na izobretenie RUS 2377772*, 2008.
8. Khiggins K. *Rasshifrovka klinicheskikh laboratornykh analizov*, Moscow, *Binom, Laboratoriya znaniy*, 2008, 376 p.
9. Deeva, V.S., Babenkova I.M., Romanova V.V. *Irmenskii tip cherno-pestrogo skota: kharakteristika i selektsionno-biologicheskie priznaki* (Irmensian type of black-and-white cattle: kharakteristika and selektsionno-biological signs), Novosibirsk, *RASKhN Sib. otd.*, 2009, 135 p. (In Russ.)
10. Osadchuk L.V., Kleshev M.A., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Shishin N.I., Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., *Irai Journal of Veterinary Sciences*, 2017, No. 1 (31). pp. 35–42.
11. 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., *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 9 (9), pp. 1530–1535.
12. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Kamaldinov E.V., *Ros. s. – kh. Nauka*, 2003, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
13. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 4, pp. 65–68. (In Russ.)
14. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Zootekhnika*, 2013, No. 4, p. 18. (In Russ.)
15. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2012, No. 11, p. 30–33. (In Russ.)
16. Zaiko O.A., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., *Dokl. Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2013, No. 5, pp. 51–53. (In Russ.)
17. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 2, pp. 68–41. (In Russ.)
18. Strizhkova M.V., Korotkevich O.S., Konovalova T.V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 5, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14532>, (September 01.2017).
19. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., Soloshenko V.A., Myadelets M.A., Titova T.V., Tsygankova A.R., Saprykin A.I., *Proceeding of the International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2016, No 4 (7), pp. 1758–1764.
20. 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., *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Vol. 44, p.74.
21. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Sebezhko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., *J. Pharm. Sci. and Res.*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
22. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyev J.I., Shishin N.I., Syso A.I., Sebezhko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., *Indian J. of Ecology*, 2017, No. 2 (44), pp. 217–220.

23. Strizhkova M.V., Korotkevich O.S., *Sib. vestn. s. – kh. Nauki*, 2008, No. 5, pp. 89–93. (In Russ.)
24. Strizhkova M.V., Petukhova T.V., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2011, No. 6, pp.66–68. (In Russ.)
25. Korotkevich O.S., Zheltikova O.A., Petukhov V.L. *Dokl. Ros. akad. s. – kh. Nauk*, 2009, No. 4, pp. 41–43. (In Russ.)
26. Petukhov V.L., Tikhonov V.N., Korotkevich O.S., Zheltikov A.I. Genofond i fenofond sibirskoi severnoi porody i cherno-pestroi porodnoi gruppy svinei (The geno-fund and the pheno-fund of Siberian and northern breeds and black-motley breed groups of swine), Novosibirsk, NGAU, 2012, p. 579.
27. Strizhkova M.V., *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 2013, No 3 (40), pp. 429–431.
28. Sebezhko O.I., Petukhov V.L., Sokolov V.A., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Syso A.I., Konovalova T.V., Marmuleva N.I., Narozhnykh K.N., Barinov E.Y., Osadchuk L.V., *Indian J. of Ecology*, 2017, No. 3 (44), pp. 662–666.
29. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, p.1447. (In Russ.)
30. Miller I.S., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 9 (11), pp. 2469–2473. (In Russ.)
31. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2015, No. 3, pp. 37–42. (In Russ.)
32. Fatkullin R., *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2007. No. 8, pp. 24–25. (In Russ.)