

АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН У ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА КУЗБАССА

Е.И. Тарасенко, аспирант

О.И. Себежко, кандидат биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: tarasenkoo1997@mail.ru

Ключевые слова: азотистый обмен, крупный рогатый скот, черно-пестрая порода.

Реферат. Был проведен исследовательский анализ азотистого обмена у черно-пестрого скота в условиях Кузбасского региона. В экспериментальную группу были отобраны здоровые животные в возрасте 2-й лактации с уровнем продуктивности от 7300 до 10500 кг. Лабораторные исследования проведены на базе кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета. Показатели обмена азота в сыворотке крови оценивались фотометрически на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010 V5+. Использовались наборы реактивов фирм «Вектор-Бест» и «Ольвекс-Диагностикум». При биометрической обработке данных применяли стандартные методики описательной статистики и робастные показатели. Для оценки нормальности распределения данных использовался критерий Андерсона–Дарлинга. При расчёте корреляционных отношений применяли коэффициент Пирсона. Вычисления производили в среде программирования RStudio. Полученные средние значения показателей азотистого обмена находились в пределах физиологической нормы. Наблюдалась наибольшая положительная связь между уровнями мочевины и мочевой кислотой, а также мочевиной и креатинином. Между остальными показателями азотистого обмена связи не выявлено. Не обнаружено различий в величине надоя у коров с высокими и низкими показателями азотистого обмена. Представлены графики размаха содержания азотистых показателей у коров черно-пестрой породы в период лактации. Расчёты референтных показателей, основанные на данных молочного скота Кузбасса, позволяют более точно оценивать клиническое состояние животных и своевременно обнаруживать отклонения от установленных нормативных значений. Необходимо также учитывать референтные пределы при контроле качества и полноценности кормления крупного рогатого скота.

NITROGEN METABOLISM IN BLACK-MOILED CATTLE OF KUZBASS

E.I. Tarasenko, PhD student

O.I. Sebezhko, PhD in Biological Sciences

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: tarasenkoo1997@mail.ru

Keywords: nitrogen metabolism, cattle, black-and-white breed.

Abstract. A research analysis of nitrogen metabolism in black-and-white cattle was carried out in the conditions of the Kuzbass region. Healthy animals at the age of 2nd lactation with a productivity level from 7300 to 10500 kg were selected for the experimental group. Laboratory studies were carried out at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology of the Novosibirsk State Agrarian University. Indicators of nitrogen metabolism in blood serum were assessed photometrically on a biochemical semi-automatic analyzer Photometer 5010 V5+. Reagent kits from Vector-Best and Olvex-Diagnosticum were used. When biometric data processing, standard descriptive statistics techniques and robust indicators were used. The Anderson-Darling test was used to assess the normality of data distribution. When calculating correlation relationships, the Pearson coefficient was used. Calculations were performed in the “RStudio” programming environment. The obtained average values of nitrogen metabolism indicators were within the physiological norm. The strongest positive associations were observed between urea levels and uric acid, and urea and creatinine. No connection was found between other indicators of nitrogen metabolism. There were no differences in milk yield between cows with high and low levels of nitrogen metabolism. Graphs of the range of nitrogen content in black-and-white cows during lactation are presented. Calculations of reference indicators based on data from Kuzbass dairy cattle make it possible to more accurately assess the clinical condition of animals and timely detect deviations from established standard values. It is also necessary to take into account reference limits when monitoring the quality and completeness of cattle feeding.

Процессы обмена азота являются основными составляющими пластического обмена у крупного рогатого скота [1, 2]. Большое значение придается изучению азотистого обмена в зависимости от направления продуктивности, уровня кормления, возраста животных, экологических условий [3, 4].

Азотистый обмен включает в себя обмен высокомолекулярных органических соединений, таких как простые и сложные белки, рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты, а также их продукты распада: аминокислоты, пептиды, нуклеотиды. Кроме того, в азотистый обмен входят конечные продукты обмена, такие как мочевины, креатинин, мочевая кислота, амины и аммиак [5–8, 9].

Баланс азота – это важнейший показатель белкового питания крупного рогатого скота [10, 11]. Метаболизм азотистых веществ играет важную роль во время лактации, особенно у высокопродуктивных коров [12, 13]. Этот период характеризуется высокой потребностью в белке и аминокислотах, активно участвующих в молокообразовании [14, 15]. При дисбалансе аминокислот в рационе лактирующих коров их недостаток может быть компенсирован за счет мобилизации белков из тканей. Для обогащения рациона коров азотом при силосовании можно добавлять мочевины, так как целлюлолитические бактерии рубца используют аммиак в качестве источника азота [16, 17].

Постоянное содержание белка в крови является показателем здоровья животного [18]. Гипопротеинемия указывает на дефицит белков в рационе и плохое усвоение протеина из корма. Гиперпротеинемия наблюдается при высококонцентратном типе кормления, заболеваниях желудочно-кишечного тракта [19]. Исследования, проведенные М.Е. Остяковой, показывают, что у молочных коров на 2–4 месяце лактации повышенное содержание белка в крови при низком уровне альбуминов и увеличении мочевины может свидетельствовать о начале компенсаторной фазы нарушения азотистого обмена [20].

Регулирующим механизмом обмена азота является образование и введение мочевины [5, 21, 22]. При положительном азотистом обмене её выделение уменьшается, а при повышенном потреблении белка или его распаде, увеличенной мышечной работе уровень мочевины в

моче повышается [13]. Экскреция креатинина с мочой линейно связана с массой тела в той же зависимости, которая существует между мышечной тканью и массой тела [13, 15, 21]. Если рацион животного сбалансирован, то по мере роста процент белка в организме уменьшается, а отложение жира увеличивается, поэтому у растущих животных экскреция креатинина, выраженная в мг/кг массы тела, меняется.

Исследования метаболизма и биохимического состояния крупного рогатого скота позволяют уточнить механизмы взаимодействия генетических и средовых факторов [5, 20, 23–25]. У животных под воздействием экологических и антропогенных факторов, определенного типа кормления формируется уникальный метаболический профиль, отражающийся в средних значениях содержания, характере и пределах изменчивости показателей [26–31].

Цель нашего исследования – изучить содержание и фенотипическую изменчивость параметров азотистого обмена у коров черно-пестрой породы в эколого-географических условиях Кузбасса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование биохимического статуса было проведено на 28 коровах 2-й лактации черно-пестрой породы, разводимых в Кузбассе. Кровь из хвостовой вены животных была взята утром, перед кормлением, с использованием вакуэт-метода. В момент взятия проб коровы находились в состоянии клинического здоровья. Рацион кормления соответствовал зоотехническим нормам для данного уровня молочной продуктивности (9–10 тыс. кг).

Все показатели азотистого обмена, такие как общий белок, мочевины, мочевая кислота и креатинин, были определены в сыворотке крови. Измерение этих параметров проводилось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Photometer 5010V5+.

Исследования были проведены в экологически благополучных условиях. Оценка почвы, воды и кормов в зоне разведения животных показала, что содержание тяжелых металлов не превышало установленных предельно допустимых уровней [32–35].

Данные были обработаны стандартными методами описательной статистики. Проверка

на нормальность распределения осуществлялась с применением критерия Андерсона–Дарлинга. Корреляционные отношения вычислялись с использованием коэффициента Пирсона [36, 37].

При вычислении доверительных интервалов референтных пределов использовали бутстрэппинг-метод, основанный на скорректированных и несмещенных процентильных интервалах.

Процедуры для вычисления референтных интервалов выполняли в соответствии с ГОСТ Р 53022.3–2008 «Требования к качеству клинических лабораторных исследований», а также учитывали стандарты Института клинических и лабораторных стандартов (Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI), рекомендован-

ные Международной федерацией клинической химии.

Исходные данные были обработаны статистически с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2007 и статистического языка программирования RStudio.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В нашей работе представлены результаты средних популяционных характеристик азотистого обмена и фенотипическая изменчивость этих параметров у черно-пестрого скота Кузбасса в период 2-й лактации. Данные о нормальности распределения биохимических показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка характера распределения азотистых показателей (статистика Андерсона–Дарлинга) у черно-пестрого скота
Evaluation of the distribution pattern of nitrogen indicators (Anderson-Darling statistics) in black-and-white cattle

Показатель	Значение критерия	p-value
Общий белок, г/л	1,33	0,001
Мочевина, ммоль/л	0,47	0,22
Мочевая кислота, ммоль/л	2,21	8,82
Креатинин, мкмоль/л	1,37	0,001

Содержание общего белка и креатинина характеризовалось нормальным распределением Гаусса, мочевина и мочевая кислота имеют

распределение отличное от нормального ($p > 0,05$). Графики распределений уровня биохимических показателей представлены на рис. 1.

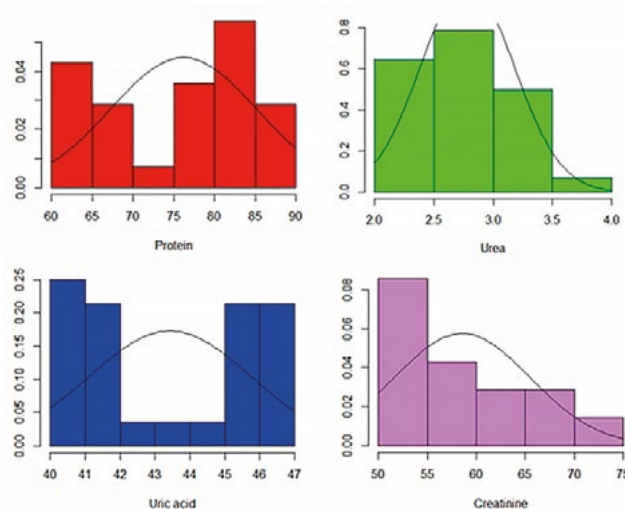


Рис. 1. Гистограмма распределения концентрации биохимических показателей в сыворотке крови скота черно-пестрой породы

Histogram of biochemical parameters in the blood serum of Black-and-White cattle

Концентрация общего белка у 39 % животных превышала нормативные значения (65–85 г/л). Повышенный уровень белка указывает на высококонцентратный тип кормления [15].

Полученные средние значения оцениваемых показателей варьируют в границах общепринятой нормы для крупного рогатого скота (табл. 2).

Таблица 2

Показатели описательной статистики параметров азотистого обмена коров черно-пестрой породы
Indicators of descriptive statistics of nitrogen metabolism parameters of Black-and-White cows

Показатель	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	σ	Me	Min	Max	Q_1	Q_3	Cv, %	Норма
Общий белок, г/л	76,2±1,7	8,92	78,8	62	87,6	66,55	84,05	11,7	65–85
Мочевина, ммоль/л	2,78±0,07	0,39	2,8	2,2	4,0	2,5	3,1	14,02	2,5–8,0
Мочевая кислота, ммоль/л	43,4±0,44	2,3	43,5	40,8	47,0	41,08	45,6	5,2	40–120
Креатинин, мкмоль/л	58,5±1,33	6,94	55,6	50	71	53	62,6	11,8	55–180

Примечание. $\bar{X}$ – средняя арифметическая; $S\bar{X}$ – ошибка средней арифметической; Me – медиана; Q_1 – первая квартиль, Q_3 – третья квартиль, IQR – межквартильный размах; Cv – коэффициент вариации.

Уровень мочевины и мочевой кислоты в крови коров тесно связан с содержанием аммиака в рубце и качеством протеина в рационе. В исследованной группе коров 46 % животных характеризовались низкими концентрациями мочевины (норма 2,8–8,8 ммоль/л). Можно отметить, что минимальная ошибка средней арифметической была отмечена для мочевины, что указывает на близость данных к среднему значению. Концентрация мочевой кислоты была значительно ниже нормы у 18 % коров (норма, 40–120 мкмоль/л).

Содержание креатинина у 64 % оцениваемых коров варьировал в пределах нормальных значений, однако у остальных животных отмечалось снижение этого показателя ниже уровня, считающегося нормальным.

Таким образом, средние уровни параметров азотистого обмена у черно-пестрого скота в основном находились в пределах нормы. Принимая во внимание диапазон коэффициентов вариации от 5 до 14 % по всем оцениваемым показателям, можно говорить о достаточно низкой фенотипической изменчивости и однородности выборки.

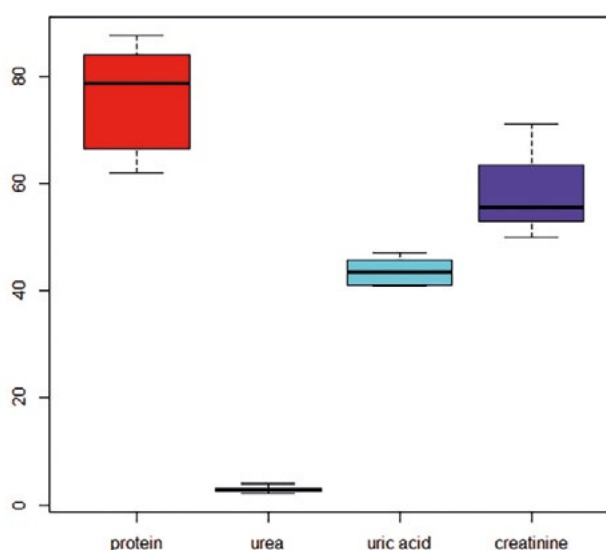


Рис. 2. Диаграмма размаха содержания азотистых показателей у коров черно-пестрой породы
Box-and-whiskers diagram of nitrogen content in Black-and-White cows

На рис. 2 продемонстрирована дисперсия азотистых показателей с учетом 1-й и 3-й квартили, подтверждающая отсутствие выбросов. Симметричные данные наблюдаются на диаграмме размаха для мочевой кислоты, что подтверждает нормальное распределение. В случае креатинина было отмечено незначительное смещение показателей.

Анализ корреляции по методу Пирсона показал наличие положительной связи между определенными биохимическими показателями. Обнаружена умеренная положительная связь как между уровнями мочевины и мочевой кислоты, так и между мочевиной и креатинином ($r = 0,573$ и $0,513$) (табл. 3). Между остальными биохимическими показателями связи не установлено.

Таблица 3

Корреляция между биохимическими показателями коров
Correlation between biochemical parameters of cows

Коррелирующий показатель		n	$r \pm S_{r(n)}$
Общий белок	Мочевина	28	$-0,008 \pm 0,196$
	Мочевая кислота	28	$-0,068 \pm 0,196$
	Креатинин	28	$-0,297 \pm 0,187$
Мочевина	Мочевая кислота	28	$0,573 \pm 0,161$
	Креатинин	28	$0,513 \pm 0,168$
Мочевая кислота	Креатинин	28	$0,173 \pm 0,193$

При сравнении величины надоя молока у коров с высокими и низкими показателями

азотистого обмена не было обнаружено значительных различий (табл. 4).

Таблица 4

Ассоциация содержания биохимических показателей и надоя молока у коров, кг
Association of biochemical parameters and cow milk yield, kg

Показатель	Содержание	$\bar{X} \pm S_x$	Cv, %
Общий белок, г/л	Низкое (< 69)	10077 ± 1203	37,7
	Высокое (> 83)	7335 ± 758	32,6
Мочевина, ммоль/л	Низкое (<2,6)	8338 ± 1301	49,3
	Высокое (>2,9)	9771 ± 1225	39,6
Мочевая кислота, мкмоль/л	Низкое (< 41,4)	10461 ± 1548	46,7
	Высокое (> 45,2)	9180 ± 1352	46,5
Креатинин, мкмоль/л	Низкое (< 540)	9656 ± 1349	44,1
	Высокое (> 60,1)	10207 ± 1469	45,4

Для правильной интерпретации результатов лабораторных измерений, полученных для животных, необходимо сравнить их соответствующие контрольные пределы. Референтные интервалы (РИ) являются одним из важных инструментов для интерпретации лабораторных результатов и являются основой практической работы клинических лабораторий [31, 32]. Поэтому одной из задач нашего исследования был расчёт референтных показателей

азотистого обмена для коров оцениваемой популяционной группы.

В табл. 5 приведены сведения о РИ концентрации азотистых показателей в сыворотке крови черно-пестрого скота, выращиваемого в Кузбассе. Исследование этих РИ, типичных для нормального обмена в организме молочных коров, поможет установить стандартные показатели, соответствующие климатическим условиям и уровню антропогенного воздействия в Кузбасском регионе.

Таблица 5

Референсные интервалы показателей азотистого обмена у коров черно-пестрой породы в Кузбассе
Reference intervals for nitrogen metabolism indicators in black-and-white cows in Kuzbass

Показатель	РИ	90 % ДИ нижнего предела	90 % ДИ верхнего предела
Белок общий, г/л	57,06–96,14	51,79–63,53	92,32–104,05
Мочевина, ммоль/л	1,92–3,56	1,58–2,13	3,36–3,93
Мочевая кислота, мкмоль/л	38,55–48,28	35,58–40,73	46,27–50,29
Креатинин, мкмоль/л	41,33–72,92	37,21–44,94	68,62–78,75

Примечание. ДИ – доверительный интервал.

Доверительный интервал (ДИ) представляет собой диапазон значений, в котором находится величина параметра с определенной вероятностью, поэтому для повышения точности пределов РИ были рассчитаны их ДИ. Установленные РИ указывают на значения показателей азотистого обмена, соответствующие адекватному функционированию обменных процессов в органах и тканях молочного скота. Эти значения могут быть использованы при биокоррекции и поддержании оптимального функционального состояния коров с высокими уровнями продуктивности.

ВЫВОДЫ

1. В сыворотке крови черно-пестрого скота Кузбасса были определены средние значения показателей азотистого обмена, которые в большинстве случаев находились в пределах физиологической нормы. Полученные данные предоставляют возможность оценить нормальное течение обменных процессов в организме молочных коров в условиях Кузбасса, учитывая влияние антропогенной нагрузки.

2. Выявлены положительные корреляции между некоторыми биохимическими показателями, что отражает физиологичное протекание азотистого обмена. Наибольшие положительные связи обнаружены между мочевиной и мочевой кислотой, мочевиной и креатинином ($r = 0,573$ и $0,513$ соответственно).

3. Не было обнаружено значительных различий в уровне надоя у коров с высокими и низкими показателями азотистого обмена. Это связано с тем, что азотистый обмен является важным процессом в организме крупного рогатого скота, но его показатели не всегда коррелируют с молочной продуктивностью.

4. Определены референсные интервалы для коров голштинизированной черно-пестрой породы с высоким уровнем продуктивности: общий белок 57,06–96,14 г/л; мочевина 1,92–3,56 ммоль/л; мочевая кислота 38,55–48,28 мкмоль/л; креатинин 41,33–72,92 мкмоль/л. Данные значения позволяют осуществлять мониторинг функционального состояния организма молочных коров с высокой продуктивностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Protein status of holshtinized black and white cattle* / O.I. Sebezko, R.V. Mayer, E.I. Tarasenko [et al.] // BIO Web of Conferences 36. Tyumen. – 2021. – P. 06023.
2. *Содержание и изменчивость показателей азотистого обмена у крупного рогатого скота голштинской породы в условиях Западной Сибири* / О. И. Себежко, Е. А. Климанова, К. Н. Нарожных [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 3 (64). – С. 125–133. – DOI 10.31677/2072-6724-2022-64-3-125-133. – EDN OXISCR.
3. *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 НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2017. – № 2 (43). – С. 52–61. – EDN YUAAYL.
4. *Александрова Д.А., Тарасенко Е.И. Физиологическая оценка состояния азотистого обмена у коров черно-пестрой породы в возрасте 3–5 лет* // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии:

- сб. тр. науч.-практ. конф. научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета. Новосибирск, 2021. – С. 156–159.
5. *Влияние быков-производителей голштинской породы на уровень мочевины в сыворотке крови* / О.И. Себежко, К.Н. Нарожных, О.С. Короткевич [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 7. – С. 17–20. – DOI: 10.25708/ZT.2021.93.50.004. – EDN VMQDUW.
6. *Genetic similarity of siberian pig breeds in allele frequencies of serum protein allotype systems* / E.V. Karmaldinov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich [et al.] // Indian Veterinary Journal. – 2018. – Т. 95. – № 2. – Р. 47–49.
7. *Белковый обмен у свиней кемеровской породы* / А.В. Назаренко, О.И. Себежко, В.А. Андреева [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2019. – № 4 (53). – С. 55–64. – DOI: 10.31677/2072-6724-2019-53-4-55-64. – EDN EMNREA.
8. *Александрова Д.А., Тарасенко Е.И.* Оценка биохимических показателей коров черно-пестрой породы в условиях Кузбасса // Сельскохозяйственные науки: мат-лы 59-й Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск, 2021. – С. 31–32.
9. *Изменчивость показателей азотистого обмена коров черно-пестрой породы в условиях Кузбасса* / Е.И. Тарасенко, О.И. Себежко, А.В. Ковалев, И.Н. Морозов // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. V Всерос. (национальной) науч. конф. – 2020. – С. 256–259.
10. *Fomenko P.A.* Analysis of the analysis of diets for biochemical parameters of blood // Dairy business bulletin. – 2013. – № 4 (12). – Р. 45–49.
11. *Шейко И.П., Горлов И.Ф., Радчиков В.Ф.* Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе // Зоотехническая наука Беларуси. – 2014. – № 49 (2). – С. 216–223.
12. *Чабаев М.Г., Некрасов Р.В., Романов В.Н.* Молочная продуктивность, обменные процессы и показатели воспроизводства у высокопродуктивных коров под влиянием защищенного L-карнитина // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1169–1179.
13. *Tairova A.R.* Influence of optimal nutrition on the exchange of dairy cows // Bulletin of the Kurg State Agricultural Academy. – 2014. – № 3. – Р. 59–61.
14. *Александрова Д.А., Тарасенко Е.И., Себежко О.И.* Особенности ферментативного статуса коров голштинской породы в условиях Западной Сибири // Пища. Экология. Качество: тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2020. – С. 38–41.
15. *Изменение биохимических показателей крови у высокопродуктивных коров во время беременности и в послеродовой период* / В.А. Сафонов, А.Г. Нежданов, М.И. Рецкий, В.И. Шушлебин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 3. – С. 74–76.
16. *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, № 4. – Р. 368–374.
17. *Профилактика нарушений физиолого-биохимического статуса у высокопродуктивных коров в условиях промышленного содержания* / Н.И. Ярован, М.В. Петрушина, Е.С. Дементьева, В.В. Лешин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (34). – С. 98–100.
18. *Белковый статус крови голштинского скота, разводимого в Кемеровской области* / Е.П. Мазурина, О.И. Себежко, Н.И. Шишин [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки: сб. национальной (Всероссийской) науч. конф., Новосибирск, 20 февр. 2018 г. / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 115–117. – EDN YULOAS.
19. *Тарасенко Е.И., Александрова Д.А.* Биохимический статус коров с нарушением функции печени // МНСК–2020. Биология: Мат-лы 58-й Междунар. науч. студ. конф. – 2020. – С. 47.
20. *Остякова М.* Болезни обмена веществ крупного рогатого скота, связанные с неполноценным кормлением // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2017. – № 2. – С. 22–25.
21. *Влияние генотипа быков-производителей голштинской породы на уровень некоторых показателей азотистого обмена потомства в условиях Западной Сибири* / О.И. Себежко, К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 1 (54). – С. 72–81. – DOI: 10.31677/2072-6724-2020-54-1-72-81. – EDN EAIYQZ.
22. *Trebukhov A.V.* Diseases are dangerous for agricultural animals and their prevention // Science and innovations. – 2014. – № 8 (138). – Р. 15–20.

23. *Физиологический статус быков производителей трех пород в эколого-климатических условиях Алтайского края* / Л.В. Осадчук, М.А. Клещев, О.И. Себежко [и др.] // Мат-лы XXIII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. – М., – 2017. – С. 2482–2484.
24. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region* / L.V. Osadchuk, M.A. Kleshev, O.I. Sebezhko // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 31, № 1. – P. 35–42.
25. *Современные аспекты метаболизма холестерина у крупного рогатого скота* / О.И. Себежко, К.Н. Нарожных, О.С. Короткевич [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 2 (59). – С. 91–105. – DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-91-105. – EDN AVKKTQ.
26. *Тарасенко Е.И., Александрова Д.А. Изменчивость показателей белкового обмена коров черно-пестрой породы в условиях Кузбасса* // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. науч.-практ. конф. научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета. – Новосибирск, 2021. – С. 174–178.
27. *Содержание и изменчивость уровня щелочной фосфатазы у коров черно-пестрой породы в условиях Кузбасса* / Е.И. Тарасенко, О.И. Себежко, Д.А. Александрова, Р.В. Майер // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий. – Екатеринбург, 2021. – С. 104–106.
28. *Фенотипическая изменчивость активности ферментов полновозрастных овцематок романовской породы в условиях Кузбасса* / И.Н. Морозов, О.И. Себежко, Е.И. Тарасенко, Е.А. Климанова // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 6. – С. 61–65. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_61. – EDN BCMXUI.
29. *Липидный статус овцематок романовской породы на юге Западной Сибири* / И.Н. Морозов, О.И. Себежко, Е.И. Тарасенко, Е.А. Климанова // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 7. – С. 71–76. – DOI: 10.53859/02352451_2022_36_7_71. – EDN TJSOSC.
30. *Минеральный обмен у быков-производителей симментальской породы* / А.В. Назаренко, Е.П. Мазурина, Е.В. Фихман, О.И. Себежко // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 80-летию Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 2016. – С. 209–211.
31. *Lead content in bristle in aboriginal pigs of Siberia* / A.V. Nazarenko, O.A. Zaiko, T.V. Konovalova [et al.] // Trace Elements and Electrolytes. – 2021. – Vol. 38, № 3. – P. 150.
32. *Content of 137Cs and 90Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia* / O.S. Korotkevich, V.L. Petukhov, O.I. Sebezhko [et al.] // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Vol. 40, № 3. – P. 195–197.
33. *Accumulation of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia* / V.L. Petukhov, A.I. Syso, K.N. Narozhnykh [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, № 4. – P. 2458–2464.
34. *Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S. Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes* // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, № 6. – P. 958–964.
35. *Biochemical 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.] // Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences. – 2017. – Vol. 71, № 1. – P. 186–190.
36. *Correlation of phosphorus level with macroand microelements in the bristles of landrace pigs* / O.A. Zayko, A.V. Nazarenko, M.V. Strizhkova [et al.] // BIO Web of Conferences 36. Tyumen. – 2021. – P. 06031.
37. *Correlation of the iron level in the bristles of kemerovo pigs with macro- and essential microelements* / A.V. Nazarenko, O.A. Zaiko, O.S. Korotkevich [et al.] // BIO Web of Conferences 36. Tyumen. – 2021. – P. 06032.
38. *Тарасенко Е.И., Себежко О.И., Климанова Е.А. Референсные интервалы концентраций биохимических показателей в сыворотке крови черно-пестрого скота Кузбасса* // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ. Новосибирск, 2021. – С. 480–484.

39. Kovalev A.V., Sebezshko O.I., Morozov I.N. The quantitative content of urea in Black mottle bulls under the conditions of Western Siberia // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: мат-лы XXI Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 7–8 декабря 2022 г. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 241–247. – EDN TAIXEX.

REFERENCES

1. Sebezshko O.I., Mayer R.V., Tarasenko E.I. et al., Protein status of holshtinized black and white cattle, *BIO Web of Conferences* 36. Tyumen, 2021, pp. 06023.
2. Sebezshko O.I., Klimanova E.A., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., Alexandrova D.A., *Vestnik NGAU*, 2022, No. 3 (64), pp. 125–133. (In Russ.)
3. Osadchuk L.V., Sebezshko O.I., Shishin N.G., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Fikhman E.V., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 2(43), pp. 52–61. (In Russ.)
4. Aleksandrova D.A., Tarasenko E.I., *Problemy biologii, zootekhnii i biotekhnologii* (Problems of biology, zootechnics and biotechnology), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2021, pp. 156–159. (In Russ.)
5. Sebezshko O.I., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Tarasenko E.I., *Zootekhnika*, 2021, No. 7, pp. 17–20, DOI: 10.25708/ZT.2021.93.50.004, EDN VMQDUW. (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, T. 95, No. 2, pp. 47–49.
7. Nazarenko A.B., Sebezshko O.I., Andreeva V.A., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Romanenko M.A., Klimanova E.A., Saurbaeva R.T., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Kochnev N.N., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2019, No. 4(53), pp. 55–64. (In Russ.)
8. Aleksandrova D.A., Tarasenko E.I., *Sel'skohozyajstvennye nauki* (Agricultural sciences), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2021, pp. 31–32. (In Russ.)
9. Tarasenko E.I., Sebezshko O.I., Kovalev A.V., Morozov I.N., *Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij* (The role of agricultural science in sustainable development of rural areas), Proceedings of the Conference Title, 2020, pp. 256–259. (In Russ.)
10. Fomenko P.A., Analysis of the analysis of diets for biochemical parameters of blood, *Dairy business bulletin*, 2013, No. (12), pp. 45–49.
11. Shejko I.P., Gorlov I.F., Radchikov V.F., *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*, 2014, No. 49(2), pp. 216–223. (In Russ.)
12. Chabaev M.G., Nekrasov R.V., Romanov V.N., *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2018, T. 53, No. 6, pp. 1169–1179. (In Russ.)
13. Tairova A.R., Influence of optimal nutrition on the exchange of dairy cows, *Bulletin of the Kurg State Agricultural Academy*, 2014, No. 3, pp. 59–61.
14. Aleksandrova D.A., Tarasenko E.I., Sebezshko O.I., *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo* (Food. Ecology. Quality), Proceedings of the Conference Title, 2020, pp. 38–41. (In Russ.)
15. Safonov V.A., Nezhdanov A.G., Reckij M.I., Shushlebin V.I., *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*, 2008, No. 3, pp. 74–76. (In Russ.)
16. 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, T. 9, No. 4, pp. 368–374.
17. Yarovan N.I., Petrushina M.V., Dement'eva E.S., Leshin V.V., *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No. 1(34), pp. 98–100. (In Russ.)
18. Mazurina E.P., Sebezshko O.I., Shishin N.I., Nazarenko A.V., Fikhman E.V., *Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki* (Theory and practice of modern agricultural science), Proceedings of the Conference Title, 2018, pp. 115–117. (In Russ.) (In Russ.)
19. Tarasenko E.I., Aleksandrova D.A., *MNSK-2020. Biologiya* (MNSK-2020. Biology), Proceedings of the Conference Title, 2020, pp. 47. (In Russ.)
20. Ostyakova M., *Veterinariya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh*, 2017, No. 2, pp. 22–25. (In Russ.)

21. Sebezhko O.I., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Slobozhanin D.M., Nazarenko A.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2020, No. 1(54), pp. 72–81. (In Russ)
22. Trebukhov A.V., Diseases are dangerous for agricultural animals and their prevention, *Science and innovations*, 2014, No. 8(138), pp. 15–20.
23. Osadchuk L.V., Kleshchev M.A., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., *Materialy XXIII s"ezda Fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiem*, 2017, pp. 2482–2484. (In Russ)
24. Osadchuk L.V., Kleshev M.A., Sebezhko O.I., Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region, *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, T. 31, No. 1, pp. 35–42.
25. Sebezhko O.I., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., Alexandrova D.A., Morozov I.N., *Vestnik NGAU*, 2021, No. 2 (59), pp. 91–105. (In Russ.)
26. Tarasenko E.I., Aleksandrova D.A., *Problemy biologii, zootehnii i biotekhnologii* (Problems of biology, zootechnics and biotechnology), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2021, pp. 174–178. (In Russ)
27. Tarasenko E.I., Sebezhko O.I., Aleksandrova D.A., Majer R.V., *Ot importozameshcheniya k eksportnomu potencialu: nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya zhivotnovodstva i biotekhnologii*, 2021, pp. 104–106. (In Russ)
28. Morozov I.N., Sebezhko O.I., Tarasenko E.I., Klimanova E.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022, T. 36, No. 6, pp. 61–65. (In Russ)
29. Morozov I.N., Sebezhko O.I., Tarasenko E.I., Klimanova E.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022, T. 36, No. 7, pp. 71–76. (In Russ.)
30. Nazarenko A.V., Mazurina E.P., Fihman E.V., Sebezhko O.I., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Current issues of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, 2016, pp. 209–211. (In Russ.)
31. Nazarenko A.V., Zaiko O.A., Konovalova T.V. et al., Lead content in bristle in aboriginal pigs of Siberia, *Trace Elements and Electrolytes*, 2021, T. 38, No. 3, pp. 150.
32. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I. et al., Content of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia, *Russian Agricultural Sciences*, 2014, T. 40, No. 3, pp. 195–197.
33. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K.N. et al., Accumulation of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, T. 7, No. 4, pp. 2458–2464.
34. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S., Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, T. 9, No. 6, pp. 958–964.
35. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V. et al., Biochemical and mineral parameters in pigs of two breeds reared in large industrial complexes of Western Siberia, *Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences*, 2017, T. 71, No. 1, pp. 186–190.
36. Zayko O.A., Nazarenko A.V., Strizhkova M.V., Zheltikov A.I., Konovalova T.V., Correlation of phosphorus level with macroand microelements in the bristles of landrace pigs, *BIO Web of Conferences 36. Tyumen*, 2021, pp. 06031.
37. Nazarenko A.V., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Zaiko O.A., Correlation of the iron level in the bristles of kemerovo pigs with macro- and essential microelements, *BIO Web of Conferences 36. Tyumen*, 2021, pp. 06032.
38. Tarasenko E.I., Sebezhko O.I., Klimanova E.A., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Current issues of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2021, pp. 480–484. (In Russ.)
39. Kovalev, A. V., Sebezhko O.I., Morozov I.N., *Sovremennye tendencii sel'skhozajstvennogo proizvodstva v mirovoj jekonomike* (Modern trends in agricultural production in the global economy), Proceedings of the Conference Title, 2022, pp. 241–247. (In Russ.)