

Ольга Игоревна Себежко^{1✉}, Ольга Сергеевна Короткевич²,
Валерий Лаврентьевич Петухов³, Алена Николаевна Себежко⁴,
Владимир Григорьевич Маренков⁵, Александр Исаевич Желтиков⁶,
Татьяна Валерьевна Коновалова⁷, Любовь Анатольевна Осинцева⁸

^{1,2,3,5,6,7,8}Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

⁴Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

¹sebezkonok@ngs.ru

²okorotkevich@gmail.com

³vpetukhov@ngs.ru

⁴asebezhko@mail.ru

⁵norge@ngs.ru

⁶zheltikoval1949@mail.ru

⁷tapetva@gmail.com

⁸lao08@mail.ru

МЕЖПОРОДНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОЛЕСТЕРИНА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СИБИРИ

Цель исследования – оценка межпородных различий содержания и изменчивости уровня общего холестерина в сыворотке крови крупного рогатого скота, разводимого на территории Сибири. Изучен уровень холестерина у коров 2–3-й лактации голштинской, красной степной и холмогорской пород, разводимых на территории Новосибирской, Кемеровской областей и в Республике Саха (Якутия). Концентрацию холестерина определяли ферментативным колориметрическим методом. Предварительную оценку данных проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка и графиков QQ-Plots. Для установления различий между несвязанными группами применяли критерий Краскела-Уоллеса. При множественном сравнении использовали апостериорный тест Дана с поправкой Холма. В качестве теста для оценки величины эффекта использовали η^2 . По концентрации общего холестерина в сыворотке крови ранжированный ряд пород выглядит следующим образом: голштинская → красная степная → холмогорская, медианы составили 5,25, 4,1 и 2,89 ммоль/л соответственно. Установлены межпородные различия по содержанию холестерина среди животных изученных пород ($H = 15,83$, $df = 2$, $p = 0,0003644$). Наблюдаемая величина эффекта η^2 составила 0,19, что отражает достаточно большую величину разности между средними и свидетельствует о вкладе фактора породы в наследственную компоненту содержания уровня холестерина у крупного рогатого скота. Выявленные межпородные различия проявляются в более низком содержании общего холестерина у коров холмогорской породы в сравнении с животными красной степной ($Z = 3,83$, $df = 2$, $p = 0,0001306$) и голштинской ($Z = 3,83$, $df = 2$, $p = 0,0001306$) пород.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, общий холестерин, порода голштинская, холмогорская, красная степная

Для цитирования: Межпородные различия содержания и изменчивости холестерина у крупного рогатого скота Сибири / О.И. Себежко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4. С. 137–143. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-137-143.

Olga Igorevna Sebezko^{1✉}, Olga Sergeevna Korotkevich², Valery Lavrentievich Petukhov³, Alena Nikolaevna Sebezko⁴, Vladimir Grigorievich Marenkov⁵, Alexander Isaevich Zheltikov⁶, Tatyana Valerievna Konovalova⁷, Lyubov Anatolyevna Osintseva⁸

^{1,2,3,5,6,7,8}Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

⁴Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

¹sebezkonok@ngs.ru

²okorotkevich@gmail.com

³vpetukhov@ngs.ru

⁴asebezko@mail.ru

⁵norge@ngs.ru

⁶zheltikoval1949@mail.ru

⁷tapetva@gmail.com

⁸lao08@mail.ru

INTERBREED DIFFERENCES IN THE CONTENT AND VARIABILITY OF CHOLESTEROL IN CATTLE OF SIBERIA

The purpose of the study was to assess interbreed differences in the content and variability of the level of total cholesterol in the blood serum of cattle bred in Siberia. The level of cholesterol in cows of the 2nd–3rd lactation of the Holstein, Red Steppe and Kholmogory breeds bred in the Novosibirsk and Kemerovo Regions and in the Republic of Sakha (Yakutia) was studied. Cholesterol concentration was determined by enzymatic colorimetric method. Data were pre-evaluated using the Shapiro-Wilk test and QQ-Plots. The Kruskal-Wallis test was used to establish differences between unrelated groups. For multiple comparison, Dunn's posterior test with Holm's correction was used. η^2 was used as a test to assess the magnitude of the effect. According to the concentration of total cholesterol in the blood serum, the ranked series of breeds is as follows: Holstein → Red Steppe → Kholmogory, the medians were 5.25, 4.1 and 2.89 mmol/l, respectively. Interbreed differences in cholesterol content among animals of the studied breeds were established ($H = 15.83$, $df = 2$, $p = 0.0003644$). The observed effect size η^2 was 0.19, which reflects a rather large difference between the means and indicates the contribution of the breed factor to the hereditary component of the cholesterol level in cattle. The revealed interbreed differences are manifested in a lower content of total cholesterol in cows of the Kholmogory breed in comparison with animals of the red steppe ($Z = 3.83$, $df = 2$, $p = 0.0001306$) and Holstein ($Z = 3.83$, $df = 2$, $p = 0.0001306$) breeds.

Keywords: cattle, total cholesterol, Holstein, Kholmogory, Red Steppe

For citation: Interbreed differences in the content and variability of cholesterol in cattle of Siberia / O.I. Sebezko [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(4): 137–143. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-137-143.

Введение. Вопросы, связанные с изучением метаболизма холестерина, являются общебиологическими и социально значимыми. Колоссальное количество научных работ сегодня посвящено исследованию закономерностей развития патологических процессов, связанных с дислипидемией и гиперхолестеринемией [1–3]. В сфере зоотехнии и ветеринарии рост интереса к вопросам синтеза и метаболизма холестерина связан с идентификацией в 2015 г. синдрома дефицита холестерина HCD, ассоциированного с повышенной смертностью телят и низкими темпами прироста живой массы животных [4, 5].

Климато-географические и экологические условия окружающей среды оказывают выраженное влияние на формирование фенотипа пород сельскохозяйственных животных в современных популяциях [6–10]. Формирование морфофункциональных особенностей, характерных для различных пород животных, затрагивает и метаболизм холестерина. Оценка содержания общего холестерина в сыворотке крови КРС разных пород позволяет оценить генетическую обусловленность и выявить особенности адаптационных процессов, поскольку реакции обмена холестерина являются составной частью поддержания гомеостаза организма.

Цель исследования – оценка межпородных различий содержания и изменчивости уровня общего холестерина в сыворотке крови крупного рогатого скота, разводимого на территории Сибири.

Задачи: определить средние величины общего холестерина в сыворотке крови коров голштинской, красной степной и холмогорской пород; оценить фенотипическую изменчивость общего холестерина у коров данных пород, разводимых в условиях Западной Сибири; изучить межпородные различия по содержанию общего холестерина.

Объекты и методы. Исследования были выполнены в период 2016–2022 гг. Уровень общего холестерина был оценен в популяциях крупного рогатого скота голштинской, красной степной и холмогорской пород, разводимых в Кемеровской, Новосибирской областях и Республике Саха (Якутия) соответственно. Для исследования были отобраны по 25 коров каждой породы в возрасте 2–3-й лактации.

На предприятиях, занимающихся разведением оцениваемых животных, осуществлялось типовое кормление скота. В районах расположения хозяйств не выявлено отклонений от предельно допустимых концентраций содержания химических и радиоактивных элементов в структурных составляющих пищевых цепей КРС [11–13].

Сывороточную концентрацию общего холестерина измеряли ферментативным фотометрическим методом CHOD-PAP с помощью наборов реактивов «Холестерин-Ново» («Вектор-Бест», Кольцово, Россия).

Характер распределения оценивали при помощи критерия Шапиро-Уилка (W). С целью выявления различий между породами по концентрации общего холестерина применяли тест Краскела-Уоллеса. При наличии статистически значимых различий между группами проводили апостериорный анализ (post-hoc анализ) непрерывных данных с помощью теста Данна с поправкой Холма для множественного сравнения несвязанных совокупностей. Показатель величины эффекта рассчитывали по формуле $\eta^2 = (N - k + 1)/(n - k)$, где N – статистика Краскела-Уоллеса; k – количество групп сравнения. Статистическая обработка проводилась в программе RStudio Desktop 1.4.1717 и MS Excel.

Результаты и их обсуждение. У коров голштинской породы распределение уровня общего холестерина соответствовало нормальному распределению Гаусса (SF. p-value > 0,05) и составило $5,05 \pm 0,33$ ммоль/л, $\sigma - 1,65$ ммоль/л, дисперсия выборки – 2,72 ммоль/л. У животных породы красная степная и холмогорская распределение признака отличалось от нормального (рис.).

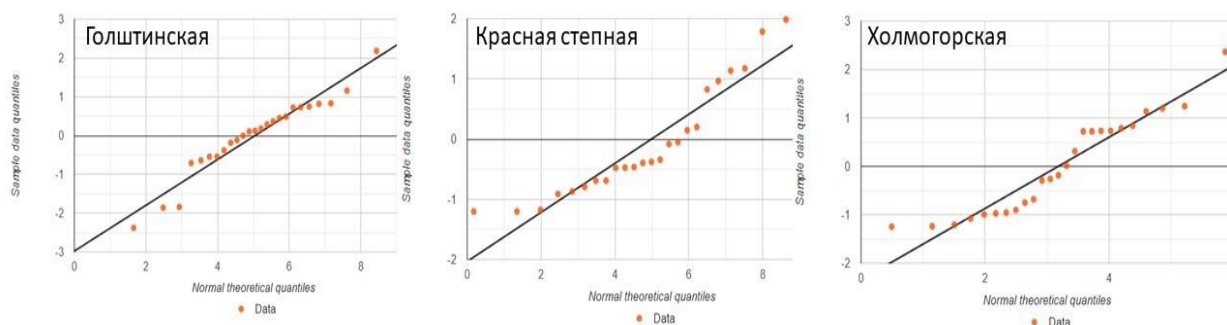


Диаграмма квантильного распределения QQ-Plots общего холестерина разных пород КРС Сибири

Поэтому для всех пород были рассчитаны робастные показатели описательной статистики. Данные по содержанию холестерина в сыворотке крови коров голштинской, красной степной, холмогорской пород представлены в таблице 1.

В связи с тем, что распределение признака не соответствовало гауссовскому у животных

красной степной и холмогорской пород, было принято решение оценить влияние породного фактора на уровень холестерина в сыворотке крови скота с помощью непараметрического однофакторного дисперсионного анализа теста Краскела-Уоллеса (табл. 2).

Таблица 1

Содержание общего холестерина в сыворотке крови коров разных пород Сибири, ммоль/л

Порода	Me	Min	Max	Q1	Q3	IQR	SW	SW.p
Голштинская	5,25	1,12	6,96	4,74	6,24	1,5	0,953	0,099
Красная степная	4,1	2,17	9,64	3,13	5,43	2,3	0,8896	0,002
Холмогорская	2,89	1,55	4,85	1,93	4,14	2,21	0,915	0,039

Примечание: Me – медиана; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; Q1 – первая квартиль; Q3 – третья квартиль; IQR – межквартильный размах; SW – критерий Шапиро-Уилка; SW.p – уровень значимости критерия Шапиро-Уилка.

Таблица 2

Влияние фактора породы на содержание общего холестерина у коров разных пород Сибири

Исследуемый материал	N	df	p	η^2
Сыворотка крови	15,8344	2	0,0003644*	0,19

*P > 0,05 – статистически значимых различий между группами нет.

При использовании теста Краскела-Уоллеса установлено, что на концентрацию холестерина в сыворотке крови коров влияет породная принадлежность (p -value < 0,05). Рассчитанная величина эффекта η^2 достаточно велика и составляет 0,19. Это указывает на то, что наблюдаемая разница между исследуемыми породами коров по уровню общего холестерина в крови достаточно велика.

Попарные апостериорные сравнения с помощью post-hoc теста Данна позволяют установить, между животными каких пород существуют различия по уровню общего холестерина в сыворотке крови (табл. 3).

Уровень холестерина статистически значимо отличался у коров холмогорской породы от жи-

вотных пород голштинская и красная степная. Между коровами голштинской и красной степной пород различий не установлено. В крови коров холмогорской породы, разводимых в условиях Якутии, отмечается более низкое содержание холестерина, что отражает высокую активность липидного обмена. Это обеспечивает энергетические потребности адаптационных реакций, позволяя снижать расход белков на энергетические нужды на фоне увеличения способности тканей к утилизации жиров. При этом следует отметить, что в организме крупного рогатого скота, как и всех млекопитающих, нет ферментов катаболизма холестерина в органах и тканях, за исключением печени.

Таблица 3

Попарные сравнения уровня общего холестерина у коров разных пород Сибири

Исследуемый материал	Сравниваемые породы	Z	p
Сыворотка крови	Голштинская – красная степная	0,9636	0,3352
	Красная степная – холмогорская	3,8254	0,0001*
	Голштинская – холмогорская	2,8617	0,0042*

Примечание: Z – статистика попарного z-теста Данна.

Установленные нами средние значения общего холестерина у коров исследованных пород соотносятся с данными многих других научных групп [2]. Однако некоторые исследователи описывают более низкие значения общего холестерина, характерные для КРС. Т. Mock et al. (2016) указывают в качестве нормативных концентраций холестерина диапазон 1,20–3,84 ммоль/л [14].

Анализируя полученные показатели изменчивости по оцениваемому признаку, можно свидетельствовать, что наибольшей фенотипической изменчивостью по межквартильному диапазону и размаху вариации характеризовались коровы красной степной породы. Более низкая вариация по оцениваемому признаку характерна для голштинской породы коров в сравнении с остальными представленными породами.

Заключение. Установленные средние значения общего холестерина в сыворотке крови коров голштинской, красной степной и холмогорской пород находились в пределах общепринятой физиологической нормы. По концентрации общего холестерина в сыворотке крови ранжированный ряд пород выглядит следующим образом: голштинская → красная степная → холмогорская, медианы составили 5,25, 4,1 и 2,89 ммоль/л соответственно. Уровень холестерина у животных изученных пород обладает значительной фенотипической изменчивостью. Установленные значения общего холестерина отражают адаптационный потенциал УРС исследуемых пород. Наиболее высокий уровень холестерина у коров голштинской породы характеризует их оптимальную адаптацию к природно-экологическим, кормовым и технологическим условиям, сложившимся в регионе Кузбасса. Более низкие значения общего холестерина у холмогорского скота, разводимого в экстремальных условиях Якутии, что свидетельствует о высокой активности ферментов метаболизма холестерина, способности печени эффективно утилизировать холестерин и отражает необходимый уровень адаптации в отношении использования липидных энергоносителей в условиях экстремально низких температур Якутии. Выявленные межпородные отличия по содержанию общего холестерина в сыворотке крови коров отражают вклад наследственной компоненты в фенотипическую дисперсию содержания холестерина у крупного рогатого скота.

Список источников

1. Evolution of the cholesterol biosynthesis pathway in animals / *Tingting Zhang* [et al.] // *Molecularly Biology and Evolution*. 2019. Vol. 36. № 11. P. 2548–2556.
2. Современные аспекты метаболизма холестерина у крупного рогатого скота / *О.И. Себежко* [и др.] // *Вестник НГАУ*. 2021. № 2 (59). С. 91–105. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-91-105.
3. Липидный статус овцематок романовской породы на юге Западной Сибири / *И.Н. Морозов* [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36, № 7. С. 71–76.
4. Identification of a haplotype associated with cholesterol deficiency and increased juvenile mortality in Holstein cattle / *S. Kipp* [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99. № 11. P. 8915–893.
5. Мутация HCD у российских голштинизированных черно-пестрых коров не влияет на молочную продуктивность и содержание холестерина и триглицеридов в крови / *М.В. Позовникова* [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53, № 6. С. 1142–1151.
6. Фенотипическая изменчивость активности ферментов полновозрастных овцематок романовской породы в условиях Кузбасса / *И.Н. Морозов* [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36, № 6. С. 61–65. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_61.
7. *Шевелева О.М., Бахарев А.А.* Линейная оценка экстерьера коров породы салерс в условиях Западной Сибири // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 1 (178). С. 130–136.
8. Содержание и изменчивость показателей азотистого обмена у крупного рогатого скота голштинской породы в условиях Западной Сибири / *О.И. Себежко* [и др.] // *Вестник НГАУ*. 2022. № 3 (64). С. 125–133. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-125-133.
9. Гормональный и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области / *Л.В. Осадчук* [и др.] // *Вестник НГАУ*. 2017. № 2 (43). С. 52–61.
10. *Осипова В.В.* Оценка потенциала производства экологически чистых кормов для крупного рогатого скота в Центральной Якутии // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 1 (178). С. 105–110.
11. Comparative assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of western Siberia / *O.I. Sebezko* [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. № 3. P. 662–666.
12. 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

- Тыва / O.I. Sebezhko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9. № 9. P. 1530–1535.
13. Элементный статус крови крупного рогатого скота голштинской породы в биогеохимических условиях Кемеровской области / Н.И. Шишин [и др.] // Вестник НГАУ. 2017. № 3 (44). С. 70–79.
 14. Mock T. Clinicopathological Phenotype of Autosomal Recessive Cholesterol Deficiency in Holstein Cattle // J. of Veterinary Internal. 2016. Vol. 30 (4). P. 1369–1375.
- References**
1. Evolution of the cholesterol biosynthesis pathway in animals / Tingting Zhang [et al.] // Molecularly Biology and Evolution. 2019. Vol. 36. № 11. P. 2548–2556.
 2. Sovremennye aspekty metabolizma holesterina u krupnogo rogatogo skota / O.I. Sebezhko [i dr.] // Vestnik NGAU. 2021. № 2 (59). S. 91–105. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-91-105.
 3. Lipidnyj status ovcematok romanovskoj porody na yuge Zapadnoj Sibiri / I.N. Morozov [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2022. T. 36, № 7. S. 71–76.
 4. Identification of a haplotype associated with cholesterol deficiency and increased juvenile mortality in Holstein cattle / S. Kipp [et al.] // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99. № 11. P. 8915–893.
 5. Mutaciya HCD u rossijskih golshtinizirovannyh cherno-pestryh korov ne vliyaet na molochnyuyu produktivnost' i sodержание holesterina i trigliceridov v krovi / M.V. Pozovnikova [i dr.] // Sel'sko-hozyajstvennaya biologiya. 2018. T. 53, № 6. S. 1142–1151.
 6. Fenotipicheskaya izmenchivost' aktivnosti fermentov polnovozrastnyh ovcematok Romanovskoj porody v usloviyah Kuzbassa / I.N. Morozov [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2022. T. 36, № 6. S. 61–65. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_61.
 7. Sheveleva O.M., Baharev A.A. Linejnaya ocenka `ekster'era korov porody salers v usloviyah Zapadnoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1 (178). S. 130–136.
 8. Soderzhanie i izmenchivost' pokazatelej azotistogo obmena u krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody v usloviyah Zapadnoj Sibiri / O.I. Sebezhko [i dr.] // Vestnik NGAU. 2022. № 3 (64). S. 125–133. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-125-133.
 9. Gormonal'nyj i metabolicheskij status bychkov golshtinskoj porody v `ekologo-klimaticheskikh usloviyah Kemerovskoj oblasti / L.V. Osadchuk [i dr.] // Vestnik NGAU. 2017. № 2 (43). S. 52–61.
 10. Osipova V.V. Ocenka potenciala proizvodstva `ekologicheskhi chistyh kormov dlya krupnogo rogatogo skota v Central'noj Yakutii // Vestnik KrasGAU. 2022. № 1 (178). S. 105–110.
 11. Comparative assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of western Siberia / O.I. Sebezhko [et al.] // Indian Journal of Ecology. 2017. Vol. 44. № 3. P. 662–666.
 12. 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. Sebezhko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9. № 9. P. 1530–1535.
 13. `Elementnyj status krovi krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody v biogeoхимических usloviyah Kemerovskoj oblasti / N.I. Shishin [i dr.] // Vestnik NGAU. 2017. № 3 (44). S. 70–79.
 14. Mock T. Clinicopathological Phenotype of Autosomal Recessive Cholesterol Deficiency in Holstein Cattle // J. of Veterinary Internal. 2016. Vol. 30 (4). P. 1369–1375.

Статья принята к публикации 07.03.2023 / The article accepted for publication 07.03.2023.

Информация об авторах:

Ольга Игоревна Себежко¹, доцент кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, кандидат биологических наук, доцент

Ольга Сергеевна Короткевич², профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, доктор биологических наук, профессор

Валерий Лаврентьевич Петухов³, профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, доктор биологических наук, профессор

Алена Николаевна Себежко⁴, студентка 4-го курса

Владимир Григорьевич Маренков⁵, доцент кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, кандидат биологических наук, доцент

Александр Исаевич Желтиков⁶, профессор кафедры разведения, кормления и частной зоотехнии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Татьяна Валерьевна Коновалова⁷, старший преподаватель кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии

Любовь Анатольевна Осинцева⁸, профессор кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, доктор биологических наук, профессор

Information about the authors:

Olga Igorevna Sebezko¹, Associate Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Candidate of Biological Sciences, Docent

Olga Sergeevna Korotkevich², Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Doctor of Biological Sciences, Professor

Valery Lavrentievich Petukhov³, Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Doctor of Biological Sciences, Professor

Alena Nikolaevna Sebezko⁴, Student 4th year student

Vladimir Grigorievich Marenkov⁵, Associate Professor at the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, Candidate of Biological Sciences, Docent

Alexander Isaevich Zheltikov⁶, Professor at the Department of Breeding, Feeding and Private Animal Science, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Tatyana Valerievna Konovalova⁷, Senior Lecturer, Department of Veterinary Genetics and Biotechnology

Lyubov Anatolyevna Osintseva⁸, Professor at the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Doctor of Biological Sciences, Professor

