

**Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между индексом антигенного сходства пар и показателями воспроизводительной способности у коров**

Индекс антигенного сходства	Показатели воспроизводительной способности коров-дочерей	n пар	Коэффициент корреляции	Индекс антигенного сходства	Показатели воспроизводительной способности коров-дочерей	n пар	Коэффициент корреляции
Отцы-матери	Возраст первого отела, мес.	38	-0,051±0,1664	Отцы-дочери	КВС	38	-0,099±0,1658
	Сервис период, дней	38	-0,052±0,1664		Индекс плодовитости	38	0,019±0,1666
	КВС	38	0,069±0,1663	Матери-дочери	Возраст первого отела, мес.	38	0,103±0,1658
	Индекс плодовитости	38	0,076±0,1662		Сервис период, дней	38	-0,023±0,1666
Отцы-дочери	Возраст первого отела, мес.	38	-0,307±0,1586	Матери-дочери	КВС	38	-0,021±0,1666
	Сервис период, дней	38	0,120±0,1655		Индекс плодовитости	38	-0,023±0,1666

**Заключение.** Установлено, что у животных красно-пёстрой породы наиболее часто встречаются антигены F (94,7-100%), Z (71,1-84,2%), H` (68,4-76,3%), X<sub>2</sub> (60,5-71,1%), наиболее редко (2,6%) – антигены H, Z', B1, G, I, A`<sub>3</sub>, E`<sub>1</sub>, P`, J<sub>2</sub>, O``. Уровень антигенного сходства в целом по группам между матерями и дочерями составляет 80,6%, между отцами и дочерями – 73,9%, между парами – от 8,3 до 55,3%. Зависимости между уровнем антигенного сходства пар и воспроизводительной способностью коров не выявлено, корреляционная связь оказалась слабой (r = -0,307 ... +0,103).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, номер государственного учета НИОКТР: АААА-А19-119012290066-7.

**Литература.** 1. Гридина, С. Л. Взаимосвязь групп крови крупного рогатого скота и продолжительности сервис-периода / С. Л. Гридина, О. С. Шаталина // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 3. – С. 54-56. 2. Гридина, С. Л. Влияние групп крови на воспроизводительные функции крупного рогатого скота / С. Л. Гридина, О. С. Шаталина // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2012. – №. 15 (2). – С. 179-184. 3. Бугаев, С. П. Влияние типов спаривания на воспроизводительные качества коров при разном уровне генетического сходства родителей по эритроцитарным антигенам / С. П. Бугаев, О. А. Бугаева, Т. Г. Козлова // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: сб. науч. тр. по материалам Нац. науч.-практ. конф. к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой (12 октября 2017 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 12-19. 4. Гужежев, В. М. Генетическая и экономическая обусловленность плодовитости крупного рогатого скота / В. М. Гужежев, М. С. Габаев, О. А. Батырова // Зоотехния. – 2012. – № 8. – С. 4-6. 5. Васильева, Л. А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве / Л. А. Васильева. – Новосибирск, 2007, С. 86-88.

УДК 636.2.034

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА СИММЕНТАЛЬСКОГО И ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Зырянова А.А., Севостьянов М.Ю.**

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Россия  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»,  
г. Екатеринбург, Россия

*В результате исследования крупного рогатого скота симментальской и голштинизированной черно-пестрой пород уральского разведения по гену каппа-казеина (CSN3) установлены различия во встречаемости генотипов. Среди симментальского поголовья (101 корова) большее распространение имеет генотип AA – 73 особи (72,30%). Генотип AB встречается у 28 животных (27,70%). Гомозиготный генотип BB в изучаемых стадах отсутствует. Среди голштинизированных черно-пестрых коров в количестве 235 особей генотип AB встречается чаще – 131 животное (55,74%), генотип AA имеет 81 корова (34,46%), а BB – 23 (9,80%). **Ключевые слова:** симментальский скот, голштинизированный черно-пестрый скот, каппа-казеин, полиморфизм, генотипирование.*

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE POLYMORPHISM OF THE KAPPA-CASEIN GENE OF SIMMENTAL AND HOLSTEIN BLACK-AND-WHITE CATTLE OF THE URAL REGION**

**Zyryanova A.A., Sevostyanov M.Y.**

FSBSI «Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science», Yekaterinburg, Russia

FSBEIHE«Ural State Agrarian University», Yekaterinburg, Russia

*As a result of the study of cattle of the Simmental and Holstein black-and-white breeds of the Ural breeding according to the kappa-casein gene (CSN3), differences in the occurrence of genotypes were established. Among the Simmental livestock (101 cows), the AA genotype is more widespread-73 individuals (72,30%). The AB genotype occurs in 28 animals (27,70%). There is no homozygous BB genotype in the studied herds. Among Holstein black-and-white cows in the number of 235 individuals, the AB genotype is more common – 131 animals (55,74%), the AA genotype has 81 cows (34,46%), and BB – 23 (9,80%). **Keywords:** simmental cattle, Holstein black-and-white cattle, kappa-casein, polymorphism, genotyping.*

**Введение.** Эффективность молочного скотоводства находится в зависимости от генетического потенциала крупного рогатого скота [6]. Достижения молекулярной генетики на данном этапе развития устанавливают гены, связанные и с количественными, и с качественными признаками молочной продуктивности животных [4]. В настоящее время производители белковомолочной продукции заинтересованы в приобретении молока с повышенным содержанием белка. Таким образом, наиболее предпочтительно вести селекцию, используя ДНК-маркерные системы. Одним из ДНК-маркеров, отвечающих за белковомолочность, считается ген каппа-казеина. Учеными доказано, что аллель В гена CSN3 обуславливает высокое содержание белка в молоке. В свою очередь, использование молока коров с генотипом ВВ определяет более качественную молочную продукцию [5].

В уральском регионе наиболее распространённой породой считается голштинизированный черно-пестрый крупный рогатый скот [1, 7]. Также на Урале разводят симментальский скот, который привлекает внимание своей универсальностью – комбинированной продуктивностью [8]. Исследование по локусу гена каппа-казеина позволит вести селекцию в направлении повышения белковомолочности.

Цель исследования: сравнительный анализ полиморфизма гена CSN3 симментальских и голштинизированных черно-пестрых коров уральского региона.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить генотипы симментальского крупного рогатого скота по гену CSN3.
2. Определить генотипы голштинизированного черно-пестрого скота по гену CSN3.
3. Выявить генетическую структуру симментальского и голштинизированного черно-пестрого пород скота по гену CSN3.

**Материал и методы исследований.** Экспериментальная часть работы проводилась в отделе животноводства и иммуногенетической экспертизы Уральского НИИСХ – филиала

ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Исследованы коровы симментальской и голштинизированной черно-пестрой пород в количестве 101 и 235 голов соответственно. Для генотипирования использовали образцы крови животных.

Выделение ДНК из цельной крови соответствовало протоколу производителя «ДНК-Экстран-1» (ООО «НПФ Синтол», Россия). Тестирование особей по гену каппа-казеина проводилось методами ПЦР-ПДРФ. Опирались на методические рекомендации ФГБНУ ВНИИ-плем [2]. Полученный продукт подвергали рестрикции с использованием рестриктазы Hind III. Фрагменты рестрикции для их визуализации вносили в лунки 3% агарозного геля, предварительно внося бромистый этидий. Далее проводили электрофорез. Результаты фиксировали с помощью трансиллюминатора Gel Doc (BioRad).

Частоту встречаемости генотипов установили по следующей формуле 1:

$$P = \frac{n}{N} \times 100, \quad (1)$$

где P – частота определенного генотипа в%; n – количество животных, имеющих определенный генотип; N – общее число животных.

Частоту определенных аллелей рассчитывали по формулам 2 и 3:

$$PA = \frac{2nAA + nAB}{2N}, \quad (2) \quad QB = \frac{2nBB + nAB}{2N}, \quad (3)$$

где PA – частота аллеля А; QB – частота аллеля В; 2N – общее число аллелей [3].

**Результаты исследований.** В процессе проведенных исследований идентифицировали три генотипа по локусу гена каппа-казеина – AA, AB и BB. Результат встречаемости генотипов и отдельных аллелей по гену CSN3 у симментальского и голштинизированного черно-пестрого скота уральского разведения представлен в таблице 1. Среди симментальских коров исследовали 101 особь. Чаще в изучаемом стаде распространен А-аллель – 86,00%, аллель В составляет 14,00%. Генотип AA имеет 73 особи (72,30%), AB – 28 (27,70%). Желательный генотип BB не выявили.

Анализ данных генотипирования голштинизированного черно-пестрого стада коров по локусу гена CSN3 сводится к следующим выводам: гомозиготный генотип AA имеет 81 особь (34,46%), гетерозиготный генотип AB – 131 животное (55,74%) и желательным гомозиготным генотипом BB обладает 23 коровы (9,80%). Соответственно встречаемость аллеля А преобладает над аллелем В и составляет 62,34% и 37,66% соответственно.

**Таблица 1 – Полиморфизм локуса гена каппа-казеина у симментальской и голштинизированной черно-пестрой пород скота уральского региона**

Порода	Количество голов	Встречаемость генотипов						Встречаемость аллелей, %	
		генотип AA		генотип AB		генотип BB		А	В
		голов	%	голов	%	голов	%		
Симментальская	101	73	72,30	28	27,70	-	-	86,00	14,00
Голштинизированная черно-пестрая	235	81	34,46	131	55,74	23	9,80	62,34	37,66

Проведя анализ полиморфизма гена CSN3 у симментальского и голштинизированного черно-пестрого скота сделали вывод, что у изучаемого поголовья данных пород есть некоторые различия по встречаемости генотипов. Так, у симментальских коров наиболее распространен генотип AA, гетерозиготный генотип AB встречается в сравнительно меньших количествах. Гомозиготный генотип BB отсутствует у генотипированного нами поголовья. У голштинизированного черно-пестрого поголовья наибольшее распространение имеет генотип AB. Генотип BB присутствует в меньших количествах.

Тем не менее, у двух анализируемых пород, разводимых в уральском регионе, А-аллель встречается чаще всего.

**Заключение.** В исследуемой группе симментальских коров зафиксировали более высокую частоту А-аллеля (86,00%) по сравнению с аллелем В (14,00%). У поголовья симментальского скота преобладает генотип АА – 73 коровы (72,30%). Генотип АВ имеет 28 животных (27,70%). Генотип ВВ среди изучаемого симментальского стада не обнаружили. Таким образом, можно предположить, что на предприятии по разведению симментальской породы коров селекция по увеличению частоты встречаемости аллеля В еще не ведется.

Показатели полиморфизма по гену CSN3 голштинизированной черно-пестрой породы значительно отличаются от симментальского поголовья. Частота аллеля А равна 62,34%, аллеля В – 37,66%. У данного поголовья преобладает генотип АВ – 131 (55,74%). Гомозиготный генотип АА встречается у 81 коровы (34,46%), а генотипом ВВ обладает 23 особи (9,80%). Можно предположить, что повышенная частота встречаемости аллеля В в стаде голштинизированной черно-пестрой породы является результатом целенаправленного подбора быков-производителей, несущих в своем генотипе аллель В каппа-казеина. Благодарим сотрудников отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы Уральского НИИСХ за оказанную помощь в проведении исследования.

**Литература.** 1. Гридин, В. Ф. Результаты селекционно-племенной работы с крупным рогатым скотом черно-пестрой породы Уральского региона за 2019 год: монография / В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина, О. И. Лешонок – Екатеринбург: «Джи Лайм» ООО, 2020. 2. Калашикова, Л. А. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота / Л. А. Калашикова [и др.]. – М.: Лесные Поляны, 2015. – 34 с. 3. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных: учебное пособие / Е. К. Меркурьева – М.: Колос, 1970. – 424 с. 4. Панин, В. А. Оценка генотипа по генам CSN3 и LGB, влияющим на синтез молочного белка и жира в молоке симментальских коров / В. А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1. – С. 197-201. – ISSN 2073-0853. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312274> (дата обращения: 09.09.2021). 5. Состав и технологические свойства молока коров симментальской породы австрийской селекции разных генотипов по каппа-казеину / Д. В. Новиков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2013. – № 2(18). – С. 42-44. – ISSN 2077-2084. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/292025> (дата обращения: 09.09.2021). 6. Танана, Л. А. Использование ДНК-тестирования по гену CSN3 в селекции молочного крупного рогатого скота: монография / Л. А. Танана и др. – Гродно: ГТАУ, 2014. – 193 с. 7. Шайдуллин, Р. Р. Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы / Р. Р. Шайдуллин, А. С. Ганиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 104-109. – ISSN 1816-4501. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/297227> (дата обращения: 09.09.2021). 8. Shevhezhev, A. Milk productivity of simmental cows Austrian selection / A. Shevhezhev, N. Belik, E. Emelyanov. // Engineering for rural development. Latvia university of agriculture. – 2017. – P. 1354-1358.

УДК 636.271.082.12

## ИЗМЕНЕНИЕ ГАПЛОТИПОВ ЛОКУСОВ ГРУПП КРОВИ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПОГЛОТИТЕЛЬНОМ СКРЕЩИВАНИИ

**Калашиков А.Е., Хрунова А.И., Калашиков В.Е., Рыжова Н.Г.**

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела МСХ РФ,  
г. Москва, Россия

В работе указаны данные по изменению аллелофонда EAB-локуса групп крови скота холмогорской породы при использовании голштинизированных холмогорских быков. Отмечается сохранение преобладания аллелей холмогорской породы ( $A_2'O'$ ,  $E_3'G'G''$ ) при нарастании частоты встречаемости ( $G_2Y_2E_1'Q'$ ) и появление новых аллелей, характерных для голштинской породы ( $O_1A'2J'2K'O'$ ,  $B_2Q'G'G''$ ,  $E'3G'Q'$ ,  $B_1O_2B'$ ,  $O_4Y_2A_2'$ ,  $O_4D'E_3'F_2'G'O'G''$ ). **Ключевые слова:** холмогорская и голштинская, порода, EAB-система групп крови, индекс генетического сходства.