

УДК 636.2.034

Краткое сообщение



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-410-09-93-98

С.А. Олейник ✉

М.Г. Кокотка

Ставропольский государственный
аграрный университет, Ставрополь,
Россия

✉ soliynik60@gmail.com

Поступила в редакцию: 16.05.2026

Одобрена после рецензирования: 07.08.2026

Принята к публикации: 21.08.2026

© Олейник С.А., Кокотка М.Г.

Влияние типа телосложения и генотипов бета-казеина (CSN2), каппа-казеина (CSN3) и лактоглобулина (LGB) на молочную продуктивность молочного скота

РЕЗЮМЕ

Применение генетических маркеров в селекции молочного скота является ключевым фактором повышения продуктивности отрасли. Внедрение передовых методов отбора позволяет целенаправленно улучшать поголовье. Особую ценность представляет исследование взаимосвязей между фенотипическими и генетическими признаками, влияющими на синтез ключевых белков молока, — бета-казеина (CSN2), каппа-казеина (CSN3) и лактоглобулина (LGB). Исследование проведено на 114 племенных коровах голштинской породы. У коров лептосомного типа телосложения преобладают генотипы AA гена LGB и A2A2 гена CSN2, у мезосомного типа телосложения чаще встречаются генотипы A1A2 гена CSN2 и AA гена CSN3, у эйрисомного типа телосложения повышено представительство генотипов A1A2 и A2A2 гена CSN2 (44–47%) и равномерно распределены генотипы AA LGB (53,33%). Генотип BB по гену LGB во всех типах встречался редко. Продуктивные показатели также варьировали, коровы мезосомного типа показали высокие надои и выход жира при генотипах A1A1 (ген CSN3) и AA (ген LGB), коровы лептосомного типа характеризовались наилучшим выходом жира (22,8–8,1%) и белка (+19,3–5,4%), а также высокими надоями при генотипе AA гена CSN3, наибольшие надои были у коров эйрисомного типа телосложения при генотипах A1A2 и A2A2 (ген CSN3), а максимальный прирост (15,3–20, %, или 1583,5–1582,5 г) при генотипе BB гена LGB. Полученные данные имеют практическую значимость для селекционной работы, позволяя целенаправленно отбирать животных с оптимальными сочетаниями генотипов и типов телосложения для повышения молочной продуктивности стада.

Ключевые слова: тип телосложения, ген, голштинская порода, бета-казеин, каппа-казеин, бета-лактоглобулин

Для цитирования: Олейник С.А., Кокотка М.Г. Влияние типа телосложения и генотипов бета-казеина (CSN2), каппа-казеина (CSN3) и лактоглобулина (LGB) на молочную продуктивность молочного скота. *Аграрная наука*. 2026; 410 (09): 93–98.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-93-98>

Short communications



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-410-09-93-98

Sergey A. Oleinik ✉

Marina G. Kokotka

Stavropol State Agrarian University,
Stavropol, Russia

✉ soliynik60@gmail.com

Received by the editorial office: 16.05.2026

Accepted in revised: 07.08.2026

Accepted for publication: 21.08.2026

© Oleinik S.A., Kokotka M.G.

The effect of body type and genotypes of beta-casein (CSN2), kappa-casein (CSN3) and lactoglobulin (LGB) on the milk productivity of dairy cattle

ABSTRACT

The use of genetic markers in the selection of dairy cattle is a key factor in increasing the productivity of the industry. The introduction of advanced selection methods allows for the targeted improvement of livestock. Of particular value is the study of the relationships between phenotypic and genetic traits that affect the synthesis of key milk proteins, such as beta-casein (CSN2), kappa-casein (CSN3), and lactoglobulin (LGB). The study was conducted on 114 Holstein breeding cows. In leptosomal cows, the AA LGB gene and A2A2 CSN2 gene genotypes predominate, while in mesosomal cows, the A1A2 CSN2 gene and AA CSN3 gene genotypes are more common, and in eusomic cows, the A1A2 and A2A2 CSN2 gene genotypes are more prevalent (44–47%), while the AA LGB gene genotype is evenly distributed (53.33%). The BB LGB gene genotype was rarely observed in all types. Productive indicators also varied, mesosomal type cows showed high milk yields and fat yields with genotypes A1A1 (CSN3 gene) and AA (LGB gene), leptosomal type cows were characterized by the best fat yields (22.8–8.1%) and protein (+19.3–5.4%), as well as high milk yields with genotype AA of the CSN3 gene, the highest yields were in cows of the aïsomic body type with genotypes A1A2 and A2A2 (CSN3 gene), and the maximum increase (15.3–20.9%, or 1583.5–1582.5 kg) with genotype BB of the LGB gene. The obtained data are of practical significance for breeding work, allowing for targeted selection of animals with optimal combinations of genotypes and body types to increase the milk productivity of the herd.

Key words: body type, gene, Holstein breed, beta-casein, kappa-casein, beta-lactoglobulin

For citation: Oleinik S.A., Kokotka M.G. The effect of body type and genotypes of beta-casein (CSN2), kappa-casein (CSN3) and lactoglobulin (LGB) on the milk productivity of dairy cattle. *Agrarian science*. 2026; 410 (09): 93–98 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-93-98>

Введение/Introduction

Развитие молочного скотоводства требует применения передовых методов отбора и селекции животных, основанных на генетических маркерах, которые позволяют повысить продуктивность скота. Особую значимость приобретает изучение взаимосвязей между фенотипическими характеристиками животных и полиморфизмом генов, кодирующих ключевые белки молока — бета-казеин (CSN2), каппа-казеин (CSN3) и лактоглобулин (LGB) [1–3].

Ген CSN2 кодирует бета-казеин (38% от общего казеина в молоке). У голштинских коров распространены аллели A1 и A2, различающиеся аминокислотой в 67-й позиции: гистидин (A1) и пролин (A2). В селекции коров ориентируются на получение генотипа A2A2. Частота встречаемости генотипов составила: A1A1 — 15%, A1A2 — 41%, A2A2 — 44%. Частота встречаемости аллеля генотипа A2 составила — 0,641, A1 — 0,359, при этом генотип A2A2 характеризуется повышенным коммерческим интересом. Есть данные о связи генотипа A2 с содержанием жира и белка в молоке, но подтверждение влияния аллелей на молочную продуктивность у коров требует дальнейших исследований [4–7]. Ген CSN3 кодирует каппа-казеин (12% от общего казеина в молоке). У КРС распространены аллели A и B, различающиеся аминокислотами в позициях 136 и 148: аллель A содержит треонин и аспарат, аллель B — изолейцин и аланин. У голштинских коров преобладает аллель A (частота 0,740 у канадских и 0,834 у венгерских коров). Наиболее распространенный генотип — гетерозиготный AB (около 46,7%). Аллель B связана с повышенным содержанием белка в молоке, быстрым свертыванием под действием сычужного фермента, лучшим качеством творожного сгустка и более высоким удоем у коров с генотипом CSN3^{BB} [8–10]. Бета-лактоглобулин — сывороточный белок молока, влияющий на его состав и технологические свойства. LGB расположен на 11-й хромосоме крупного рогатого скота, состоит из 7 экзонов и 6 интронов, его общая длина — 4662 пары нуклеотидов, представляет собой глобулярный белок из одной полипептидной цепи, включающей 162 аминокислотных остатка. У коров голштинской породы распространены два аллеля гена LGB — A и B, различающиеся по аминокислотному составу: в позиции 64 аллель A содержит аспарагиновую кислоту, а аллель B — глицин; в позиции 118 аллель A содержит валин, а аллель B — аланин [11].

Влияние типа телосложения животных и генотипов генов на их продуктивность способствует формированию комплексных селекционных программ, направленных на получение

высокопродуктивных особей, адаптированных к окружающей среде [12].

Определение ассоциаций между полиморфизмом данных генов и молочной продуктивностью позволяет более точно прогнозировать продуктивный потенциал животных и оптимизировать селекционные стратегии. Исследования показывают, что указанные гены оказывают значительное влияние на молочную продуктивность животных [13–15].

Данная тема актуальна для повышения эффективности молочного производства и достижения устойчивого развития отрасли. В ходе исследования предполагается проанализировать взаимосвязь типов телосложения и генотипов генных маркеров белковых структур у молочного скота, а также их влияние на молочную продуктивность, что может способствовать более целенаправленному использованию генетических ресурсов в селекции.

Целью исследования является анализ влияния типа телосложения и полиморфизма генов CSN2, CSN3 и LGB на молочную продуктивность крупного рогатого скота.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследование проведено на 114 коровах первой законченной лактации, из племенного завода, расположенного в Ставропольском крае Российской Федерации.

Животные были разделены на три группы по типу телосложения (лептосомный, мезосомный и эйрисомный)¹, ориентируясь на средний показатель обхвата груди за лопатками.

Все экспериментальные процедуры выполнялись с соблюдением международных и российских нормативных требований, включая Директиву Европейского парламента и Совета ЕС № 2010/63/ЕС от 22 сентября 2010 года², регламентирующую защиту животных, задействованных в научных исследованиях, а также положений ст. 4 Федерального закона Российской Федерации № 498ФЗ³, определяющих принципы обращения с животными.

Биологический материал для генетического анализа получали путем забора цельной крови из яремной вены коров в вакуумные пробирки, содержащие антикоагулянт ЭДТА.

Выделение ДНК осуществляли с использованием коммерческого набора «МСорбКровь» (ООО «НПФ Синтол», Россия) в Лаборатории молекулярногенетической экспертизы⁴ ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия).

Генотипирование образцов по генам LGB, CSN3 и CSN2 проводили методом полимеразной цепной

¹ ГОСТ Р ИСО 3534-1-2019 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей

² https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

³ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

⁴ Свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре серии ПЖ 77, № 010649 от 03.04.2023

реакции в режиме реального времени (ПЦРПВ) в условиях Геномного центра (ООО «МираторгГенетика», Москва, Россия).

Отбор проб молока сырьём выполняли индивидуально от каждой коровы в ходе контрольных доений. Работу проводили специалисты ассистентской службы ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ»⁵ в строгом соответствии с ГОСТ Р ИСО 707-2013⁶ и Рекомендацией Коллегии ЕЭК от 21 ноября 2023 года № 34⁷.

Анализ массовой доли жира и белка в отобранных пробах молока выполняли на инфракрасном анализаторе Милкоскан «Марс» (FOSS, Дания) в Лаборатории селекционного контроля качества молока ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ»⁸, руководствуясь требованиями ГОСТ 32255-2013⁹.

Показатели молочной продуктивности — суточный удой и содержание жира и белка в молоке

рассчитывали, как среднее арифметическое по результатам ежемесячных контрольных доек.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel (США). Для сравнения средних значений показателей молочной продуктивности между группами генотипов использовали t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Различия считали статистически значимыми при * — $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты исследований (табл. 1) позволили выявить взаимосвязь между типом телосложения коров и распределением генотипов по ряду ключевых генов, влияющих на их молочную продуктивность.

Более высокий процент поголовья с генотипами AA гена LGB (56,41%) и генотипа A2A2 (51,28%) гена CSN2 отмечен у коровы лептосомного типа телосложения. У животных с мезосомным типом телосложения наблюдается преобладание генотипа A1A2 (48,89%) гена CSN2 и генотипа AA (48,89%) гена LGB. У животных с эйрисомным типом телосложения наблюдается более высокий процент генотипа AA гена LGB (53,33%) и относительно равномерным распределением генотипов A1A2 и A2A2 гена CSN2 (44-47%). Животных с генотипом BB (5-6%) (LGB) было меньше по поголовью во всех типах телосложения.

Нормированное распределение по Гауссу исследуемой выборки позволило сформировать три группы животных по типам телосложения. Соотношение показателей молочной продуктивности с типами телосложения показало наличие статистически достоверных различий (табл.2).

Анализ результатов исследований показал (табл. 2), что коровы с генотипом A1A1 гена CSN3

Таблица 1. Распределение генотипов CSN2, CSN3 и LGB по типам телосложения у коров голштинской породы, %
Table 1. Distribution of CSN2, CSN3, and LGB genotypes by body type in Holstein cows, %

Ген	Генотип	Типы телосложения					
		Лептосомный (n = 39)		Мезосомный (n = 45)		Эйрисомный (n = 30)	
		Кол-во, гол	%	Кол-во, гол	%	Кол-во, гол	%
CSN2	A1A1	3	7,69	4	8,89	3	10,00
	A1A2	16	41,03	22	48,89	13	43,33
	A2A2	20	51,28	19	42,22	14	46,67
CSN3	AA	6	15,38	4	8,89	7	23,33
	AB	18	46,15	21	46,67	6	20,00
	AE	8	20,51	10	22,22	8	26,67
	BB	3	7,69	6	13,33	6	20,00
	BE	4	10,26	4	8,89	3	10,00
LGB	AA	22	56,41	22	48,89	16	53,33
	AB	15	38,46	20	44,44	12	40,00
	BB	2	5,13	3	6,67	2	6,67

Таблица 2. Влияние генотипов CSN2, CSN3 и LGB на молочную продуктивность и типа телосложения голштинского скота, М ± м

Table 2. Effect of CSN2, CSN3, and LGB genotypes on milk production and body type of Holstein cattle, M ± m

Ген	Генотип	Типы телосложения								
		Лептосомный ¹ (n = 39)			Мезосомный ² (n = 45)			Эйрисомный ³ (n = 30)		
		Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг	Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг	Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг
CSN2	A1A1	6118 ± 297,65	206,64 ± 25,48	193,28 ± 19,89	6471,75 ± 302,89	267,88 ± 8,61 ¹¹	201,75 ± 10,21	6252 ± 248,29	248,91 ± 14,56	200,69 ± 8,48
	A1A2	6870,31 ± 231,33	281,06 ± 11,67	217,31 ± 8,26	7175,82 ± 217,33	273,82 ± 12,37	227,01 ± 7,42	7317,31 ± 218,83	273,75 ± 13,38	225,49 ± 7,07
	A2A2	7509,75 ± 260	286,22 ± 15,45	237,3 ± 8,87	7531,63 ± 270,81	300,32 ± 11,22	238,22 ± 8,82	7570,64 ± 356,55	295,27 ± 14,94	241,36 ± 12,32

⁵ Госрегистрация в племенном регистре РФ № 262704901000, Свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре серия ПЖ 77 № 010821

⁶ ГОСТ Р ИСО 707-2013 Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб

⁷ Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21 ноября 2023 года № 34 «Об унифицированных подходах к учету молочной продуктивности и проведению лабораторного контроля качества молока крупного рогатого скота молочного направления продуктивности»

⁸ Свидетельство ПЖ 77, № 011667, Приказ Минсельхоза РФ № 792 от 24.11.2021, госрегистрация № 262704801000

⁹ ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочные продукты. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора

Таблица 2. Продолжение.

Ген	Генотип	Типы телосложения								
		Лептосомный ¹ (n = 39)			Мезосомный ² (n = 45)			Эйрисомный ³ (n = 30)		
		Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг	Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг	Удой, кг	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг
CSN3	AA	8244,5 ± 399,55 ²	339,78 ± 21,7 ²	270,26 ± 14,5 ²	7158,55 ± 281,54	276,81 ± 12,71	226,65 ± 9,31	8125,29 ± 345,81 ²	314,25 ± 23,13 ²	256,42 ± 13,52 ²
	AB	7314,39 ± 243,42	272,38 ± 14,45	225,93 ± 7,44	7385,57 ± 207,48	298,19 ± 11,13	235,74 ± 6,49	7040,83 ± 480,96	285,63 ± 21,81	228,07 ± 18,67
	AE	6563,13 ± 288,46	265,44 ± 19,43	213,41 ± 10,37	6789,6 ± 399,48	257,03 ± 18,32	213,02 ± 13,67	6913,5 ± 314,53	255,38 ± 15,99	208,63 ± 7,95
	BB	6651 ± 586,14	253,42 ± 16,11	211,93 ± 10,29	6903 ± 411,56	269,12 ± 19,05	215,31 ± 13,84	7517,5 ± 583,39	284,83 ± 15,84	238,64 ± 17,52
	BE	6222,5 ± 590,88	254,06 ± 34,76	192,85 ± 27,87	7013,5 ± 358,32	261,58 ± 11,96	216,05 ± 8,82	6778,33 ± 143,17	257,90 ± 22,57	216,06 ± 2,93
LGB	AA	6891,14 ± 240,08	266,73 ± 13,33	221,87 ± 8,38	7105,44 ± 221,04	279,12 ± 9,42	222,2 ± 7,3	6991,56 ± 237,85	275,54 ± 11,98	218,83 ± 8,02
	AB	7455,8 ± 297,35	290,99 ± 15,99	228,56 ± 9,94	7337,85 ± 189,38	289,63 ± 230,09	230,09 ± 6,61	7480,5 ± 314,75	277,81 ± 12,32	236,20 ± 9,69
	BB	7516 ± 232	304,21 ± 27,62	246,77 ± 23,78	7537 ± 451,17	306,36 ± 3,06	246,51 ± 6,61	9119,5 ± 237,5 ^{*1,2}	348,44 ± 78,33	288,37 ± 41,27

Примечание: * — $p < 0,05$

с мезосомным типом телосложения характеризовались более высоким надоем молока, этот показатель у них был выше на 5,8–2,2%, чем у коров лептосомного и эйрисомного типов телосложения. У коров с мезосомным типом телосложения выход жира был на 29,7–20,5% выше, чем у коров с лептосомным и эйрисомными типами телосложения ($p < 0,05$). По выходу молочного белка коровы мезосомного типа телосложения превосходили животных лептосомного и эйрисомного типов телосложения на 0,5–4,4%. У коров с генотипом A1A2 эйрисомного типа телосложения надой молока был выше на 6,51–1,97%, чем у коров с лептосомным и мезосомным типом телосложения ($p < 0,05$). Коровы с эйрисомным типом телосложения и генотипом A2A2 также характеризовались более высоким надоем молока на 0,81–0,52%, чем коровы с лептосомным и мезосомным типом телосложения.

Коровы лептосомного типа телосложения с генотипом AA гена CSN3 превосходили по надоем коров мезосомного и эйрисомного типов телосложения, их разница составила 15,2–1,4% ($p < 0,05$). У коров лептосомного типа телосложения также наблюдались более высокие показатели по выходу жира молока на 22,8–8,1% относительно мезосомного и эйрисомного типов телосложения ($p < 0,05$), а по выходу молочного белка коровы лептосомного типа телосложения выше на 19,3–5,4% относительно тех же типов телосложения ($p < 0,05$). Коровы мезосомного типа телосложения с генотипом AB гена CSN3 характеризовались надоем, превышающим показатели коров лептосомного и эйрисомного типов телосложения на 71,18–344,74 кг или 1–4,7%. У коров мезосомного типа телосложения выход молочного жира был на 25,81–12,56 кг или 9,5–4,2% выше, чем у коров лептосомного и эйрисомного типов телосложения, а также выход молочного белка был выше на 9,81–3,2 кг (4,3–3,2%) относительно

лептосомного и эйрисомного типов телосложения. Коровы эйрисомного типа с генотипом AE показали высокий надой, который был выше на 123,9 кг (1,8%) и на 350,37 кг (5,3%), чем у коров мезосомного и лептосомного типов телосложения. У коров лептосомного типа выход жира был выше на 8,41–10,06 кг или на 3,17–3,8%, чем у коров мезосомного и эйрисомного типов телосложения. У коров лептосомного типа выход белка был выше на 0,39–4,78 г или на 0,18–2,24%, чем у коров мезосомного и эйрисомного типов телосложения. Коровы эйрисомного типа телосложения с генотипом BB гена CSN3 характеризовались высоким надоем, который выше, чем у коров лептосомного и мезосомного типов телосложения на 614,5–866,5 кг или 8,9–13%. У коров эйрисомного типа телосложения отмечены повышенные показатели по выходу жира молока на 15,71–31,41 кг или 5,8–12,4% относительно лептосомного и мезосомного типов телосложения и по выходу молочного белка на 23,33–26,71 кг (10,8–12,6%) в сравнении с мезосомным и лептосомным типами телосложения. Коровы мезосомного типа с генотипом BE показали высокий надой, который на 791–235 кг или на 12,7–3,4% выше, чем у коров лептосомного и эйрисомного типов телосложения. У коров мезосомного типа телосложения выход жира был выше на 7,52–3,68 кг или на 2,9–1,4%, чем у коров лептосомного и эйрисомного типов телосложения. По выходу белка коровы мезосомного и эйрисомного типов телосложения превосходят коров лептосомного типа на 12%.

Коровы мезосомного типа с генотипом AA гена LGB характеризовались высоким надоем молока, этот показатель был выше на 3–1,6%, чем у животных лептосомного и эйрисомного типов телосложения. При этом у коров мезосомного типа телосложения выход жира молока был выше на 12,39–3,58 кг, чем у эйрисомного и лептосомного

типов телосложения, а выход молочного белка оказался ниже на 1,22–8,68 кг по сравнению с коровами мезосомного и лептосомного типов телосложения. Коровы эйрисомного типа телосложения с генотипом АВ гена LGB имели удой на 46,65–142,65 кг (0,57–1,94%) выше, чем животные лептосомного и мезосомного типов телосложения. У коров лептосомного типа телосложения выход жира молока превышал показатели мезосомного и эйрисомного типов телосложения на 1,36–13,18 кг, выход молочного белка был выше у коров эйрисомного типа на 6,11–7,64 кг в сравнении с коровами мезосомного и лептосомного типов телосложения. У коров эйрисомного типа телосложения с генотипом ВВ гена LGB был более высокий удой на 1583,5–1582,5 кг (15,3–20,9%, $p < 0,05$) относительно лептосомного и мезосомного типов телосложения. Выход жира молока у коров с эйрисомным типом телосложения был на 44,23–42,08 кг или на 14,5–13,7% выше, чем у коров с лептосомным и мезосомным телосложением. Выход молочного белка у коров с эйрисомным телосложением был выше на 41,6–41,86 кг или на 16,8–16,9% по сравнению с коровами мезосомного и лептосомного типов телосложения.

Выводы/Conclusion

Результаты исследования показывают, что тип телосложения оказывает значительное влияние на молочную продуктивность молочного скота. Распределение генотипов у коров различается в зависимости от типа телосложения. Среди

животных лептосомного типа выявлена наибольшая доля особей с генотипом АА гена LGB (56,41%) и генотипом А2А2 гена CSN2 (51,28%). В группе мезосомного телосложения доминируют коровы с генотипом А1А2 гена CSN2 (48,89%) и генотипом АА гена CSN3 (48,89%). Для эйрисомного типа характерно повышенное содержание генотипа АА гена LGB (53,33%) и относительно равномерное распределение генотипов А1А2 и А2А2 гена CSN2 (44–47%). При этом генотип ВВ гена LGB встречается редко (5–6%) во всех исследуемых группах независимо от типа телосложения.

Коровы мезосомного типа телосложения показали высокие надои и выход жира при генотипах А1А1 (ген CSN3) и АА (ген LGB). Коровы лептосомного типа характеризовались наилучшим выходом жира на 22,8–8,1% и белка на 19,3–5,4%, а также высокими надоями при генотипе АА гена CSN3. Наибольшие надои были у коров эйрисомного типа телосложения при генотипах А1А2 и А2А2 (ген CSN3), при генотипе ВВ (ген LGB), где прирост надоев достигает 15,3–20,9% или 1583,5–1582,5 кг, наряду с высоким выходом жира и белка.

Данное исследование подтверждает, что тип телосложения является важным фактором, определяющим молочную продуктивность молочного скота. Полученные результаты могут быть использованы для разработки более эффективных селекционных программ, учитывающих как фенотипические признаки, так и генетические особенности животных.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках реализации субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) от 25 апреля 2024 г. № 082-03-2024-220/3

FUNDING

The research was carried out as part of the implementation of a subsidy from the federal budget for financial support of the state assignment for the provision of public services (performance of work) dated April 25, 2024 No. 082-03-2024-220/3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Худякова Н.А., Кудрина М.А., Ступина А.О., Гинтов В.В., Селькова И.В., Токачук Т.А. Генетические маркеры молочной продуктивности крупного рогатого скота (обзор). *Эффективное животноводство*. 2022; (6): 74–77. <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2022-6-74-77>
- Парыгина Е.В. и др. Ассоциация генотипов коров холмогорской породы по бета-казеину с молочной продуктивностью. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(6): 877–883. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.877-883>
- Мартынова Е.Н., Кислякова Е.М., Исупова Ю.В. Влияние генов молочных белков на показатели продуктивности коров голштинской породы. *Аграрный научный журнал*. 2026; (1): 65–72. <https://doi.org/10.28983/asj.y2026i1pp65-72>
- Корнелаева М.В., Карликова Г.Г., Сермягин А.А. Влияние генотипа по гену CSN2 на качественные и количественные характеристики молока коров голштинской породы. *Journal of Agriculture and Environment*. 2024; (8). <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.2>
- Кощаев А.Г., Гырнец Е.А. Частота встречаемости генотипов гена бета-казеина в популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2021; 93: 310–314. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-310-314>
- Bisutti V. et al. The β -casein (CSN2) A2 allelic variant alters milk protein profile and slightly worsens coagulation properties in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(5): 3794–3809. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21537>
- Олейник С.А., Лесняк А.В. Полиморфизм гена бета-казеина у крупного рогатого скота джерсейской породы в Ставропольском крае. *Аграрная наука*. 2025; (7): 107–113. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>
- Богатова П.С., Лиходеевская О.Е., Лиходеевский Г.А., Лоретц О.Г., Зулаева А.С. Аллельное разнообразие бета- и каппа-казеинов крупного рогатого скота голштинской породы Свердловской области. *Аграрная наука*. 2025; (4): 101–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-101-107>

REFERENCES

- Khudyakova N.A., Kudrina M.A., Stupina A.O., Gintov V.V., Sel'kova I.V., Tokarchuk T.A. Genetic markers of dairy productivity in cattle (review). *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2022; (6): 74–77 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2022-6-74-77>
- Parygina E.V. et al. Association of genotypes of cows of the Kholmogory breed by beta-casein with milk productivity. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(6): 877–883 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.877-883>
- Martynova E.N., Kisiyakova E.M., Isupova J.V. The effect of milk protein genes on the productivity of Holstein cows. *Agrarian Scientific Journal*. 2026; (1): 65–72 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2026i1pp65-72>
- Kornelaeva M.V., Karlikova G.G., Sermyagin A.A. Influence of CSN2 genotype on qualitative and quantitative characteristics of Holstein cows' milk. *Journal of Agriculture and Environment*. 2024; (8) (in Russian). <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.48.2>
- Koshchayev A.G., Gyrnets E.A. Occurrence of beta-casein genotypes in the population of black-and-white Holstein dairy cattle. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021; 93: 310–314 (in Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-310-314>
- Bisutti V. et al. The β -casein (CSN2) A2 allelic variant alters milk protein profile and slightly worsens coagulation properties in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(5): 3794–3809. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21537>
- Oleinik S.A., Lesnyak A.V. Beta-casein gene polymorphism in Jersey cattle in the Stavropol region. *Agrarian science*. 2025; (7): 107–113 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>
- Bogatova P.S., Lihodeevskaya O.E., Lihodeevskiy G.A., Loretts O.G., Zulaeva A.S. Allelic diversity of beta- and kappa-caseins in Holstein cattle of the Zverlovsk region. *Agrarian science*. 2025; (4): 101–107 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-101-107>

9. Калашникова Л.А., Хабибрахманова Я.А., Багаль И.Е., Ялуга В.Л., Прожерин В.П. Оценка полиморфизма комплексных генотипов *CSN3*, *LGB*, *PRL*, *GH*, *LEP* и молочной продуктивности у холмогорских коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2019; (2): 14–17. EDN ZVHMTW
10. Худякова Н.А., Козhevnikova И.С., Ступина А.О., Классен И.А., Калмыкова М.С. Влияние комплексных генотипов генов *CSN2/CSN3* на хозяйственно полезные признаки коров холмогорской породы. *Вестник НГАУ*. 2025; (2): 254–262. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-75-2-254-262>
11. Сафина Н.Ю., Зиннатова Ф.Ф., Юльметьева Ю.Р., Шакиров Ш.К., Ахметов Т.М., Гайнутдинова Э.Р. Полиморфизм гена β -лактоглобулина (*LGB*) и его взаимосвязь с экономически важными признаками голштинского скота. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(9): 78–80. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10918>
12. Парамонова М.А., Валитов Ф.Р. Роль генов каппа-казеина (*CSN3*), бета-казеина (*CSN2*), бета-лактоглобулина (*BLG*) и альфа-лактальбумина (*LALBA*) в формировании молочной продуктивности коров черно-пестрой породы. *Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2025; 262: 105–110. EDN KSZCZJ
13. Олейник С.А., Злыднев Н.З., Лесняк А.В. Продуктивность коров джерсейской породы в зависимости от их типа телосложения. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2024; (1): 27–31. <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2024-1-53-27-31>
14. Amalfitano N., Macedo Mota L.F., Rosa G.J.M., Cecchinato A., Bittante G. Role of *CSN2*, *CSN3*, and *BLG* genes and the polygenic background in the cattle milk protein profile. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(7): 6001–6020. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21421>
15. Горелик О.В., Горелик А.С., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Оценка влияния генотипа по голштинской породе на продуктивные качества коров. *Аграрная наука*. 2025; (2): 101–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-391-02-101-107>

ОБ АВТОРАХ

Сергей Александрович Олейник

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
solinyuk60@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6003-4777>

Марина Геннадьевна Кокотка

аспирант
mkokotka@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-5939-6915>

Ставропольский государственный аграрный университет,
пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Россия

9. Kalashnikova L.A., Khabibrakhmanova Ya.A., Bagal I.E., Yaluga V.L., Progerin V.P. Assessment of polymorphism of complex genotypes *CSN3*, *LGB*, *PRL*, *GH*, *LEP* and dairy productivity in Kholmogory cows. *Dairy and beef cattle farming*. 2019; (2): 14–17 (in Russian). EDN: ZVHMTW
10. Khudyakova N.A., Kozhevnikova I.S., Stupina A.O., Klassen I.A., Kalmykova M.S. Influence of complex genotypes of *CSN2/CSN3* genes on economically useful traits of Holmogor cows. *Vestnik NSAU*. 2025; (2): 254–262 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-75-2-254-262>
11. Safina N.Yu., Zinnatova F.F., Yulmeteva Yu.R., Shakirov Sh.K., Akhmetov T.M., Gaynutdinova E.R. Polymorphism of Beta-Lactoglobulin Gene (*LGB*) and Its Association with Economically Important Traits of Holstein Cattle. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018; 32(9): 78–80 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10918>
12. Paramonova M.A., Valitov F.R. The role of kappa-casein (*CSN3*), beta-casein (*CSN2*), beta-lactoglobulin (*BLG*) and alpha-lactalbumin (*LALBA*) genes in the formation of milk productivity of Black-and-White cows. *Scientific Notes Kazan Bauman Academy of Veterinary Medicine*. 2025; 262: 105–110 (in Russian). EDN KSZCZJ
13. Oleinik S.A., Zlydnev N.Z., Lesnyak A.V. Productivity of Jersey cows depending on their body type. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2024; (1): 27–31 (in Russian). <https://doi.org/10.31279/2949-4796-2024-1-53-27-31>
14. Amalfitano N., Macedo Mota L.F., Rosa G.J.M., Cecchinato A., Bittante G. Role of *CSN2*, *CSN3*, and *BLG* genes and the polygenic background in the cattle milk protein profile. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(7): 6001–6020. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21421>
15. Gorelik O.V., Gorelik A.S., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Assessment of the effect of the Holstein breed genotype on the productive qualities of cows. *Agrarian science*. 2025; (2): 101–107 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-391-02-101-107>

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Alexandrovich Oleinik

Doctor of Agricultural Sciences,
Senior Researcher
solinyuk60@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6003-4777>

Marina Gennadevna Kokotka

Postgraduate student
mkokotka@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-5939-6915>

Stavropol State Agrarian University,
12 Zootehnicheskii Lane, Stavropol, 355017, Russia

16-18 СЕНТЯБРЯ 2026

35-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

35 АГРОРУСЬ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

EXPOFORUM