

DOI

УДК 636.082:636.034;577

ДОЛЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ CSN3 И DGAT1

Р. Р. Шайдуллин, А. С. Ганиев

Реферат. Статья посвящена изучению степени и достоверности влияния различных факторов на удой у коров с различным генотипом генов каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы. Объектом исследования служили первотелки черно-пестрой породы, от которых были взяты пробы венозной крови и выделены образцы ДНК. Выделение ДНК проводилось с помощью набора «Магносорб» (Интерлабсервис, Москва), согласно инструкции производителя. Генотипы *CSN3*, *DGAT1* определяли методом ПЦР-ПДРФ. Исследованиями установлено что сила влияния удоя матерей ($\eta^2 = 24,9\%$; $P < 0,01$), продолжительности сервис-периода ($\eta^2 = 37,3\%$; $P < 0,001$) и живой массы ($\eta^2 = 46,1\%$; $P < 0,001$) на удой была наибольшей и достоверной у первотелок с генотипом *CSN3 AB*, ниже эти показатели у коров с генотипом *CSN3 AA* - 24,0% ($P < 0,001$), 32,6% ($P < 0,001$) и 6,1%, соответственно. Наиболее высокое и достоверное влияние на удой первотелок с генотипом *DGAT1 AA* и *DGAT1 AK* оказали длительность сервис-периода ($\eta^2 = 32,4-36,7\%$; $P < 0,001$) и живая масса ($\eta^2 = 11,7-38,1\%$; $P < 0,01-0,001$), а такой фактор, как живая масса при первом плодотворном осеменении имеет влияние только у гетерозиготных животных (8,4%; $P < 0,05$). Более сильное влияние на уровень молочной продуктивности коров оказывают удой матерей, продолжительность сервис-периода, живая масса, причем достоверная и наибольшая доля влияния отмечены у гетерозиготных животных по генам *CSN3* и *DGAT1*. При этом наиболее сильное и достоверное влияние на удой первотелок оказала продолжительность сервис-периода. Также установлены высокие значения коэффициента наследуемости показателей молочной продуктивности у коров, имеющих в своем генотипе аллель *B* гена *CSN3* и аллель *A* гена *DGAT1*. Следовательно, разведение с учетом генотипов маркерных генов способствует укреплению наследственности молочной продуктивности крупного рогатого скота.

Ключевые слова. Генотип, *CSN3*, *DGAT1*, аллель, доля влияния, η^2 , показатели молочной продуктивности.

Для цитирования: Шайдуллин Р.Р., Ганиев А.С. Доля влияния различных факторов на уровень молочной продуктивности коров с разными генотипами *CSN3* и *DGAT1* // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №3 (11). С. 67-72

Введение. Эффективная селекционная работа в молочном скотоводстве возможна только при комплексном использовании зоотехнических методов и современных молекулярно-генетических технологий. Применение молекулярной диагностики раннего прогнозирования величины и направленности продуктивных качеств особи увеличивает селекционный прогресс стада и способствует получению существенного экономического эффекта [1]. К тому же пути повышения генетического потенциала крупного рогатого скота и конкурентоспособности производства молока за счет улучшения его качества в настоящее время являются селекция с использованием как лучших генетических ресурсов, так и ДНК-технологий при совершенствовании отечественных пород [2, 3, 4].

Применение в молочном скотоводстве генетических маркеров связанные с продуктивными качествами позволяет улучшить хозяйственно-полезные признаки коров. С помощью молекулярно-генетических маркеров возможно получить информацию о полиморфизме генов и исследовать, какие варианты отдельных генов в тех или иных условиях содержания имеют наибольшую частоту встречаемости в популяциях, несущих желательный комплекс признаков [5, 6, 7]. В качестве потенциальных ДНК-маркеров молочной продуктивности у крупного рогатого скота выступают аллели генов белков

молока и гормонов. К таким маркерам относят гены каппа-казеин и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы [8, 9, 10].

В настоящее время особое место уделяется локусу гена одного из основных молочных белков – каппа-казеина. Известно, что аллельные варианты молочного белка каппа-казеина связаны с показателями белкомолочности [11, 12, 13], а также технологическими свойствами молока, особенно по сыропригодности [14, 15, 16].

Ген диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы (*DGAT1*), участвующий в обмене жирных кислот. Многочисленными исследованиями установлено, что ген *DGAT1* значительно влияет на молочную продуктивность коров, в частности, на удой и содержание жира в молоке [17, 18, 19]. При этом установлено, что аллель *A* ассоциирован с высокой молочной продуктивностью, а аллель *K* — с высоким содержанием массовой доли жира в молоке [20, 21].

В результате аналитического исследования литературных источников А.Н. Тяжченко с соавторами выявили ассоциацию гена *DGAT1* крупного рогатого скота с живой массой, уровнем молочной продуктивности и репродуктивной способностью коров разных пород и направления продуктивности. При этом лучшими качествами отличался скот, имеющие *A*-аллель гена *DGAT1* [22].

Проблема повышения продуктивных качеств крупного рогатого скота является

повседневной проблемой и обусловлено сочетанием генетических и негенетических факторов. В связи с этим возникает важный вопрос изучения доли влияния разных факторов на молочную продуктивность коров с учетом их генотипов ДНК-маркеров.

В этой связи цель работы - изучение степени и достоверности влияния различных факторов на удой у коров с различным генотипом генов каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы.

Условия, материалы и методы. Для проведения исследований и генотипированию по каппа-казеину, диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы, в условиях племенного репродуктора ООО «Дусым» Атинского района Республики Татарстан было отобрано 142 первотелок черно-пестрой породы, от которых были взяты пробы крови и выделены образцы ДНК.

Материалом для молекулярного ДНК-тестирования служила венозная кровь животных. Выделение ДНК проводилось с помощью набора «Магносорб» (Интерлабсервис, Москва), согласно инструкции производителя. Генотипы *CSN3*, *DGATI* определяли методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин

рестрикционных фрагментов). Амплификацию проводили на амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Москва). В зависимости от присутствия аллелей *A* и *B* гена *CSN3* генотипы были распределены на три группы (*AA*, *AB*, *BB*), аллелей *A* и *K* гена *DGATI* генотипы были распределены на три группы (*AA*, *AK*, *KK*). Для исследования были использованы данные по молочной продуктивности по 1 лактации коров с разными генотипами *CSN3*, *DGATI*. Однофакторный дисперсионный анализ проводили с использованием программного приложения «Excel» из пакета «Microsoft Office», по данным которого определяли силу влияния фактора полиморфизма изучаемых генов на показатели молочной продуктивности коров.

Результаты и обсуждение. Установлено, что наиболее сильное и достоверное влияние на удой первотелок оказала продолжительность сервис-периода, доля влияния которого колебалась от $\eta^2 = 32,6\%$ ($F = 21$; $P < 0,001$) до $37,3\%$ ($F = 12,8$; $P < 0,001$), за исключением гомозиготных животных по аллелю *B* каппа-казеина у которых доля была недостоверная (табл. 1).

Таблица 1 – Доля и достоверность влияния различных факторов на удой за лактацию коров с разными генотипами гена *CSN3*

№ п/п	Фактор	Генотип по <i>CSN3</i>					
		<i>AA</i>		<i>AB</i>		<i>BB</i>	
		$\eta^2, \%$	F _{факт.}	$\eta^2, \%$	F _{факт.}	$\eta^2, \%$	F _{факт.}
1	Удой матерей	24,0	13,5***	24,9	7,2**	40,6	1,4
2	Живая масса при первом плодотворном осеменении	0,4	0,2	9,0	2,1	54,8	2,4
3	Возраст первого отела	2,9	1,3	3,7	0,8	57,0	2,6
4	Продолжительность сервис-периода	32,6	21,0***	37,3	12,8***	58,5	2,8
5	Живая масса	6,1	2,8	46,1	18,2***	68,9	4,5

Достаточно сильно влияет на уровень продуктивности коров удой матерей, при этом влияние женских предков составило у *CSN3 AA* $\eta^2 = 24,0\%$ ($F = 13,5$; $P < 0,001$), у *CSN3 AB* $\eta^2 = 24,9\%$ ($F = 7,2$; $P < 0,01$).

Достоверная степень влияния живой массы на удой установлена только у гетерозиготных животных – $\eta^2 = 46,1\%$ ($F = 18,2$; $P < 0,001$).

На показатели продуктивности первотелок не оказали влияние живая масса при первом плодотворном осеменении и возраст первого отела, хотя в группе *CSN3 BB* доля влияния высокая (54,8 и 57,0%), но недостоверная и с низким значением F_{факт.}

Таким образом, у животных с генотипом *CSN3 AB* выявлено наиболее сильное и достоверное влияние на удой различных факторов.

Из таблицы 2 видно, что живая масса оказала значимое влияние на удой коров со всеми представленными генотипами по гену *DGATI*, с наибольшим значением $\eta^2 = 85,1\%$ ($F = 11,5$; $P < 0,05$) у *DGATI KK*, в остальных группах доля влияния колебалась от 11,7% ($F = 5,5$; $P < 0,01$) у *DGATI AK*,

до 38,1% ($F = 14,5$; $P < 0,001$) у *DGATI AA*. Продолжительность сервис-периода имел достаточную силу и достоверность влияния на уровень удоя у коров с генотипом *DGATI AA* $\eta^2 = 36,7\%$ ($F = 13,6$; $P < 0,001$) и у *DGATI AK* $\eta^2 = 32,4\%$ ($F = 19,9$; $P < 0,001$).

Удой матерей внес достоверный вклад в продуктивность гетерозиготных дочерей на уровне $\eta^2 = 29,1\%$ ($F = 17,0$; $P < 0,001$), у остальных животных доля влияния оказалась незначительной и недостоверной.

Также у коров с генотипом *DGATI AK* выявлено достоверное влияние живой массы при первом плодотворном осеменении на их будущую молочную продуктивность с $\eta^2 = 8,4\%$ ($F = 3,8$; $P < 0,05$).

Следует отметить, что у коров с генотипом *CSN3 BB* и *DGATI KK* отмечена наибольшая доля влияния, но она недостоверная. Это можно объяснить небольшим поголовьем в данных группах.

Одним из главных факторов, влияющих на молочную продуктивность коров является наследственность. В дополнение к вышеописанным исследованиям рассчитаны

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

коэффициенты наследуемости показателей дочерей с разными генотипами *CSN3* молочной продуктивности матерей и и *DGATI*.

Таблица 2 – Доля и достоверность влияния различных факторов на удой за лактацию коров с разными генотипами гена *DGATI*

№ п/п	Фактор	Генотип по <i>DGATI</i>					
		<i>AA</i>		<i>AK</i>		<i>KK</i>	
		$\eta^2, \%$	$F_{\text{факт.}}$	$\eta^2, \%$	$F_{\text{факт.}}$	$\eta^2, \%$	$F_{\text{факт.}}$
1	Удой матерей	11,0	2,9	29,1	17,0***	7,5	0,2
2	Живая масса при первом плодотворном осеменении	2,8	0,7	8,4	3,8*	59,2	2,9
3	Возраст первого отела	7,0	1,8	1,3	0,6	53,7	2,4
4	Продолжительность сервис-периода	36,7	13,6***	32,4	19,9***	62,9	3,4
5	Живая масса	38,1	14,5***	11,7	5,5**	85,1	11,5*

Выявлено, что высокий и положительный коэффициент наследуемости наблюдается по удою за лактацию, массовой доли белка, молочному жиру и белку у исследуемых групп скота (табл. 3). Так, наибольшая

наследуемость показателей молочной продуктивности в большей степени характерен для коров с генотипом *CSN3 BB* ($h^2 = 0,58-0,69$), а по массовой доли жира для группы *CSN3 AB* – 0,43.

Таблица 3 – Коэффициент наследуемости показателей молочной продуктивности коров с разными генотипами *CSN3*

Показатель	Генотип по <i>CSN3</i>		
	<i>AA</i>	<i>AB</i>	<i>BB</i>
Удой за лактацию	0,47	0,50	0,68
Массовая доля жира	- 0,02	0,43	0,22
Молочный жир	0,45	0,49	0,69
Массовая доля белка	0,42	0,48	0,63
Молочный белок	0,44	0,50	0,58

При сравнении трех исследуемых групп коров между собой, наиболее меньшая наследуемость показателей молочной продуктивности обнаружена у животных с генотипом *CSN3 AA*, при отрицательном коэффициенте по жирномолочности - $h^2 = - 0,02$.

У животных с генотипом *DGATI AK* от мачены высокие коэффициенты наследуемости удою ($h^2 = 0,47$), молочного жира ($h^2 = 0,38$),

массовой доли белка ($h^2 = 0,49$), молочного белка ($h^2 = 0,42$), но по массовой доле жира в молоке имеют отрицательный и низкий коэффициент - $h^2 = - 0,05$ (табл. 4).

Высокий коэффициент наследуемости массовой доли жира наблюдается у коров с генотипом *DGATI KK* при $h^2 = 0,58$, однако для данной группы присуща отрицательная наследуемость удою, выхода молочного жира и белка.

Таблица 4 – Коэффициент наследуемости показателей молочной продуктивности коров с разными генотипами *DGATI*

Показатель	Генотип по <i>DGATI</i>		
	<i>AA</i>	<i>AK</i>	<i>KK</i>
Удой за 305 дней лактации	0,32	0,47	- 0,48
Массовая доля жира	0,23	- 0,05	0,58
Молочный жир	0,31	0,38	- 0,24
Массовая доля белка	0,48	0,49	0,23
Молочный белок	0,33	0,42	- 0,41

Коровы с генотипом *DGATI AA* имеют не высокие значения, но положительные коэффициенты наследуемости показателей молочной продуктивности ($h^2 = 0,23-0,48$).

Таким образом, установлен высокий коэффициент наследуемости показателей

молочной продуктивности у коров, имеющих в своем генотипе аллель *B* гена *CSN3* и аллель *A* гена *DGATI*.

Выводы. На удой более широкое влияние оказывают удои матерей, продолжительность сервис-периода, живая

масса, причем достоверная и наибольшая доля влияния отмечены у гетерозиготных животных по генам *CSN3* и *DGAT1*. Наиболее сильное и достоверное влияние на удои первотелок оказала продолжительность сервис-периода, доля влияния которого колебалась от $\eta^2 = 32,6\%$ до $37,3\%$, но возраст первого отела не оказал существенного влияния на продуктивность

с η^2 менее 7% . Высокое значение наследуемости имели коровы с генотипом *CSN3 BB* по удою, молочному жиру и белку, массовой доле белка, и животные с генотипом *DGAT1 AK*, что дает основание для отбора молочного скота, имеющих аллель *B* гена каппа-казеина и аллель *A* гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы, по этим признакам для совершенствования стада.

Литература

1. Абельдинов Р. Б., Бексеитов Т. К. Биологический статус коров симментальской породы казахстанской селекции с различным генотипом по генам-кандидатам белкового обмена // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (148). С.81-87. EDN: XWEQFT
2. Абдулаев А. У. Эффективность использования в высокопродуктивных стадах потомков голштинских быков европейской и североамериканской селекции // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №1. С. 7–10. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.11.83.002>. EDN: NESBYW
3. Кузнецов В. М. Сахалинская популяция голштинской породы / Монография. Чебоксары: ИД «Среда», 2020. 248 с.
4. Эффективность использования коров ярославской породы разных генотипов по голштинам / Н. П. Сударев, Д. Абылкасымов, О. В. Абрампальская, Е. А. Воронина, П. С. Бугров, А. Г. Юдина // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 20-24. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.46.67.005>. EDN: ОРМНЗТ
5. Доля и достоверность влияния гена каппа-казеина и диацилглицерол о-ацилтрансферазы на показатели молочной продуктивности коров / Л. Р. Загидуллин, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 88–91. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-243-3-88-92>. EDN BCUFJI.
6. Седых Т. А. Полиморфизм генов гормона роста и диацилглицерол-ацилтрансферазы у бычков мясных пород // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2017. Т. 53. № 1. С. 266–269. EDN YPBEGT.
7. Оценка молочной продуктивности и качества молока коров с разными генотипами диацилглицерол-о-ацилтрансферазы / С. В. Тюлькин, Х. Х. Гильманов, И. В. Ржанова, Е. Г. Лазарева // Актуальные вопросы индустрии напитков. 2019. № 3. С. 234–238. <https://doi.org/10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-234-238>. EDN GGLOBB.
8. Полиморфизм генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы у черно-пестрой породы скота / Л. Р. Загидуллин, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов, С. В. Тюлькин // Молочнохозяйственный вестник. 2020. №1(37). С.24-34. EDN: TUJEVN
9. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева, О. В. Костюнина, Е. А. Гладырь, А. Д. Банников, В. Р. Харзинова, П. В. Ларионова, К. М. Шавырина, Л. К. Эрнст // Зоотехния. 2010. №1. С. 8–10. EDN: JWJHPV
10. Зиннатова Ф. Ф., Шакиров Ш. К., Юльметьева Ю. Р. Влияние породы и генотипа по генам *CSN3*, *DGAT1*, *PRL*, *LGB* на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Вестник РАСХН. 2012. № 6. С. 65–67. EDN: PMBWHN
11. Капельницкая Е., Шилова А. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров с различными генотипами каппа-казеина // Главный зоотехник. 2015. № 4. С. 34-39. EDN: TMCDDZ
12. Влияние генетических аспектов на динамику молочной продуктивности голштинского скота / Ю. Р. Юльметьева, Ф. Ф. Зиннатова, Е. Н. Рачкова, Л. В. Шамсиева, Ш. К. Шакиров // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 11. С. 99-101. EDN: VBBIRV
13. Межлинейный полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров / Р. Р. Шайдуллин, Г. С. Шарафутдинов, А. Б. Москвичёва, Б. Г. Зиганшин, С. В. Тюлькин // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 51-54. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10512>. EDN: FIWMWM
14. Характеристика аллелотипа по локусу каппа-казеина у молочных коров разных пород / Н. А. Худякова, И. В. Селькова, А. А. Первухина, А. О. Ступина // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 5. С. 24-29. <https://doi.org/10.33943/MMS.2022.40.61.005>. EDN: EOGYCK
15. Витушкина М. А., Дулепова М. А. Сыропригодность молока при производстве сыров // Вестник науки: международный научный журнал. 2020. Т.5. № 8 (29). С. 59-63. EDN: SSNNVZ
16. Лоретт О. Г., Матушкина Е. В. Влияние генотипа каппа-казеина на технологические свойства молока // Аграрный вестник Урала. 2014. № 3 (121). С. 23-26. EDN: SGWXRN
17. Позовникова М. В. Молочная продуктивность коров с различными генотипами *DGAT1* // Эффективное животноводство. 2018. №7. С.46-47. EDN: YUNDXF
18. Позовникова М. В., Сердюк Г. Н., Тулинова О. В. Полиморфизм гена диацилглицерол-ацилтрансферазы-1 у быков отечественного генотипа айрширской породы // Известия Оренбургского аграрного университета. 2018. 4 (72). С. 295-297. EDN: UYPYUT
19. Связь полиморфизма гена *dgat1* с хозяйственно полезными признаками коров / М. В. Позовникова, О. В. Тулинова, Г. Н. Сердюк, О. В. Митрофанова // Молочное и мясное скотоводство. 2017. 1 8. С. 9-12. EDN: YLYNOB
20. *DGAT1*, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle / G. Thaller, C. Kühn, A. Winter, G. Ewald, O. Bellmann, J. Wegner, H. Zühlke, R.Fries // Anim. Genet. 2003. V. 34. 1 5. P. 354-357.
21. Association of a lysine232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acylCoA:diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content / A. Winter, W. Kramer, F.A.O. Werner, S. Kollers, S. Kata, G. Durstewitz, J. Buitkamp, J.E. Womack, G. Thaller, R. Fries // PNAS. 2002. V. 99.

22. Ассоциация гена DGAT1 с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота / А. Н. Тяжченко, К. Д. Сабетова, П. О. Щеголев [и др.] // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 3(7). С. 37-46. https://doi.org/10.52025/27128679_2022_03_37 EDN: VTFFSR

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Шайдуллин Радик Рафаилович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail.ru: trpi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

Ганиев Алмаз Саляхутдинович – кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: ganiev-almaz@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

THE SHARE OF INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE LEVEL OF MILK PRODUCTIVITY OF COWS WITH DIFFERENT GENOTYPES OF CSN3 AND DGAT1

R. R. Shaidullin, A. S. Ganiev

Abstract. The article is devoted to the study of the degree and reliability of the influence of various factors on milk yield in cows with different genotypes of the kappa-casein and diacylglycerol O-acetyltransferase genes. The object of the study was black-and-white first-calf heifers, from which venous blood samples were taken and DNA samples were isolated. DNA extraction was performed using the Magnosorb kit (Interlabservice, Moscow) according to the manufacturer's instructions. The *CSN3* and *DGAT1* genotypes were determined using the PCR-RFLP method. The studies have established that the influence of maternal milk yield ($\eta^2 = 24.9\%$; $P < 0.01$), service period duration ($\eta^2 = 37.3\%$; $P < 0.001$) and live weight ($\eta^2 = 46.1\%$; $P < 0.001$) on milk yield was highest and most significant in first-calf heifers with the *CSN3 AB* genotype, while these indicators were lower in cows with the *CSN3 AA* genotype - 24.0% ($P < 0.001$), 32.6% ($P < 0.001$) and 6.1%, respectively. The highest and most reliable influence on the milk yield of first-calf heifers with the *DGAT1 AA* and *DGAT1 AK* genotype was exerted by the duration of the service period ($\eta^2 = 32.4-36.7\%$; $P < 0.001$) and live weight ($\eta^2 = 11.7-38.1\%$; $P < 0.01-0.001$), and such a factor as live weight at the first fruitful insemination has an influence only in heterozygous animals (8.4%; $P < 0.05$). The milk yield of mothers, the duration of the service period, and live weight have a stronger influence on the level of milk productivity of cows, with a reliable and the largest share of influence noted in heterozygous animals for the *CSN3* and *DGAT1* genes. At the same time, the duration of the service period had the strongest and most reliable influence on the milk yield of first-calf heifers. High values of the heritability coefficient of milk productivity indicators have also been established in cows that have the *B* allele of the *CSN3* gene and the *A* allele of the *DGAT1* gene in their genotype. Consequently, breeding taking into account the genotypes of marker genes helps to strengthen the heredity of milk productivity in cattle.

Keywords: Genotype, *CSN3*, *DGAT1*, allele, influence share, η^2 , milk productivity indicators.

For citation: Shaidullin R. R., Ganiev A. S. The share of influence of various factors on the level of milk productivity of cows with different genotypes of *CSN3* and *DGAT1*. *Agrobiotechnology and Digital Agriculture*. 2024; 3(11): 67-72

References

1. Abel'dinov R. B., Bekseitov T. K. [Biological status of Simmental cows of Kazakhstan selection with different genotypes for protein metabolism candidate genes]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 2 (148): 81-87. EDN: XWEQFT
2. Abdulaev A. U. [Efficiency of using Holstein bulls of European and North American selection in high-yielding herds]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2020; 1: 7–10. DOI: 10.33943/MMS.2020.11.83.002. EDN: NESBYW
3. Kuznetsov V. M. Sahalinskaja populjacija golshhtinskoj porody [Sakhalin population of the Holstein breed]. *Monografija. Cheboksary: ID «Sreda»*. 2020. 248
4. Sudarev N. P., Abylkasymov D., Abrampal'skaja O. V. [Efficiency of using Yaroslavl cows of different genotypes for Holsteins]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2020; 7: 20-24. MMS.2020.46.67.005. EDN: OPMHZZ
5. Zagidullin L. R., Shajdullin R. R., Ahmetov T. M. [The share and reliability of the influence of the kappa-casein gene and diacylglycerol o-acyltransferase on the milk productivity indicators of cows]. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana*. 2020; 243. 3: 88–91. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-243-3-88-92>. EDN BCUFJI
6. Sedyh T. A. [Polymorphism of growth hormone and diacylglycerol acyltransferase genes in beef bulls]. *Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovanija Vitebskaja ordena Znak pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny*. 2017; 53. 1: 266–269. EDN YPBEGT
7. Tjul'kin S. V., Gil'manov H. H., Rzhanova I. V. [Evaluation of milk productivity and milk quality of cows with different genotypes of diacylglycerol-o-acyltransferase]. *Aktual'nye voprosy industrii napitkov*. 2019; 3: 234–238. <https://doi.org/10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-234-238>. EDN GGLOBB
8. Zagidullin L. R., Shajdullin R. R., Ahmetov T. M. [Polymorphism of the kappa-casein and diacylglycerol O-acyltransferase genes in Black-and-White cattle]. *Molochnohozjajstvennyj vestnik*. 2020;1(37): 24-34. EDN: TUJEVN
9. Zinov'eva N. A., Kostjunina O. V., Gladyr' E. A. [The role of DNA markers of productivity traits in farm animals]. *Zootehnika*. 2010; 1: 8–10. EDN: JWJHPV
10. Zinnatova F. F., Shakirov Sh. K., Jul'met'eva Ju. R. [The influence of breed and genotype for genes *CSN3*, *DGAT1*, *PRL*, *LGÅ* on milk productivity of cattle]. *Vestnik RASHN*. 2012; 6: 65–67. EDN: PMBHWB
11. Kapel'nickaja E., Shilova A. [Milk productivity and technological properties of milk from cows with different genotypes of kappa-casein]. *Glavnyj zootehnik*. 2015; 4: 34-39. EDN: TMCDDZ
12. Jul'met'eva Ju. R., Zinnatova F. F., Rachkova E. N. [The influence of genetic aspects on the dynamics of

- milk productivity of Holstein cattle]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2015; 11: 99-101. EDN: VBBIRV.
13. Shajdullin R. R., Sharafutdinov G. S., Moskvichjova A. B. [Interline polymorphism of the kappa-casein gene and its impact on milk productivity of cows]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2019; 5: 51-54. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10512>. EDN: FIWMWM.
14. Hudjakova N. A., Sel'kova I. V., Pervuhina A. A. [Characteristics of the allelotype at the kappa-casein locus in dairy cows of different breeds]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2022; 5: 24-29. <https://doi.org/10.33943/MMS.2022.40.61.005>. EDN: EOGYCK.
15. Vitushkina M. A., Dulepova M. A. [Cheese suitability of milk in cheese production]. *Vestnik nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal*. 2020; 5. 8(29): 59-63. EDN: SSNNVZ.
16. Lorec O. G., Matushkina E. V. [The influence of kappa-casein genotype on the technological properties of milk]. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2014; 3 (121): 23-26. EDN: SGWXRN.
17. Pozovnikova M. V. [Milk production of cows with different DGAT1 genotypes]. *Jeffektivnoe zhivotnovodstvo*. 2018; 7: 46-47. EDN: YUNDXF.
18. Pozovnikova M. V., Serdjuk G. N., Tulinova O. V. [Polymorphism of the diacylglycerol acyltransferase-1 gene in bulls of the domestic gene pool of the Ayrshire breed]. *Izvestija Orenburgskogo agrarnogo universiteta*. 2018; 4 (72): 295-297. EDN: UYPYYT.
19. Pozovnikova M. V., Tulinova O. V., Serdjuk G. N. [Association of dgat1 gene polymorphism with economically useful traits of cows]. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*. 2017; 8: 9-12. EDN: YLYNOB.
20. Thaller G., Kühn C., Winter A. DGAT1, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Anim. Genet*. 2003; 34. 5: 354-357.
21. Winter A., Kramer W., Werner F.A.O. Association of a lysine232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acylCoA:diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *PNAS*. 2002; 99. 14: 9300-9305.
22. Tjzhchenko A. N., Sabetova K. D., Shhegolev P. O. [Association of the DGAT1 gene with economically useful traits in cattle]. *Agrarnyj vestnik Nechernozem'ja*. 2022; 3(7): 37-46. https://doi.org/10.52025/27128679_2022_03_37. EDN: VTFFSR

Conflict of interests

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Shaydullin Radik Rafailovich – Doctor of Agricultural Sciences, head of department, e-mail: tppi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

Ganiev Almaz Salakhutdinovich – Candidate of Biological Sciences, Researcher, e-mail: ganiev-almaz@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.