

АССОЦИАЦИИ ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНА СОМАТОТРОПИНА С ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КОРОВ

А.А. ЯРЫШКИН, О.С. ШАТАЛИНА, О.И. ЛЕШОНОК

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук»)

В настоящее время при селекции в молочном скотоводстве часто используют маркерные гены. Учеными проводятся исследования взаимосвязи полиморфизма генов с такими хозяйственно-полезными признаками, как молочная продуктивность, продуктивное долголетие, рост, развитие и т.д. Короткий срок хозяйственного использования коров и поздний набор живой массы, необходимой для первого осеменения, приносят сельскохозяйственным организациям экономические потери. Целью исследований являлось изучение взаимосвязи полиморфизма гена соматотропина с живой массой при первом осеменении и продуктивным долголетием коров. Исследование проведено в Свердловской области на крупном рогатом скоте голштиinizированной черно-пестрой породы в 2018–2019 гг. Сформированы две выборки: телки и выбывшие коровы, генотипированные по гену соматотропина. У животных определен LV- полиморфизм гена соматотропина. Определение полиморфизма включало в себя следующие этапы: выделение ДНК, проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР), постановка рестрикции, прогон продуктов рестрикции в агарозном геле, визуализация при помощи трансиллюминатора. Результаты исследований обработаны при помощи программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23, рассчитан критерий достоверности. LV- полиморфизм представлен тремя генотипами: LL, LV и VV. Изучена частота встречаемости генотипов в популяции голштиinizированного крупного рогатого скота. Выявлено, что генотип LL широко представлен в изученной популяции (77,2%), животных с генотипом LV меньше (22,2%). Генотип VV встречается в популяции крайне редко (0,6%). Также выявлено, что аллель L является распространенным аллелем популяции (88,3%). В ходе изучения взаимосвязи LV- полиморфизма с живой массой при первом осеменении установлено, что животные с генотипом LL быстрее растут, раньше достигают живой массы, необходимой для первого осеменения. При одинаковом возрасте телки с генотипом LV имели массу 400 кг, с генотипом LL – массу на 9 кг больше. При исследовании влияния генотипов гена соматотропина на продуктивное долголетие установлено, что коровы с генотипом LV имеют более длительный срок хозяйственного использования. Разница с животными с генотипом LL составила 0,5 лактации. Таким образом, генотипы LL и LV являются желательными для использования в селекции голштиinizированного крупного рогатого скота: генотип LL связан с ростом и развитием, LV – с продуктивным долголетием.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, соматотропин, полиморфизм, генотип, живая масса при первом осеменении, продуктивное долголетие.

Введение

Продуктивное долголетие является одним из важных показателей молочного скотоводства [11]. В настоящее время в России распространена голштиinizированная черно-пестрая порода, средний срок хозяйственного использования которой составляет три года [2]. Постоянная замена дойных коров ремонтным молодняком, выбраковка по причине низкой молочной продуктивности ведут к экономическим

потерям сельскохозяйственных организаций. Также немаловажным фактором можно назвать живую массу при первом осеменении [19]. Раннее осеменение может привести к проблемам с репродуктивным здоровьем, позднее – к ожирению телок и трудностям с осеменением. Плохие показатели роста, позднее осеменение даже при высоком уровне кормления могут быть обусловлены низким генетическим потенциалом. В продуктивном долголетии интерес представляют не только высокий уровень молочной продуктивности, но и длительное ее сохранение [12]. Встречаются случаи, когда максимальное повышение обильномолочности проявляется при третьей лактации, затем происходит ее падение, связанное с ухудшением состояния здоровья животного.

Современные проблемы ускоренной индустриализации животноводства, рост объемов производства продукции по отношению к вложениям требуют развития инновационных путей в управлении генетическими ресурсами животных [13]. В последнее время среди ведущих агропромышленных компаний набирает популярность использование маркерной селекции. Соматотропин – гормон, связанный с энергией роста. Учеными изучены полиморфизм гена соматотропина и его связь с молочной продуктивностью коров. LV-полиморфизм гена соматотропина представлен тремя генотипами: LL, LV и VV.

И.Е. Багаль с соавт. изучено распределение генотипов GH крупного рогатого скота холмогорской и голштинской пород. Установлено преобладание аллеля L и генотипа LL [1]. Аналогичные результаты получены С.В. Тюлькиным с соавт. на примере голштинского скота Республики Татарстан, К.В. Копыловым с соавт. – на примере украинской красно-пестрой породы, J. Komisarek с соавт. – на примере черно-пестрой и джерсейской пород [4, 10, 17]. И.В. Ткаченко, С.Л. Гридиной установлена наиболее высокая обильномолочность у коров, имеющих генотип LL гена соматотропина [9]. И.Ю. Долматовой с соавт. выявлено, что аллель L связан с высокой обильномолочностью [3].

Рядом ученых выявлено, что животные крупного рогатого скота с разными генотипами гормона роста отличаются по убойному выходу мяса. Так, животные герфордской породы, имеющие генотип VV, превосходили животных с другими генотипами на 5–10 кг по массе туши [8, 20]. Также изучены полиморфизм гена соматотропина и его связь с живой массой свиней и северных оленей [5, 7]. Выявлено, что сходство гена соматотропина северных оленей и крупного рогатого скота составляет 93%, с овцами – 92%. Исследователями изучен полиморфизм гена гормона роста у овец, коз и кур [6, 15, 16, 18]. Однако исследования по поиску взаимосвязи между LV-полиморфизмом гена соматотропина с показателями живой массы при первом осеменении и продуктивным долголетием ранее не проводились, что и определило актуальность настоящей работы.

Целью исследований являлось определение полиморфизма гена соматотропина голштинизированной черно-пестрой породы и его связи со сроком первого осеменения и продуктивным долголетием животных.

Методика исследований

Исследования проводились в лаборатории молекулярно-генетического анализа Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в 2018–2019 гг. Объектом исследования являлись 256 коров и 300 телок голштинизированной черно-пестрой породы, принадлежащие сельскохозяйственным предприятиям Свердловской области (АО «Каменское» и АО «Агрофирма «Патруши»), в которых применяется промышленная технология получения молока с аналогичными подходами

в кормлении, содержании и приемах воспроизводства. Это явилось обоснованием объединения выборок экспериментальных животных.

Выделение ДНК проводилось согласно протоколу фирмы «Синтол» (Россия) при помощи набора ДНК-Экстран 1 с использованием термостатов Термит («ДНК-технология» Россия) и Biosan CH-100 (Латвия), а также центрифуг Eppendorf 5424 (Германия) и Biosan Microspin FV-2400 (Латвия). ПЦР проводили на амплификаторе Bio Rad PTC-225 DNA Engine Tetrad Cycler (США). Программа амплификации включала в себя 30 основных циклов: плавление ДНК при t 94°C 30 сек., отжиг праймеров при t 65°C 30 сек., элонгация при t 72°C 30 сек., а также 1 цикл плавления при t 95°C 180 сек. и 1 цикл элонгации при t 72°C 300 сек. Для амплификации использовались праймеры фирмы «Синтол» (Россия): GH5F: 5'-GCT-GCT-CCT-GAG-GGC-CCT-TC-3'; GH5R: 5'-CAT-GAC-CCT-CAG-GTA-CGT-CTC-CG-3'.

Рестрикционную смесь (рестриктаза AluI «СибЭнзим», Россия) по полиморфизму LV выдерживали в термостате при температуре 37°C в течение 3-х ч. Затем вносили продукты рестрикции с красителем в лунки 3%-ного агарозного геля и помещали в камеру горизонтального электрофореза («BioRad», США) на 1 ч с напряжением 100V. Результаты фиксировали при помощи трансиллюминатора Gel Doc («BioRad», США).

В соответствии с установленными генотипами у телок изучали возраст первого осеменения и фиксировали живую массу с точностью до 1,0 кг. В экспериментальных хозяйствах технологией предусмотрено проведение первого осеменения при достижении телками живой массы в среднем 400 кг.

В группе генотипированных коров в течение четырех лет фиксировали причины их выбытия из производственного использования, которые заносились в программу АРМ «Селэкс» (молочный скот), Россия.

Результаты исследований обрабатывали биометрически с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23 (IBM, США). Рассчитаны средние значения показателей живой массы и продуктивного долголетия по выборкам (M), ошибки средних (m), коэффициент корреляции (r) по методике Е.К. Меркурьевой. Статистическую значимость различий оценивали при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$ с использованием критериев t-Стьюдента для сравнения средних величин.

Результаты и их обсуждение

Определен полиморфизм коров голштинской породы по гену соматотропина. Визуализация генотипов представлена на электрофореграмме (рис. 1).

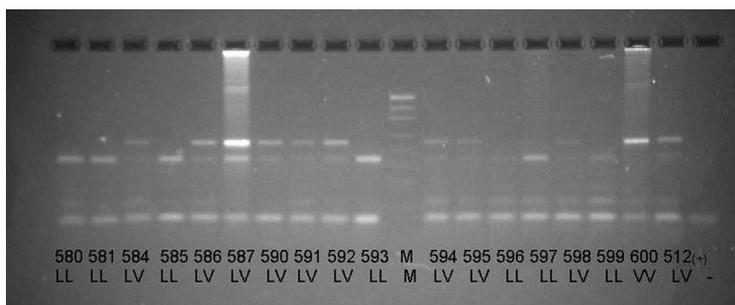


Рис. 1. Электрофореграмма гена соматотропина коров

LV-полиморфизм гена соматотропина обусловлен аллелями L и V, которые образуют три генотипа: LL, LV и VV. Генотип LL представлен одной нижней полосой длиной 159 п.н. Генотип VV представлен одной верхней полосой, расположенной

на уровне 211 п.н. Генотип LV представлен двумя полосами, расположенными на уровне 159 и 211 п.н. Над генотипами указаны номера проб животных. Для точности генотипирования включены маркер молекулярной массы и положительный контроль.

Исследование полиморфизма гена соматотропина позволило установить, что с наибольшей частотой среди исследованных стад выявлялся генотип LL (частота встречаемости составила 77,2%). Генотип LV встречался значительно реже, и его распространение составило 22,2%. Крайне редко встречались животные с генотипом VV, которые выявлялись всего в 0,6% случаев (рис. 2). Соответственно аллель L является наиболее распространенным и составляет 88,3%. На долю аллеля V приходится 11,7%. Накопление аллеля L и генотипа LL в популяции голштинизированного крупного рогатого скота может свидетельствовать об использовании в селекции ограниченного количества быков-производителей, гомозиготных по данному аллелю.

Интенсивность роста и развития млекопитающих животных приходится на период до половой зрелости. Виды млекопитающих животных, обладающих меньшим весом, быстрее достигают половой зрелости. Возраст первого осеменения в значительной степени зависит от набора животными определенной живой массы. В настоящее время в голштинизированной черно-пестрой породе крупного рогатого скота оптимальным возрастом первого осеменения является 13–14 мес. при наборе живой массы 400 кг. В экспериментальной выборке телок живая масса при первом осеменении в среднем составляла 399 кг, что соответствует установленной технологией норме. Однако часть животных имела большую скорость роста по сравнению со своими сверстницами, что, возможно, обусловлено влиянием аллельного состояния гена соматотропина. Подтверждением предположения служат результаты исследования, показавшие, что телки-носительницы генотипа LL быстрее достигали живой массы, необходимой для первого осеменения, в среднем на 419-й день, что на 17 дней раньше носительниц генотипа LV и на 29 дней раньше носительниц генотипа VV. Соответственно носительницы генотипа LL по живой массе превосходили носительниц генотипа LV на 9 кг, и на 19 кг – телок с генотипом VV (табл. 1).

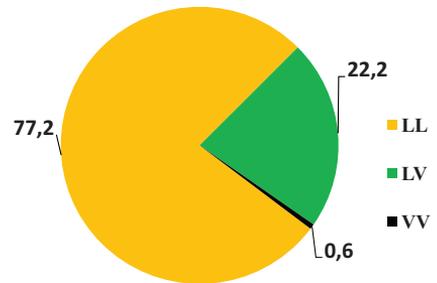


Рис. 2. Распределение частоты встречаемости генотипов соматотропина у коров и телок (n = 556), %

Таблица 1

Возраст первого осеменения телок с разными генотипами по гену соматотропина (n = 300) (M±m)

Генотип соматотропина	Количество животных	Возраст первого осеменения, дни	Живая масса при первом осеменении, кг
LL	231	419** ± 2,2	409 ± 1,2
LV	67	436 ± 4,3	400 ± 3,5
VV	2	448 ± 5,1	390 ± 7,2

*p ≤ 0,05.

**p ≤ 0,01 при сравнении LL-генотипа с LV- и VV-генотипами.

Коэффициент корреляции между генотипом соматотропина и возрастом первого осеменения составил 0,35.

Мониторинг причин выбытия в целом по выборке коров без учета генотипов по гену соматотропина позволил выявить, что наибольшее количество животных выбраковывалось по причине болезней репродуктивной системы (20%). Болезни репродуктивной системы могут быть вызваны неправильным использованием гормональных препаратов, осложнениями после родов. Животных, выбывших по причине болезней конечностей и обмена веществ, было меньше на 3 и 5% соответственно. Основные причины болезней конечностей – отсутствие моциона, нерегулярный уход за копытами. Болезни обмена веществ в основном возникают по причине несбалансированного составления рационов коров. Незначительное количество коров выбыло по причине болезней внутренних органов и низкой продуктивности: 3 и 1% соответственно (рис. 3).

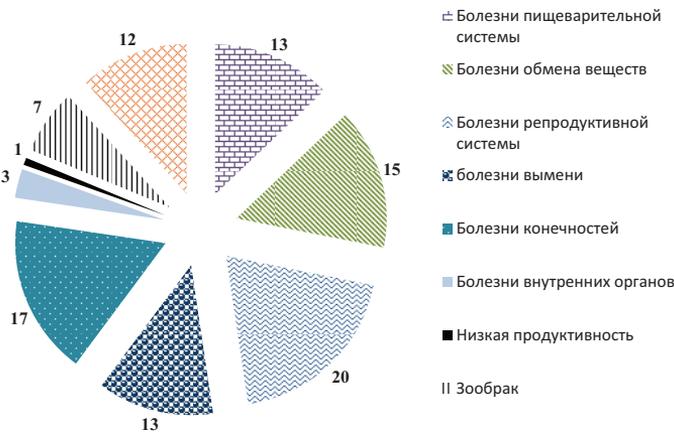


Рис. 3. Причины выбытия коров (n = 256), %

Анализ распределения выбытия коров с разными генотипами по гену соматотропина установил, что основную часть у коров с генотипом LL составляли болезни репродуктивной системы (44 животных). Также распространенным было выбытие по причине болезней обмена веществ, пищеварительной системы, вымени и конечностей: более 25 животных по каждой причине. Редко встречались случаи выбытия по причине болезней внутренних органов и низкой продуктивности: 5 и 2 животных соответственно.

Полученные данные согласуются с результатами исследований других ученых, которые указывают на сопряженность генотипа LL с обильномолочностью. Также следует отметить, что среди носительниц других генотипов отсутствуют животные, выбывшие по причине низкой продуктивности. Это позволяет предположить, что у коров-носительниц LL высокая обильномолочность проявляется в течение непродолжительного времени. Животные с генотипом LV чаще всего выбывали по причине болезней конечностей (12 животных), реже всего – по причине болезней внутренних органов (3 животных). Относительно животных с генотипом VV сложно сделать выводы о причинах выбытия ввиду его малой распространенности (табл. 2).

В таблице 3 приведена продолжительность хозяйственно-полезного использования коров с различными генотипами соматотропина.

Продуктивное долголетие зависит не только от возможности животного давать высокую молочную продуктивность, но и в первую очередь – от способности сохранять ее длительное время. Высокий уровень обильномолочности растрчивает ресурсы организма. Как следствие, у коров начинаются проблемы со здоровьем, и выбытие животных происходит по причине заболеваний, не поддающихся лечению или

приводящих к бесплодию. Основными причинами выбытия крупного рогатого скота в данной выборке являются болезни ног, затем – маститы, болезни репродуктивной и пищеварительной систем. Низкая продуктивность является причиной выбытия менее 1% коров. Выявлено, что у животных с генотипом LV продолжительность хозяйственно-полезного использования дольше, чем с генотипом LL, на 0,5 лактации, а у животных с генотипом VV – на 1,3 лактации. По результатам исследований И.В. Ткаченко, С.Л. Гридиной [9], коровы с генотипом LL показывают наивысшие показатели обильномолочности, что может способствовать растрате жизненных сил и ухудшению их здоровья. Возможно, животные с генотипом LV обладают лучшим здоровьем и сопротивляемостью к бактериям и вирусам.

Таблица 2

Распределение причин выбытия коров с разными генотипами по гену соматотропина (n = 256)

Причина выбытия	Количество голов		
	LL	LV	VV
Болезни пищеварительной системы	27	6	–
Болезни обмена веществ	32	7	–
Болезни репродуктивной системы	44	6	–
болезни вымени	26	6	–
Болезни конечностей	31	12	1
Болезни внутренних органов	5	3	–
Низкая продуктивность	2		–
Зообрак	8	9	1
Прочее	25	5	–
Итого	200	54	2

Таблица 3

Средняя продолжительность хозяйственно-полезного использования коров с разными генотипами по гену соматотропина (n = 256) (M ± m)

Генотип	Продолжительность хозяйственно-полезного использования (лактаций)
LL	3,3* ± 0,1
LV	3,8* ± 0,2
VV	2,5 ± 0,7

* $p \leq 0,05$ при сравнении LL- и LV-генотипов с VV-генотипом.

Выводы

В популяции голштинизированного черно-пестрого скота самым распространенным генотипом GH является LL (77,2%). Данный генотип связан с более быстрым ростом и достижением живой массы первого осеменения телок. В то же время генотип LV ассоциируется с продуктивным долголетием. Коровы-носительницы данного генотипа отличаются лучшим здоровьем, в связи с чем продолжительность их хозяйственно-полезного использования дольше на 0,5 лактации, чем носительниц LL ($p \leq 0,05$).

Необходимо проводить селекцию на увеличение количества животных с генотипом LV, чтобы обеспечить здоровье стад в сельскохозяйственных организациях, а также снизить выбраковку животных. Генотип VV в популяции голштинизированного черно-пестрого скота встречается редко, и его носительницы не отличились выдающимися показателями по росту, развитию или продуктивному долголетию. Однако сделать однозначный вывод о перспективах использования данного генотипа в селекции голштинизированного черно-пестрого скота сложно – необходимо накопление большего количества экспериментальных данных.

Источником финансирования являлось выполнение государственного задания по теме «Разработать селекционно-генетические и теоретические основы сохранения и эффективного использования генофонда крупного рогатого скота в Уральском регионе с применением современных биотехнологий».

Библиографический список

1. *Багаль И.Е.* Генотипирование холмогорского и голштинского скота по генам пролактина и соматотропина / И.Е. Багаль, И.Ю. Павлова, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова, В.Л. Ялуга // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 5. – С. 11–13.
2. *Быданцева Е.* Зависимость продуктивного долголетия коров от генетических факторов / Е. Быданцева, О. Кавардакова // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 3. – С. 17–18.
3. *Долматова И.Ю.* Взаимосвязь полиморфных генов пролактина и соматотропина крупного рогатого скота с молочной продуктивностью / И.Ю. Долматова, И.Н. Ганиева, Т.В. Кононенко, Ф.Р. Валитов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (3). – С. 70–78.
4. *Копылов К.В.* Генетический мониторинг в стаде украинской красно-пестрой молочной породы по комплексу генов / К.В. Копылов, О.Д. Бирюкова, А.В. Березовский, Д.Н. Басовский // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2015. – № 1 (116). – С. 28–31.
5. *Крутикова А.А.* Полиморфизм гена гормона роста северных оленей / А.А. Крутикова, Н.В. Дементьева, О.В. Митрофанова, М.В. Позовникова, В.В. Гончаров // Генетика и разведение животных. – 2016. – № 2. – С. 8–12.
6. *Погодаев В.А.* Полиморфизм генов кальпастанина и соматотропина у овец калмыцкой курдючной породы и помесей (/ калмыцкая курдючная + / дорпер) / В.А. Погодаев, Л.В. Кононова, Б.К. Адучиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 347). – С. 141–145.
7. *Погорельский И.А.* Влияние генотипов генов гипофизарного фактора транскрипции (POU1F1) и соматотропина (GH) на мясные и откормочные качества помесных свиней / И.А. Погорельский, Г.Н. Сердюк, Ю.В. Иванов // Генетика и разведение животных. – 2019. – № 4. – С. 49–55.
8. *Танана Л.А.* Убойные и качественные показатели мяса герефордских быков в зависимости от генотипов гена соматотропина / Л.А. Танана, О.В. Вертинская,

К.О. Кизилевич, Е.Я. Лебедевко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6 (76). – С. 40–44.

9. Ткаченко И.В. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотелок уральского типа / И.В. Ткаченко, С.Л. Гридина // Известия ТСХА. – 2018. – № 5. – С. 87–95.

10. Тюлькин С.В. Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков-производителей / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Э.Ф. Валиуллина, Р.Р. Вафин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – № 4–2. – С. 1008–1012.

11. Bionaz M. A novel dynamic impact approach (DIA) for functional analysis of time-course omics studies: validation using the bovine mammary transcriptome / M. Bionaz, K. Periasamy, S.L. Rodriguez-Zas W.L. Hurley, J.J. Loo // PLoS ONE. – 2012. – Т. 7. – № 3. – С. e32455.

12. Burrow H.M. Importance of adaptation and genotype × environment interactions in tropical beef breeding systems // Animal. – 2012. – № 6 (5). – С. 729–740.

13. Dekkers J.C.M. Application of genomics tools to animal breeding // Current Genomics. – 2012. – № 13. – С. 207–212.

14. El-halawany N., El-werdany A., El-SAYED Y.A., Shawky A.E.M.A., Al-tohamy A.F., Abd-el-razek F.M., Abdel-SHAIFY H. Characterization of growth hormone gene (GH) in three egyptian goat breeds // Meta Gene. – 2019. – Т. 20. – С. 100556.

15. Gooki F.G. Association of biometric traits with growth hormone gene diversity in raini cashmere goats / F.G. Gooki, M. Mohammadabadi, M.A. Fozzi, M. Soflaei // Walailak Journal of Science and Technology. – 2019. – № 16. – С. 499–508.

16. Gorlov I.F. Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in salsk sheep breed / I.F. Gorlov, N.V. Shirokova, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, E.Y. Zlobina, Y.A. Kolosov, L.V. Getmantseva, N.F. Bakoev, M.A. Leonova, A.Y. Kolosov // Small Ruminant Research. – 2017. – Т. 150. – С. 11–14.

17. Komisarek J. The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows / J. Komisarek, A. Michalak, A. Walendowska // Animal Science Papers and Reports. – 2011. – № 1 (29). – С. 29–36.

18. Kulibaba R.A. Novel ALUI-polymorphism in the fourth intron of chicken growth hormone gene / R.A. Kulibaba, Y.V. Liashenko, P.S. Yurko // Cytology and Genetics. – 2017. – Т. 51. – № 1. – С. 54–59.

19. Pedersen L.D. Genomic selection strategies in dairy cattle breeding programmes: sexed semen cannot replace multiple ovulation and embryo transfer as superior reproductive technology / L.D. Pedersen, M. Kargo, P. Berg, J. Voergaard et al. // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2012 – Т. 129. – № 2. – С. 152–163.

20. Sedykh T.A. Association between gene polymorphism of growth hormone and growth performance of meat bulls // Nauka i studia. – 2016. – № 23. – С. 10–13.

ASSOCIATIONS OF POLYMORPHIC VARIANTS OF THE SOMATOTROPINE GENE WITH ECONOMICALLY VALUABLE INDICATORS OF COWS

A.A. YARYSHKIN, O.S. SHATALINA, O.I. LESHONOK

(Federal State Budgetary Research Institution
“Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre,
Ural Branch of the Russian Academy of Science”)

Currently, marker genes are often used in dairy cattle breeding. Scientists are studying the relationship of gene polymorphism with such economically useful traits as milk productivity, productive longevity, growth, development, etc. The short period of the economic use of cows

and the late intake of live weight necessary for insemination cause economic losses to agricultural organizations. The goal of the research was to study the relationship of the polymorphism of the somatotropin gene with live weight during the first insemination and productive longevity of cows. The study was conducted in the Sverdlovsk region on cattle of Holstein Black-Motley breed in 2018–2019. Two samples were formed: heifers and retired cows genotyped by the somatotropin gene. In animals, LV-somatotropin gene polymorphism was determined. The determination of polymorphism included the following steps: DNA isolation, polymerase chain reaction (PCR), restriction enzyme production, restriction products run on an agarose gel, visualization using a transilluminator. The research results were processed using IBM SPSS Statistics 23 software, and the reliability criterion was analyzed. LV-polymorphism is represented by three genotypes: LL, LV and VV. The authors studied the frequency of genotypes in the population of holsteinized cattle. It was revealed that the LL genotype is widely represented in the population – 77.2%, animals with the LV genotype are found more rarely – 22.2%. The VV genotype is extremely rare in the population – 0.6%. It was also revealed that the L allele is a common population allele – 88.3%. In the course of studying the relationship of LV polymorphism with live weight during the first insemination, it was found that animals with the LL genotype grow faster and reach the live weight necessary for fruitful insemination earlier. At the same age, heifers with the LV genotype had a mass of 400 kg, with those with the LL genotype – 9 kg more at $p \leq 0.01$. When studying the effect of somatotropin gene genotypes on productive longevity, it was found that cows with the LV genotype have a longer economic use. The difference with peers with the LL genotype was 0.5 lactations at $p \leq 0.05$. As a result of the studies, it can be concluded that the LL and LV genotypes are the desired option for the holsteinized cattle population. The LL genotype is associated with growth and development, and LV – with productive longevity.

Key words: cattle, growth hormone, polymorphism, genotype, live weight at the first insemination, productive longevity.

References

1. Bagal' I.E., Pavlova I.Yu., Khabibrakhmanova Ya.A., Kalashnikova L.A., Yaluga V.L. Genotipirovanie kholmogorskogo i golshtinskogo skota po genam prolaktina i somatotropina [Genotyping of Kholmogory and Holstein cattle for prolactin and somatotropin genes]. Vestnik Rossiyskoy Akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2014; 5: 11–13. (In Rus.)
2. Bydantseva E., Kavardakova O. Zavisimost' produktivnogo dolgoletiya korov ot geneticheskikh faktorov [Relationship between the productive longevity of cows and genetic factors]. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2012; 3: 17–18. (In Rus.)
3. Dolmatova I.Yu., Ganieva I.N., Kononenko T.V., Valitov F.R. Vzaimosvyaz' polimorfnykh genov prolaktina i somatotropina krupnogo rogatogo skota s molochnoy produktivnost'yu [Relationship between polymorphic genes of prolactin and somatotropin in cattle and milk productivity]. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; 1(3): 70–78. (In Rus.)
4. Kopylov K.V., Biryukova O.D., Berezovskiy A.V., Basovskiy D.N. Geneticheskii monitoring v stade ukrainskoy krasno-pestroy molochnoy porody po kompleksu genov [Genetic monitoring in the herd of the Ukrainian red-motley dairy breed by the complex of genes]. Tekhnologiya virobnitstva i pererobki produktsii tvarinnitstva. 2015; 1 (116): 28–31. (In Rus.)
5. Krutikova A.A., Demytyeva N.V., Mitrofanova O.V., Pozovnikova M.V., Goncharov V.V. Polimorfizm gena gormona rosta severnykh oleney [Polymorphism of the reindeer growth hormone gene]. Genetika i razvedenie zhivotnykh. 2016; 2: 8–12. (In Rus.)
6. Pogodaev V.A., Kononova L.V., Aduchiev B.K. Polimorfizm genov kal'pastatina i somatotropina u ovets kalmtykskoy kurdyuchnoy porody i pomesey (/ kalmtykskaya

kurdyuchnaya + / dorper) [Polymorphism of the genes of calpastatin and somatotropin in sheep of the Kalmyk fat-tailed breed and crossbreeds (/ Kalmyk fat-tailed + / dorper)]. Vestnik Ul'yansovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019; 3(47): 141–145. (In Rus.)

7. *Pogorel'skiy I.A., Serdyuk G.N., Ivanov Yu.V.* Vliyanie genotipov genov gipofizarnogo faktora transkripsii (POU1F1) i somatotropina (GH) na myasnye i otkormochnye kachestva pomesnykh sviney [Influence of the genotypes of the pituitary transcription factor (POU1F1) and somatotropin (GH) genes on the meat and fattening qualities of hybrid pigs. *Genetika i razvedenie zhivotnykh.* 2019; 4: 49–55. (In Rus.)

8. *Tanana L.A., Vertinskaya O.V., Kizilevich K.O., Lebed'ko E.A.* Uboynye i kachestvennye pokazateli myasa gerefordskikh bykov v zavisimosti ot genotipov gena somatotropina [Slaughter and quality parameters of Hereford bull meat depending on the genotypes of the somatotropin gene]. Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019; 6(76): 40–44. (In Rus.)

9. *Tkachenko I.V., Gridina S.L.* Vliyanie polimorfnykh variantov genov kappa-kazeina i gormona rosta na molochnyuyu produktivnost' pervotelok ural'skogo tipa [Influence of polymorphic variants of kappa-casein and growth hormone genes on milk productivity of first-calf heifers of the Ural type]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* 2018; 5: 87–95. (In Rus.)

10. *Tyul'kin S.V., Akhmetov T.M., Valiullina E.F., Vafin R.R.* Polimorfizm po genam somatotropina, prolaktina, leptina, tireoglobulina bykov-proizvoditeley [Polymorphism in the genes of somatotropin, prolactin, leptin, and thyroglobulin of sire bulls]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii.* 2012; 16: 4–2: 1008–1012. (In Rus.)

11. *Bionaz M., Periasamy K., Rodriguez-Zas S.L., Hurley W.L., Looor J.J.* A novel dynamic impact approach (DIA) for functional analysis of time-course omics studies: validation using the bovine mammary transcriptome. *PLoS ONE.* 2012; 7; 3: e32455

12. *Burrow H.M.* Importance of adaptation and genotype × environment interactions in tropical beef breeding systems. *Animal.* 2012; 6(5): 729–740.

13. *Dekkers J.C.M.* Application of genomics tools to animal breeding. *Current Genomics.* 2012; 13: 207–212.

14. *El-halawany N, El-werdany A., El-SAYED Y.A., Shawky A.E.M.A., Al-tohamy A.F., Abd-el-razek F.M., Abdel-SHAIFY H.* Characterization of growth hormone gene (GH) in three Egyptian goat breeds. *Meta Gene.* 2019; 20: 100556.

15. *Gooki F.G., Mohammadabadi M., Fozi M.A., Soflaei M.* Association of biometric traits with growth hormone gene diversity in raini cashmere goats. *Walailak Journal of Science and Technology.* 2019; 16: 499–508.

16. *Gorlov I.F., Shirokova N.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Zlobina E.Y., Kolosov Y.A., Getmantseva L.V., Bakoev N.F., Leonova M.A., Kolosov A.Y.* Association of the growth hormone gene polymorphism with growth traits in salsk sheep breed. *Small Ruminant Research.* 2017; 150: 11–14.

17. *Komisarek J., Michalak A., Walendowska A.* The effects of polymorphisms in DGAT1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows. *Animal Science Papers and Reports.* 2011; 1(29): 29–36.

18. *Kulibaba R.A., Liashenko Y.V., Yurko P.S.* Novel ALUI-polymorphism in the fourth intron of chicken growth hormone gene. *Cytology and Genetics.* 2017; 51; 1: 54–59.

19. *Pedersen L.D., Kargo M., Berg P., Voergaard J. et.al.* Genomic selection strategies in dairy cattle breeding programmes: sexed semen cannot replace multiple ovulation and embryo transfer as superior reproductive technology. *Journal of Animal Breeding and Genetics,* 2012; 129; 2: 152–163.

20. *Sedykh T.A.* Association between gene polymorphism of growth hormone and growth performance of meat bulls. *Nauka i studia.* 2016; 23: 10–13.

Ярышкин Андрей Александрович, аспирант, научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (620061, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21; e-mail: x2580x@yandex.ru; тел.: (992) 331–99–86).

Шаталина Ольга Сергеевна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (620061, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21; e-mail: shatalinao@list.ru; тел.: (922) 205–83–96).

Лешонок Оксана Ивановна, канд. с.-х. ведущий научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (620061, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21; e-mail: smuuralniishoz@mail.ru; тел.: (343) 252–72–82).

Andrey A. Yaryshkin, postgraduate student, Research Associate, Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science” (620061, Russia, Yekaterinburg, Glavnaya Str., 21, e-mail: x2580x@yandex.ru, phone: (992) 331–99–86).

Olga S. Shatalina, PhD in Biology, Senior Research Associate, Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science” (620061, Russia, Yekaterinburg, Glavnaya Str., 21, e-mail: shatalinao@list.ru, phone: (922) 205–83–96).

Oksana I. Leshonok, PhD in Agriculture, Key Research Associate, Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science” (620061, Russia, Yekaterinburg, Glavnaya Str., 21, e-mail: smuuralniishoz@mail.ru, phone: (343) 252–72–82).