

УДК 636.32/38.082.12+636.32/38:591.1

DOI:10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2025.1.21-28

ИССЛЕДОВАНИЕ АССОЦИАТИВНОЙ СВЯЗИ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА МИОСТАТИНА С УРОВНЕМ ТИРЕОИДНОГО ГОРМОНА У ОВЕЦ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ

Климанова Е.А., Тарасенко Е.И.

*Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск,
Российская Федерация*

В последние годы большое внимание уделяется изучению возможности использования полиморфизма генных локусов в качестве маркеров состояния здоровья и рисков заболеваний животных. Одним из направлений таких исследований является оценка ассоциативной связи между полиморфизмом гена миостатина (MSTN) и уровнем трийодтиронина (Т3) в крови у овец романовской породы. Основная функция MSTN -- негативная регуляция роста мышц, а Т3 играет важную роль в регуляции азотистого метаболизма и синтеза белков. Цель данной работы - оценка полиморфизма MSTN у овец по признаку длин рестриктных фрагментов (ПДРФ). Материалом для исследования были овцы романовской породы. Выделение ДНК из крови проводилось с применением набора для выделения ДНК от компании Биолабмикс. Исследование полиморфизма проведено по методу ПЦР-ПДРФ анализа. Концентрацию Т3 в крови определяли методом иммуноферментного анализа. По результатам исследования у овец романовской породы идентифицированы два аллеля (С и D) и два генотипа (CD и DD) по исследуемому полиморфизму. Гомозиготный генотип CC не обнаружен. Уровень Т3 был выше у животных с гетерозиготным генотипом CD по сравнению с генотипом DD ($P < 0.05$). Возможно, это обусловлено взаимным влиянием эффектов MSTN и Т3 в системах регуляции роста и метаболизма; например, дисбаланс Т3 может влиять на чувствительность мышечных клеток к MSTN. Заключение, что ассоциативную связь полиморфизма гена MSTN и Т3, вероятно, можно будет использовать для улучшения мясной продуктивности овец, однако для этого необходимо проведение дополнительного расширенного исследования.

Ключевые слова: полиморфизм, генотип, MSTN, романовская порода, трийодтиронин.

Проблемы биологии продуктивных животных. 2025. 1: 21-28.

Введение

Исследование полиморфизмов генных локусов у сельскохозяйственных животных имеет большое значение для целого ряда аспектов, связанных с повышением продуктивности, улучшением здоровья, сохранением генетического разнообразия и адаптацией к изменяющимся условиям (Гончаренко, 2008, Кушнир и др., 2010). Различные замены, в частности однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) позволяют выявлять гены, которые связаны с хозяйственно-полезными признаками. Идентификация таких генов-кандидатов открывает возможности для разработки более эффективных стратегий селекции (Гончаренко и др., 2023; Белая и др., 2024). Изучение генетического разнообразия и полиморфизмов позволяет оценивать уникальность и ценность различных пород сельскохозяйственных животных и разрабатывать стратегии их сохранения (Панов и др.,

1997). К уникальным породам с сокращающейся численностью поголовья относятся романовские овцы.

Романовская порода – это порода овец, выведенная в России и известная своей исключительной плодовитостью и приспособленностью к суровым климатическим условиям (Ерохин, Карасев, 2001; Тарасенко, Климанова, 2024). Эта порода играет важную роль в овцеводстве России и других стран, где ценится за высокую репродуктивную способность и качество овчины. Овцы этой породы отличаются высокой плодовитостью, принося в среднем 2,5-3,5 ягнят за окот. Встречаются случаи и более высокой плодовитости – до 7 ягнят. Это делает их одной из самых плодовитых пород в мире. Ягнята быстро растут и достигают половой зрелости в раннем возрасте (4-5 месяцев). Также овчина романовских овец обладает уникальными качествами: она легкая, теплая и прочная. Руно состоит из ости и пуха в соотношении, обеспечивающем хорошие теплоизоляционные свойства. Овцы хорошо адаптированы к холодному климату, устойчивы к заболеваниям (Климанова, Коновалова, 2024).

Трийодтиронин (Т3) является одним из основных гормонов щитовидной железы, играющим ключевую роль в регуляции метаболизма, роста, развития и функционирования различных органов и систем в организме животных. Т3 является более активной формой тиреоидных гормонов по сравнению с тироксином (Т4), который, в основном, служит прогормоном и превращается в Т3 в тканях. Для нашей работы особый интерес представляет роль Т3 в синтезе белков, необходимых для роста и развития тканей (коллагена, ростовые факторы), а также регулирование секреции половых гормонов и репродуктивной системы (Мекин, Дерхо, 2021).

Миостатин является одним из представителей многочисленного семейства цитокинов - сигнальных молекул, играющих важную роль в формировании фенотипических признаков у животных. в частности мышечной массы (Черепанов, Колоскова, 1923). Ген миостатина (MSTN) является полиморфным, известно большое число однонуклеотидных замен и различных мутаций (Ветох и др., 2023).

Ген миостатина (MSTN), также известный как дифференциальный фактор роста 8 (GDF-8), играет ключевую роль в регуляции мышечной массы у животных. Миостатин – это сигнальный низкомолекулярный белок, действующий как негативный регулятор роста мышц. Он принадлежит к суперсемейству трансформирующего фактора роста β (TGF- β) (Belling et al., 2005; Климанова и др., 2024). Миостатин синтезируется в мышцах и секретируется в кровь, где он связывается с рецепторами ActRIIB (activin receptor type IIB) на поверхности мышечных клеток. Связывание миостатина с рецепторами ActRIIB активирует сигнальные пути SMAD2/3, что приводит к ингибированию синтеза белка и пролиферации миобластов (предшественников мышечных клеток) (Aiello et al., 2018).

Цель исследования – оценка ассоциации полиморфизма гена MSTN с содержанием трийодтиронина в крови овец романовской породы.

Материал и методы

Исследование выполнялось в лабораториях биохимии и молекулярной генетики кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета.

Исследование проводилось на 30 овцах романовской породы, разводимых на территории Западной Сибири. В качестве биологического материала использовали образцы крови из яремной вены. Для перевозки и хранения образцов кровь отбирали в стерильные вакуумные пробирки, содержащие ЭДТА. Выделение ДНК проводили с использованием

готового набора для выделения ДНК из крови, клеток, тканей на колонках DU-250 (Биолабмикс, Россия).

Оценку количества и качества экстрагированной ДНК осуществляли на приборе NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, США). У всех образцов соотношение оптической плотности A260/280 было в пределах 1,7-2,0, что является оптимальным показателем для тотальной ДНК. Анализ полиморфизма выполняли методом ПЦР-ПДРФ. Для проведения полимеразной цепной реакции были подобраны праймеры – F: 5'-AGAACAGCGAGCAGAAGGAA-3', R: 5'-CGTCGTAACGTGGTAGTCAT-3'. Количество циклов ПЦР – 35, температура отжига – 60°C. Длина амплифицированного фрагмента составила – 272 п.н. Время обработки образцов эндонуклеазой рестрикции HindIII -- 6 ч. Анализ рестрикционных фрагментов проводили с использованием 3%-го агарозного геля с добавлением бромистого этидия.

Концентрацию трийодтиронина определяли методом гетерогенного иммуоферментного анализа с помощью планшетного спектрофотометра Multiscan FC. Для проведения анализа использовали коммерческий набор реактивов «Стероид ИФА-трийодтиронин» компании «Алкор Био» (Санкт-Петербург, Россия). Дополнительно произведена оценка содержания тяжелых металлов в почве, воде, кормах в местах разведения романовских овец, а также в органах и тканях. Данные показатели не превышали значения ПДК (Syso et al., 2017). Для однонуклеотидного полиморфизма BMP-15 были рассчитаны частоты аллелей и генотипов, установлено генетическое равновесие по закону Харди-Вайнберга.

Результаты и обсуждение

У китайских пород коз две мутации (делеция и нуклеотидная замена) связаны с более высокой массой при рождении; у йоркширской породы свиней замена тимина на аденин в положении 383 приводит увеличению среднесуточного прироста. Известен фенотип «двойной мускулатуры» у КРС, в частности у бельгийской голубой породы (Климанова и др., 2024), проявляющийся в результате мутации MSTN. Аналогичные мутации были обнаружены у других видов животных, включая овец, свиней, собак и даже людей.

У овец ген миостатина, как и у других видов, является негативным регулятором мышечного роста (Hickford et al., 2010). Ниже представлены данные по некоторым установленным нуклеотидным заменам у различных пород овец (табл. 1).

Таблица 1. Полиморфизмы гена MSTN у овец

Породы овец	Полиморфизм	Фенотипическая экспрессия	Ссылка на источник
Тексель	Замена G>A в области 3'UTR	Мышечная гипертрофия	(Grochowska et al., 2020)
Норвежская белая	c.960delG	Большее развитие мышц и меньшее содержание жира	(Трухачев и др., 2018)
Макеевские овцы	c.226A>G	Связана с величиной сердца и обхватом пясти	(Трухачев и др., 2018)
Советский меринос	c.940G>T	Белковый продукт короче на 62 аминокислоты	(Трухачев и др., 2016)

Некоторые полиморфизмы, установленные у зарубежных пород овец, встречаются и у отечественных пород. Так у породы советский меринос было выявлено 26 нуклеотидных замен, обнаруженных у зарубежных пород овец, и 2 замены, о которых ранее не сообщалось (Трухачев и др., 2016).

По исследуемому полиморфизму у овец романовской породы выявлены два аллеля – С и D, и два генотипа – CD и DD. Гомозиготный генотип CC у изученных овец не обнаружен. Данные по содержанию тироксина с учётом выявленных генотипов представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Содержание трийодтиронина в сыворотке крови в зависимости от генотипа, нмоль/л

Ген	Генотип	M±m	Me	Cv, %
MSTN	CD	4,28±0,48*	4,74	48,6
	DD	2,76±0,26	2,41	37,6

Примечания: M±m – среднее арифметическое со стандартной ошибкой; Me – медиана; Cv – коэффициент вариации, %; *P<0,05 по t- критерию в сравнении с генотипом DD

Уровень трийодтиронина был в 1,5 раза выше у животных, имеющих гетерозиготный генотип CD, по сравнению с гомозиготным DD (P<0,05);

Таблица 3. Изменчивость уровня трийодтиронина в крови в зависимости от генотипа, нмоль/л

Ген	Генотип	σ	Min	Max	Q1	Q3	IQR
MSTN	CD	2,08	1,36	10,6	2,82	5,13	2,31
	DD	1,04	1,71	6,10	2,22	3,13	0,91

Примечания. σ – стандартное отклонение; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; Q₁ – первая квартиль; Q₃ – третья квартиль; IQR – межквартильный интервал.

Ассоциативная связь между миостатином и трийодтиронином возможна за счёт того, что и миостатин, и трийодтиронин играют роль в регуляции роста и метаболизма. Миостатин является основным негативным регулятором роста мышц, в то время как трийодтиронин необходим для нормального развития и функционирования мышц. Он влияет на синтез мышечных белков, сократительную функцию и энергетический метаболизм в мышечной ткани (Bassett, Williams, 2016). Вероятно, дисбаланс трийодтиронина может влиять на чувствительность мышечных клеток к миостатину или на экспрессию самого гена MSTN. Трийодтиронин влияет на метаболизм жиров, белков и углеводов, что в конечном итоге влияет на состав тела (соотношение мышечной и жировой массы). Возможно, изменение уровня трийодтиронина может косвенно влиять на мышечную массу, изменяя экспрессию миостатина или чувствительность к нему. Также известно, что у млекопитающих миостатин влияет на эндокринный профиль обратной связи, которая контролирует поддержание уровня гормонов в организме (Steenwinkel, Pangas, 2025).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №24-26-00136).

Заключение

Селекционная работа направлена на сохранение и улучшение плодовитости, а также на повышение мясной продуктивности и качества овчины. И романовская порода является ценным генетическим ресурсом для проведения таких исследований. Использование современных молекулярно-генетических методов может способствовать как дальнейшему развитию данной породы, так и улучшению других. Дальнейшее изучение полиморфизма в гене MSTN с биохимическими показателями и гормональным статусом животных позволит выявить новые связи и даст возможность использовать его в качестве маркера мясной продуктивности у овец. Однако, необходимо учитывать потенциальные негативные последствия, такие как снижение плодовитости и увеличение частоты дисточий (затрудненных родов).

Таким образом, установлена связь генотипов по полиморфизму гена MSTN с уровнем трийодтиронина у овец романовской породы в условиях Западной Сибири. Гетерозиготные по данному полиморфизму животные имели более высокие уровни трийодтиронина в крови по сравнению с гомозиготами DD.

Список литературы

1. Белая Е.В., Норкина В.М., Климанова Е.А. Молекулярные основы фенотипических эффектов rs41923484 гена гормона роста GH на признаки молочной продуктивности КРС. // Ученые записки Витебской академии ветеринарной медицины. 2024. Т. 60. № 4. С. 79-86. DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-4-79-86.
2. Ветох А.Н., Ильина Э.Р., Джагаев А.Ю., Волкова Н.А. Полиморфизм гена миостатина как маркер мясной продуктивности кур разных генотипов. // Вестник Ульяновской ГСХА. 2023. № 3. С. 61-167.
3. Гончаренко Г.М. Генетические маркеры и их значение для селекционно-племенной работы. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 6. С. 47-54.
4. Гончаренко Г.М., Хамируев Т.Н., Дашиинимаев С.М., Хорошилова Т.С., Халина О.Л., Солощенко В.А., Ермолаев В.И., Кочнев Н.Н. Генетические маркеры в селекции овец. // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 4. С. 147-161. DOI 10.31677/2072-6724-2023-69-4-147-161.
5. Ерохин А.И., Карасев Е.А. Романовская порода овец. М.: МГУП, 2001. 119 с.
6. Климанова Е.А. Полиморфизм гена миостатина в популяции романовских овец Западной Сибири. // Зоотехния. 2024. № 11. С. 11-13. DOI 10.25708/ZT.2024.97.84.002.
7. Климанова Е.А., Александрова Д.А., Кочнев Н.Н. Полиморфизмы гена миостатина у животных (обзор). // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2024. № 2. С. 209-219. DOI 10.31677/2072-6724-2024-71-2-209-219.
8. Климанова Е.А., Коновалова Т.В. Генетический полиморфизм β -лактоглобулина в популяциях овец и его связь с некоторыми биохимическими показателям. // Зоотехния. 2024. № 6. С. 4-8. DOI 10.25708/ZT.2024.30.90.002.
9. Кушнир А.В., Глазко В.И., Петухов В.Л., Димов Г., Сторожук С.И. Биология, генетика и селекция овцы. Новосибирск: Прометей, 2010. 520 с.
10. Мекин Р.С., Дерхо М.А. Особенности взаимосвязей между гормонами тиреотропин-тиреоидной системы в организме молодняка свиней разного пола и породы. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 245. № 1. С. 101-107. DOI 10.31588/2413-4201-1883-245-1-101-108.
11. Панов Б.Л., Петухов В.Л., Эрнст Л.К. и др. Проблемы селекции сельскохозяйственных животных. Новосибирск: Наука, 1997. 283 с.
12. Тарасенко Е.И., Климанова Е.А. Ассоциация полиморфизма гена костного морфогенетического белка BMP-15 с уровнем тироксина в крови у овец романовской породы. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2024. № 4. С. 60-67. DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbior.2024.4.60-67

13. Трухачев В.И., Криворучко А.Ю., Скрипкин В.С., Яцык О.А. Полиморфизм гена миостатина (MSTN) у овец породы советский меринос. // Аграрный вестник Северного Кавказа. 2016. № 2.. С. 58-65.
14. Трухачев В.И., Селионова М.И., Криворучко А.Ю., Айбазов А.М.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец (*Ovis aries* L.). Сообщение I. Миостатин, кальпаин, кальпастатин. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 6. С. 1107-1119. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.6.1107rus.
15. Aiello D., Patel K., Lasagna E. The myostatin gene: an overview of mechanisms of action and its relevance to livestock animals. // Anim. Genet. 2018. Vol 6. P. 505-519. DOI: 10.1111/age.12696
16. Bassett J.H., Williams G.R., Role of thyroid hormones in skeletal development and bone maintenance // Endocr. Rev. 2016. Vol. 37. nr 2. P. 135-87. DOI: 10.1210/er.2015-1106.
17. Bellinge R.H.S., Liberles D.A., laschi S.P.A., O'brien P.A.O., Tay G.K. Myostatin and its implications on animal breeding: a review. // Animal genetics. 2005. Vol. 36. P. 1-6. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2004.01229.x
18. Grochowska E., Borys B., Mroczkowski S. Effects of intronic SNPs in the myostatin gene on growth and carcass traits in colored polish merino sheep. // Genes. 2020. Vol. 11. nr 2. P. 1-18. DOI: 10.3390/genes11010002
19. Hickford J.G., Forrest R.H., Zhou H., Fang Q., Han J., Frampton C.M., Horrell A.L. Polymorphisms in the ovine myostatin gene (MSTN) and their association with growth and carcass traits in New Zealand Romney sheep. // Anim. Genet. 2010. Vol. 41. nr 1. P. 64-72. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2009.01965.x
20. Steenwinkel T.E., Pangas S.A. Myostatin's flex on the reproductive hormone axis. // Science. 2025. Vol. 387. P. 249-250. DOI:10.1126/science.adu7735
21. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., Sokolov V.A. Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia. // J. Pharm. Sci. Res. 2017. Vol. 9. nr 4. P. 368-374.

References (for publications in Russian)

1. Belaya E.V., Norkina V.M., Klimanova E.A. Belaya E.V., Norkina V.M., Klimanova E.A. [Molecular basis of phenotypic effects of rs41923484 growth hormone gene GH on dairy productivity traits in cattle]. *Uchenye zapiski Vitebsk gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny* (Scientific notes of the Vitebsk Academy of Veterinary Medicine).. 2024. 60: 79-86. DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-4-79-86.
2. Goncharenko G.M. [Genetic markers and their importance for selection and breeding work]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* (Siberian Bulletin of Agricultural Science). 2008. 6: 47-54.
3. Goncharenko G.M., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M. et al. [Genetic markers in sheep breeding]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*. (Bulletin of NSAU (Novosibirsk state agrarian university). 2023. 4: 147-161. DOI 10.31677/2072-6724-2023-69-4-147-161.
4. Erokhin A.I., Karasev E.A. *Romanovskaya poroda ovets* (Romanov breed of sheep) Moscow State University, 2001. 119 pp.
5. Klimanova E.A. [Polymorphism of the myostatin gene in the population of Romanov sheep of Western Siberia]. *Zootekhniya. (Zootechnics)*. 2024. 11: 1-13. DOI 10.25708/ZT.2024.97.84.002
6. Klimanova E.A., Aleksandrova D.A., Kochnev N.N. [Polymorphisms of the myostatin gene in animals (review)]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*. (Bulletin of NSAU (Novosibirsk state agrarian university). 2024. 2: 209-219. DOI 10.31677/2072-6724-2024-71-2-209-219
7. Klimanova E.A., Konovalova T.V. [Genetic polymorphism of β -lactoglobulin in sheep populations and its relationship with some biochemical parameters]. *Zootekhniya. (Zootechnics)*. 2024. 6: 4-8. DOI 10.25708/ZT.2024.30.90.002
8. Kushnir A.V., Glazko V.I., Petuhov V.L., Dimov G., Storozhuk S.I. *Biologiya, genetika i selekcija ovtsy* (Biology, genetics and breeding of sheep). Novosibirsk: Prometheus, 2010. 520 pp.
9. Mekin R.S., Derkho M.A. [Peculiarities of the relationship between hormones of the thyrotropin-thyroid system in the body of young pigs of different sexes and breeds]. *Uchenye zapiski Kazanskoi*

- gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana* (Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine). 2021. 45: 101-107. DOI 10.31588/2413-4201-1883-245-1-101-108
10. Panov B.L., Petukhov V.L., Ernst L.K. et al. *Problemy seleksii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Problems of breeding farm animals). Novosibirsk: Nauka, 1997. 283 p.
 11. Tarasenko E.I., Klimanova E.A. [Association of polymorphism of the bone morphogenetic protein gene BMP-15 with the level of thyroxine in the blood of Romanov sheep]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh*. (Productive animal biology). 2024. 4: 60-67. DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2024.4.60-67
 12. Trukhachev V.I., Krivoruchko A.Yu., Skripkin V.S., Yatsyk O.A. [Polymorphism of the myostatin gene (MSTN) in Soviet Merino sheep]. *Agrarnyi vestnik Severnogo Kavkaza*. (Agrarian Bulletin of the North Caucasus). 2016, 2: 8-65.
 13. Trukhachev V.I., Selionova M.I., Krivoruchko A.Yu., Aibazov A.M.M. [Genetic markers of meat productivity of sheep (*Ovis aries* L.). Report I. Myostatin, calpain, calpastatin]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. (Agricultural biology). 2018. 53: 1107-1119. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.6.1107rus
 14. Vetokh A.N., Il'ina E.R., Dzhagaev A.Yu., Volkova N.A. [Polymorphism of the myostatin gene as a marker of meat productivity in chickens of different genotypes]. *Vestnik Ul'yanovskoi GSKhA*. (Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural academy. 2023. 3: 61-167.

UDC 636.32/38.082.12+636.32/.38:591.1

Study of the associative relationship of the gene myostatin polymorphism with the level of thyroid hormone in Romanov sheep

Klimanova E.A., Tarasenko E.I.

*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk,
Russian Federation*

ABSTRACT. In recent years, much attention has been paid to studying the possibility of using gene loci polymorphism as markers of animal health and disease risks that can be used in veterinary practice and breeding. One of the areas of such research is the assessment of the associative relationship between the myostatin gene (MSTN) polymorphism and the level of triiodothyronine (T3) in the blood of Romanov sheep, which is a unique Russian breed known for its fertility and quality of sheepskin. The main function of MSTN is negative regulation of muscle growth, and T3 plays an important role in the regulation of nitrogen metabolism and protein synthesis. The aim of this work is to evaluate MSTN polymorphism in sheep based on long restriction fragment nucleotides (RFLPs). Blood of Romanov sheep served as the material for the study. DNA was isolated using a DNA isolation kit from Biolabmix. Polymorphism was analyzed using PCR-RFLP analysis. Blood T3 concentration was determined by enzyme immunoassay using a Multiscan FC device. According to the study results, two alleles (C and D) and two genotypes (CD and DD) were identified for the polymorphism under study in Romanov sheep. Homozygous CC genotype has not been detected. T3 level was higher in animals with heterozygous CD genotype compared to DD genotype ($P < 0.05$). This may be due to the mutual influence of the effects of MSTN and T3 in the growth and metabolism regulation systems; for example, T3 imbalance may affect the sensitivity of muscle cells to MSTN. Concluded that the associative relationship of the MSTN gene polymorphism and T3 can probably be used to improve the productivity of sheep, but this requires additional extensive research.

Keywords: *polymorphism, genotype, MSTN, Romanov breed, triiodothyronine*

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology). 2025. 1: 21-28

Поступило в редакцию: 10.01.2025

Получено после доработки: 25.02.2025

Сведения об авторах:

Климанова Е.А., к.б.н., доц.; sebezkhoolga@yandex.ru;

Тарасенко Екатерина Игоревна, аспирант, 8(983)264-29-34, tarasenkoo1997@mail.ru