

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА / BREEDING, SELECTION, GENETICS

Научная статья / Scientific paper

УДК 636.082

DOI: 10.26897/2074-0840-2025-2-9-11

### ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА ИНСУЛИНОПОДОБНОГО ФАКТОРА РОСТА (IGF-1) У ОВЕЦ ЦИГАЙСКОЙ И ЭДИЛЬБАЕВСКОЙ ПОРОД И ЕГО СВЯЗЬ С ЖИВОЙ МАССОЙ

В.П. ЛУШНИКОВ, А.А. СТРИЛЬЧУК✉, А.А. ВАСИЛЬЕВ, А.Д. КУДРЯВЦЕВА

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, Российская Федерация;

✉ strilchuk.aa@yandex.ru

### POLYMORPHISM OF THE INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR (IGF-1) GENE IN THE TSIGAI AND EDILBAY SHEEP BREEDS AND ITS RELATIONSHIP WITH BODY WEIGHT

V.P. LUSHNIKOV, A.A. STRILCHUK✉, A.A. VASILIEV, A.D. KUDRYAVTSEVA

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,  
Saratov, Russian Federation; ✉ strilchuk.aa@yandex.ru

**Аннотация.** Полиморфизм генов оказывает значительное влияние на фенотипические различия между организмами. Одним из ключевых генов, регулирующих рост и развитие млекопитающих, является ген инсулиноподобного фактора роста (IGF-1). В этой связи нами проведена работа, основной целью которой было изучить полиморфизм гена IGF-1 у баранчиков цигайской и эдильбаевской пород и его взаимосвязи с их живой массой. Проведенное генотипирование выявило генотипы CT, TT, CC у баранчиков эдильбаевской породы, и генотипы CT и TT у баранчиков цигайской породы. Установлено, что у баранчиков эдильбаевской породы разница по живой массе между разными генотипами составила 5,0% ( $p < 0,005$ ) в пользу баранчиков с генотипом TT. У баранчиков цигайской породы с генотипами CT и CC разница по живой массе практически отсутствовала и составила 0,48% ( $P > 0.5$ ) в пользу баранчиков с генотипом CT. С учетом того, что живая масса сельскохозяйственных животных взаимосвязана с их мясной продуктивностью, то распределение полиморфных вариантов гена IGF-1 у овец эдильбаевской и цигайской пород представляет перспективу для дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** цигайская порода, эдильбаевская порода, баранчики, ген, инсулиноподобный фактор роста, IGF-1, полиморфизм, генотипы, живая масса

**Summary.** Gene polymorphism has a significant effect on the phenotypic differences between organisms. One of the key genes regulating mammalian growth and development is the insulin-like growth factor (IGF-1) gene. In this regard, we carried out work, the main purpose of which was to study the polymorphism of the IGF-1 gene in sheep of the Tsigai and Edilbay breeds and the relationship with their live weight. The genotyping revealed the CT, TT, CC genotypes in Edilbay sheep, and CT and TT genotypes in Tsigai sheep. It was found that in sheep of the Edilbay breed, the difference in live weight between different genotypes was 5.0% ( $p < 0.005$ ) in favor of sheep with the TT genotype. In Tsigai sheep with CT and CC genotypes, there was practically no difference in body weight and amounted

to 0.48% ( $P > 0.5$ ) in favor of sheep with CT genotype. Taking into account the fact that the live weight of farm animals is interconnected with their meat productivity, the distribution of polymorphic variants of the IGF-1 gene in sheep of the Edilbay and Tsigai breeds provides a perspective for further research.

**Keywords:** Tsigai breed, Edilbay breed, young rams, gene, insulin-like growth factor, IGF-1, polymorphism, genotypes, live weight

**Введение.** В селекции овец в последние годы большое внимание уделяется исследованию ДНК-маркеров с целью увеличения их мясной продуктивности.

В этом плане наибольший интерес проявляется к генетическим маркерам, взаимосвязанным с генами (генами-кандидатами), белковый продукт которых выполняет существенную роль в формировании или регуляции физиолого-биохимических процессов [2, 3, 5, 6].

Инсулиноподобный фактор роста (IGF-1) является пептидом, вовлеченным в регуляцию таких значимых физиологических процессов, как размножение, развитие плода, рост мышечной и костной ткани. Благодаря роли в регуляции клеточной пролиферации, развитию мышечной ткани посредством стимулирующего эффекта гормона роста и тестостерона, ген IGF-1 рассматривается как маркер-кандидат для показателей роста и мясной продуктивности у сельскохозяйственных животных [4, 7].

Установлены значимые ассоциации между однонуклеотидным полиморфизмом гена IGF-1 и показателями роста у различных сельскохозяйственных животных, включая крупный рогатый скот, буйволов, свиней и коз. Сообщалось, что у овец полиморфизм гена IGF-1 связан с производством мяса. Используя метод ПЦР-ПДРФ, исследователи обнаружили достоверно значимое влияние на мясные характеристики и состав мяса у польских мериносов [1].

В этой связи нами проведены исследования по выявлению полиморфизма гена IGF-1 у баранчиков цигайской и эдильбаевской пород, а также проведен анализ его взаимосвязи с живой массой.

**Материалы и методы исследования.** Исследования по влиянию гена IGF-1 на живую массу баранчиков эдильбаевской породы проводились в 2024 г. в селекционно-генетическом центре «ООО Волгоград-Эдильбай» Волгоградской области Быковского района и баранчиков цигайской породы в племенном репродукторе ООО Агрофирма «Биокор-С» Мокшанского района Пензенской области.

Отбор биологического материала и взвешивание 150 баранчиков цигайской и 135 баранчиков эдильбаевской пород проводили после отъема их от матерей в возрасте 4,5 мес.

Животные названных пород находились в типичных природно-климатических условиях зон Среднего и Нижнего Поволжья.

**Таблица 1.** Частоты аллелей и генотипов гена IGF-1 у баранчиков цигайской и эдильбаевской пород

**Table 1.** Frequencies of IGF-1 gene alleles and genotypes in Tsigai and Edilbaev sheep breeds

Порода	Число проб (n)	Аллели		Генотипы			HWE	n <sub>a</sub>	n <sub>e</sub>
		C	T	СТ	ТТ	СС			
Цигайская	150	0,13	0,87	0,27	0,73	–	3,8	2	1,28
Эдильбаевская	135	0,14	0,86	0,274	0,719	0,007	1,6	2	1,33

HWE – хи квадрат отклонения от распределения по Харди-Вайнбергу, n<sub>a</sub> – фактическое число аллелей, n<sub>e</sub> – эффективное число аллелей

**Таблица 2.** Показатели генетического разнообразия

**Table 2.** Indicators of genetic diversity

Порода	Число проб (n)	HomO	HetO	Hom <sub>e</sub>	Hete	Fis
Цигайская	150	0.77	0.23	0.80	0.20	≈–0,128
Эдильбаевская	135	0.726	0.274	0.753	0.25	≈–0.109

Hom<sub>o</sub> – наблюдаемая гомозиготность, Het<sub>o</sub> – наблюдаемая гетерозиготность, Hom<sub>e</sub> – ожидаемая гомозиготность, Hete – ожидаемая гетерозиготность, Het<sub>nei</sub> – гетерозиготность по Нею, F<sub>is</sub> – индекс фиксации

**Таблица 3.** Распределение живой массы у баранчиков эдильбаевской и цигайской пород с разными генотипами ДНК-маркера IGF-1

**Table 3.** Distribution of live weight in sheep of the Edilbaev and Tsigai breeds with different genotypes of the IGF-1 DNA marker

Порода	Генотип		
	СТ	ТТ	СС
Эдильбаевская	38,62±0,80	40,56±0,48	39
n	37	97	1
Цигайская	31.08±0,72	30.93±0,40	–
n	34	116	–

Материалом для генотипирования служила ДНК, выделенная из образцов эпителиальной ткани баранчиков. Генотипирование при помощи метода ПЦР-ПДРФ (полиморфизма длин рестрикционных фрагментов) проводилось на базе центра коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных», расположенного в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

**Результаты исследования.** В результате генотипирования баранчиков выявлены генотипы СТ, ТТ и СС у баранчиков эдильбаевской породы, у баранчиков цигайской породы – генотипы СТ и ТТ. При этом у обеих пород генотип СС – редко встречающийся.

Как видно из полученных данных, в изученных стадах овец аллель Т преобладал и определял структуру данной популяции, в то время как аллель С был в меньшинстве. Соответственно, гомозиготный генотип ТТ был наиболее часто встречающимся генотипом. В состоянии с распределением по Харди-Вайнбергу анализируемые стада овец эдильбаевской и цигайской пород находятся в состоянии генетического равновесия.

В таблице 2 приведены показатели ожидаемой и наблюдаемой гомо- и гетерозиготности, а также индекс фиксации, являющийся в данном случае мерой преобладания гомозигот над гетерозиготами.

Из приведенных данных можно сделать выводы, что у баранчиков обеих пород наблюдаемая гомозиготность выше ожидаемой, что может свидетельствовать о снижении уровня гетерозиготности в популяции. Индекс фиксации указывает на незначительное увеличение частоты гомозигот в популяции, но отклонение от равновесия Харди-Вайнберга незначительное.

Из данных таблицы 3 видна существенная разница по живой массе между баранчиками разных генотипов у эдильбаевской породы. Среди них только один имел гомозиготный генотип СС, поэтому более релевантное сравнение средней живой массы между носителями генотипов ТТ и СТ, различие между которыми составило 1,94 кг (5,0%, P<0.005) в пользу баранчиков с генотипом ТТ.

У баранчиков цигайской породы с генотипами СТ и СС разница по живой массе малозначительна и составляет 0,15 кг (0,48%, P>0.5) в пользу баранчиков с генотипом СТ.

**Выводы.** Достоверное влияние гена инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) установлено только у баранчиков эдильбаевской породы. Поэтому наряду с использованием традиционного селекционного приема – отбора необходимо использовать ДНК-генотипирование для выявления желательного генотипа. Также необходимо продолжить изучение влияния гена инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) на другие показатели продуктивности овец.

Распределение полиморфных вариантов гена IGF-1 у овец эдильбаевской и цигайской пород представляет перспективу для дальнейших исследований, которые будут учитывать показатели мясной продуктивности.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## CONFLICT OF INTERESTS

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Niżnikowski R., Czub G., Świątek M., Ślęzak M., Głowacz K. Polymorphism of insulin-like growth factor IGF-1 gene in selected Polish sheep breeds • *Animal Science*, 2015. No 54 (2): 129-132.

2. Денискова Т.Е., Соловьева А.Д. Полиморфизм гена инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) у овец южной мясной породы • *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*, 2024. № 3 (77). С. 98-105.

Deniskova T.E., Solovyova A.D. Polymorphism of the insulin-like growth factor (IGF-1) gene in sheep of the southern meat breed • *Izvestiya St. Petersburg State Agrarian University*, 2024. № 3 (77). Pp. 98-105.

3. Муханов Н.Б., Дямуршаева Г.Е., Кудияров Р.И., Оразалиев Б.А. Полиморфизм генов гормона роста (GH2) и инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) и их связь с продуктивностью овец казахской курдючной породы • Биотехнология: взгляд в будущее, Ставрополь, 16 апреля 2020 г. • *Ставрополь: Ставропольский государственный медицинский университет*, 2020. С. 145-147.

Mukhanov N.B., Dyamurshayeva G.E., Kudiyarov R.I., Orazaliev B.A. Polymorphism of growth hormone (GH2) and insulin-like growth factor (IGF-1) genes and their relationship to the productivity of Kazakh sheep • *Biotechnology: a look into the future*, Stavropol, April 16, 2020 • *Stavropol: Stavropol State Medical University*, 2020. Pp. 145-147.

4. Муханов Н., Юлдашбаев Ю., Траисов Б. [et al.] Полиморфизм ДНК-маркеров мясосальных пород овец Казахстана по генам гормона роста (GH2) и инсулиноподобного фактора роста 1(IGF-1) • *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 2020.

Mukhanov N., Yuldashbayev Yu., Traisov B. [et al.] Polymorphism of DNA markers of meat-sucking sheep breeds of Kazakhstan by genes of growth hormone (GH2) and insulin-like growth factor 1 (IGF-1) • *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 2020.

5. Селионова М.И., Ковалев Д.А., Скорых Л.Н. [и др.] Исследование полиморфизма генов гормона роста, лептина у овец породы советский меринос • *Вестник АПК Ставрополья*, 2019. № 3 (35). С. 25-29.

Selionova M.I., Kovalev D.A., Skorykh L.N. [et al.] A study of the polymorphism of growth hormone and leptin genes in Soviet merino sheep • *Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol*, 2019. № 3 (35). Pp.25-29.

6. Соловьева А.Д., Кошкина О.А., Денискова Т.Е., Зиновьева Н.А. Характеристика овец тонкорунных пород по гену IGF-1 • Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии: Сборник тезисов докладов 20-й Всероссийской конференции молодых учёных, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича

Муромцева, Москва, 27-29 октября 2020 года • *Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»*, 2020. С. 134-135.

Solovyova A.D., Koshkina O.A., Deniskova T.E., Zinovieva N.A. Characteristics of fine-fleeced sheep by the IGF-1 gene • *Biotechnology in crop production, animal husbandry and agricultural microbiology: Collection of abstracts of the 20th All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences Georgy Sergeevich Muromtsev* • *Moscow, 27-29 October 2020. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Biotechnology"*, 2020, Pp. 134-135.

7. Юлдашбаев Ю.А., Чиндалиев А.Е., Нурбаев С.Д. [и др.] Генетическая структура популяции овец казахской тонкорунной породы по молекулярно-генетическим маркерам ДНК • *Овцы, козы, шерстяное дело*, 2020. № 3. С. 2-7.

Yuldashbaev Yu.A., Chindaliev A.E., Nurbaev S.D. [et al.] The genetic structure of the population of sheep of the Kazakh fine-fleeced breed according to molecular genetic markers of DNA • *Sheep, goats, wool business*, 2020. No. 3. Pp. 2-7.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Владимир Петрович Лушников**, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»; e-mail: lushnikovwp@mail.ru;

**Андрей Александрович Стрельчук**, канд. с.-х. наук, ассистент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»; e-mail: strilchuk.aa@yandex.ru;

**Андрей Андреевич Васильев**, аспирант, ассистент кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»;

**Александра Дмитриевна Кудрявцева**, аспирант кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir P. Lushnikov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture; e-mail: lushnikovwp@mail.ru;

**Andrey A. Strilchuk**, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture, e-mail: strilchuk.aa@yandex.ru;

**Andrey A. Vasiliev**, Postgraduate student, Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture;

**Alexandra D. Kudryavtseva**, Postgraduate student of the Department of Genetics, Breeding, Animal Feeding and Aquaculture

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 410012, Russian Federation, Saratov, avenue named Peter Stolypin, hous 3, build. 4

Поступила в редакцию / Received 10.04.2025

Поступила после рецензирования / Revised 14.04.2025

Принята к публикации / Accepted 05.05.2025