

УДК 636.32/.38.082.13:612.1

ГЕНОМНАЯ СЕЛЕКЦИЯ В ОВЦЕВОДСТВЕ

М.И. Селионова, д. биол. н., проф.
РАН

Л.Н. Скорых, д. биол. н.

И.О. Фомина, соискатель

Н.С. Сафонова, аспирант

ФГБНУ ВНИИОК

На сегодняшний день приоритетами в селекции сельскохозяйственных животных являются параметры мясной продуктивности. Улучшение продуктивных качеств овец и создание генофонда позволит производить баранину высокого качества. Важнейшая особенность овец - большой потенциал адаптивности к различным природно-климатическим и кормовым условиям, что определяет их высокую хозяйственную ценность. Применение геномной оценки в селекции овец может повысить темпы селекционного прогресса на 50% и тем самым повысит рентабельность отрасли. Генетическая селекция направлена на работу с животными с высоким генетическим потенциалом по приросту живой массы и качеству мяса.

В данной статье рассматриваются перспективные гены – мишени для генетической селекции в овцеводстве мясного направления продуктивности.

Ключевые слова: овцы, генотип, геномная селекция, гены-кандидаты, мясная продуктивность

Проблема сохранения и рационального использования генофонда овец весьма актуальна и требует решения многих задач. Одной из них является реализация генетического потенциала продуктивности и

UDC 636.32/.38.082.13:612.1

GENOMIC SELECTION IN SHEEP BREEDING

Selionova M.I., Dr. Biol. Sci., Professor
of RAS

Skorykh L.N., Dr. Biol. Sci.

Fominova I.O., applicant

Safonova N.S., graduate student

VNIIOK

To date, the priorities in the selection of agricultural animals are the parameters of meat productivity. Improving the productivity qualities of sheep and the construction of the gene pool will allow us to produce mutton of high quality. The most important feature of sheep is the great potential of adaptability to various natural and climatic and fodder conditions, which determines their high economic value. The use of genomic evaluation in sheep breeding can increase the rate of breeding progress by 50% and thus will increase the profitability of the branch. Genetic selection is aimed at working with animals with a high genetic potential for gain in live weight and quality of meat. In this article prospective genes - targets for genetic selection in sheep breeding of meat direction of production are considered.

Key words: sheep, genotype, genomic selection, candidate genes, meat productivity

племенной ценности овец с использованием методов биохимического, иммуногенетического анализа [7].

Мониторинг структурных изменений концентраций генетических характеристик (группы крови, полиморфные белковые, ферментные системы) в процессе селекции позволяет оценить сопряженность аллельного состояния генов, кодирующих белок, или кластеров генов с количественными признаками, а также выявить генетические маркеры высокой продуктивности, резистентности, оптимальной сочетаемости родительских пар [1, 6, 9, 10, 11, 12, 14].

На протяжении многих лет генетический потенциал овец определяли по его фенотипическим данным. Однако на сегодняшний день международной группой ученых создан первый в мире «виртуальный геном» овцы, о чем сообщает PhysOrg. Геномная селекция дает возможность наиболее точно рассчитать племенную ценность овец, сократить время и затраты, связанные с содержанием [5, 17].

Большинство хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственных животных являются количественными, детерминируются полигенами и находятся под влиянием факторов внешней среды. В настоящее время определены генетические локусы количественного признака (Quantitative Trait Loci, QTL). Многие QTL, связанные с одним признаком, часто находятся на разных хромосомах. Для альтернативного подхода генетического детерминирования продуктивности сельскохозяйственных животных рассматривают «гены-кандидаты». Геном-кандидатом может выступать любой ген, влияющий на биохимические и физиологические процессы в организме, обладающий полиморфизмом. При этом, если ген определен в области картированного локуса количественных признаков — QTL, он рассматривается как позиционный ген-кандидат [2, 3].

Наиболее распространёнными генами-кандидатами плодовитости у сельскохозяйственных животных являются: ген - рецептор фолликулостимулирующего гормона (*FSHR*), ген ядерного коактиватора A1 (*NCOA1*), ген пролактина и его рецептора, ген ретинол-связывающего белка 4 (*RBP4*), ген рецептора эритропоэтина (*EPOR*) и ген рецептора эстрогена (*ESR*).

В настоящее время продолжается работа по идентификации генов, связанных с продуктивными признаками овец и качеством мяса.

Одна из проблем овцеводства - повышение количества ягнят при рождении. Плодовитость овцематок является наследственным признаком, хотя в значительной степени этот показатель зависит от внешних факторов. Важную роль в половом развитии и воспроизводстве играют эстрогены. В клетках-мишенях эстрогены связываются с эстрогеновыми рецепторами, после чего рецепторы действуют как факторы транскрипции. Существует два типа эстрогеновых рецепторов -

ER-a/ESR1 и ER-0/ESR2. В геноме овец ESR1 и ESR2 кодируются разными генами, расположенными на 8 и 7 хромосомах соответственно.

У овец определены QTL и гены-кандидаты, связанные с количеством ягнят при рождении, для их дальнейшего внедрения в селекционную работу. Кратко рассмотрим некоторые из них.

Ген Бурулы (Booroola Fecundity Gene (FecB)) способствует увеличению скорости овуляции. У овец с геном Бурулы созревают сразу 4–12 яйцеклеток, что впоследствии приводит к рождению 4–10 ягнят. Животные могут наследовать ген Бурулы, как гетерозиготный, так и гомозиготный.

Ген рецептора фолликулостимулирующего гормона (FSHR) у овец связан с количеством ягнят при рождении, а у КРС ассоциирован с процентным выходом жизнеспособных эмбрионов и неоплодотворенных ооцитов после суперовуляции.

На сегодняшний день одним из перспективных генов-маркеров плодовитости овец является ген дифференциального фактора роста (GDF9). Белковый продукт гена дифференциального фактора роста (GDF9) также способствует поддержанию нормального яичникового фолликулогенеза у овец. Ген дифференциального фактора роста (GDF9) расположен на 5 хромосоме в позиции 72.2 cM.

Ген костного морфогенетического белка 15 (BMP-15), расположенный на 11 хромосоме в позиции 25, играет существенную роль в развитии ооцитов и фолликулов. Кроме этого, костные морфогенетические белки (BMP) являются одной из основных групп морфогенетических сигнальных белков, которые организуют построение тканей в теле. Ген рецептора морфогенетического белка кости (BMPRII) расположен на 6 хромосоме и кодирует рецепторы — протеинкиназы, участвующие в фосфорилировании эндоплазматических веществ и взаимодействующие с генами морфогенетических белков кости. BMPRII является одним из основных генов, который может быть использован в качестве ДНК — маркера для раннего отбора высокопродуктивных маток [8].

Соматотропин (гормон роста, соматотропный гормон, GH) является одним из важнейших регуляторов соматического роста животных. Это основной гормон гипофиза. У овец обнаружен полиморфный для дублирования GH в форме двух аллелей, сегрегирующих в популяции: GH1 с одной копией GH-N и GH2, содержащий как GH2-N, так и генные копии GH2-Z. Зрелые продукты этих двух копий гена отличаются по двум аминокислотам [4, 13], одна замена в положении 9, в зоне второго рецептор-связывающего сайта молекулы GH (Gly заменен на Arg), другая – в положении 63, в составе первого сайта связывания (Gly заменен на Ser по аналогии с белком человека GH) [15]. Соматотропин стимулирует выработку факторов, обеспечивающих нормальное функционирование клеток гранулезы, что в дальнейшем обеспечивает созревание биологически полноценной яйцеклетки. Соматотропин

активирует деятельность ДНК-полимераз. В клетках возрастает биосинтез и РНК и рРНК. Повышается проницаемость для аминокислот и интенсивность биосинтеза белков, возрастает митотическое деление клеток, усиливаются хондрио- и остеогенез, биосинтез гликогена и мобилизация жиров из жировых депо, отложение кальция и фосфора в костях. Соматотропин вызывает увеличение роста и массы тела у животных. В экспериментах на трансгенных животных показано, что суперэкспрессия гена GH приводит к ускоренному росту и развитию организма животного [16].

Ген Каллипиги (callipyge muscle hypertrophy gene (CLPG)) также способствует развитию мышечной ткани. У овец, имеющих CLPG, вследствие мутации отмечается гипертрофия определенных групп мышц на бедрах и минимальное количество жира. Недостатки CLPG - это сложное наследование гена вследствие геномного импринтинга и жесткое сухое мясо.

Одним из наиболее перспективных генов-кандидатов, влияющих на показатели мясной продуктивности, является ген миостатина (MSTN, GDF-8). Белок, кодируемый этим геном, ингибирует развитие мышечных тканей. Овцы, имеющие два гена миостатина (гомозиготные), имеют до 10% больше мышечной массы и на 10% меньше жира в туше. Причем на вкус и жесткость мяса это не влияет, но из-за переразвитости мышц таза у овцематки в 70% случаев трудные роды.

Один из гормонов, отвечающих за регуляцию жирового обмена, – это лептин (LEP), белковый гормон, образуемый преимущественно адипоцитами. Лептин состоит из 3 экзонов и 2 интронов, из которых только 2 экзона переводятся на белок, длина которого составляет 167 аминокислот, и в основном синтезируется в белой жировой ткани. Лептин выступает как центральный регулятор массы жира в организме, функционирующий путем снижения количества потребляемой пищи и увеличения расхода энергии. Он также вовлечен в индукцию резистентности к инсулину, что приводит в дальнейшем к модификации метаболических эффектов инсулина. Лептин также играет важную роль в таких биологических процессах, как регулирование воспроизводства и иммунной реакции. Лептин секретируется в кровоток и влияет на синтез посредников в гипоталамусе, регулирующих пищевое поведение.

В настоящее время эффективность геномной селекции ограничена различным характером взаимодействия между локусами количественных признаков, изменчивостью количественных признаков у разных пород. Однако результаты исследований во многих странах подтвердили, что использование статистических методов совместно с геномным сканированием увеличивает надежность прогноза племенной ценности.

Подводя итог анализу литературных источников, можно сделать заключение, свидетельствующее о том, что перспективные гены-маркеры продуктивности овец доказывают целесообразность более

широкого внедрения ДНК-маркеров в овцеводство. Преимуществом ДНК-маркеров является возможность определять генотип животного независимо от пола, возраста и физиологического состояния, что позволяет значительно улучшить селекционно-племенную работу. Систематический отбор животных – носителей генетических маркеров и рациональное их использование позволит в последующих поколениях повысить частоту встречаемости животных с высокой продуктивностью.

Список литературы:

1. Гладырь, Е.А. Характеристика генофонда и выявление генеалогических связей между породами овец с использованием групп крови и ДНК-микросателлитов / Е.А. Гладырь, М.И. Селионова, Н.А. Зиновьева // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2007. - №4. - С. 19-24.
2. Леонова, М.А. Перспективные гены-маркеры продуктивности сельскохозяйственных животных / М.А. Леонова, Ю.А. Колосов, А.В. Радюк, Е.М. Бублик, А.А. Стетуха, А.Е. Святогорова // Молодой ученый. — 2013. — №12. — С. 612-614.
3. Рукин, И.В. Геномная селекция - будущее в разведении животных / И.В. Рукин, Е.С. Пантюх, Д.С. Груздев // Зоотехния. - 2013. - №7. - с.8-9.
4. Селионова, М.И. Перспективы использования геномных технологий в селекции овец / М.И. Селионова, М.М. Айбазов, Т.В. Мамонтова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2014. - Т. 3. - № 7. - С. 107-112.
5. Селионова, М.И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, А.М.М. Айбазов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2014. - Т. 1. - №7(1). - С. 140-145.
6. Селионова, М.И. Иммуногенетические маркеры в селекции овец / М.И. Селионова // Зоотехния. - 2004. - №9. - С. 12-14.
7. Селионова, М.И. Эффективное научное обеспечение производства продукции отечественного овцеводства и козоводства - достойный ответ на глобальные вызовы современности / М.И. Селионова // Овцы, козы, шерстяное дело. -2015. - №1. - С. 2-5.
8. Чижова, Л.Н. Биохимические тест-системы, генетические маркеры продуктивности, их использование в селекции овец / Л.Н. Чижова // Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. -Ставрополь, 2004.
9. Чижова, Л.Н. Способ оценки, прогноза продуктивности сельскохозяйственных животных в раннем возрасте на основе биохимических тест-систем / Л.Н. Чижова, М.И. Селионова, С.Ф. Силкина. -Ставрополь, 2010. – 41 с.
10. Чижова, Л.Н. Прогнозирование племенной ценности овец по биохимическим и генетическим маркерам / Л.Н. Чижова // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2004. - № 2. - С. 1-2.
11. Чижова, Л.Н. Методические рекомендации по применению методов ДНК-диагностики в селекции крупного рогатого скота / Л.Н.Чижова, М.И. Селионова, В.В. Абонеев, М.В. Егоров, Г.П. Ковалева, О.В. Семенюк, Д.Е. Белов. -Ставрополь, 2005. – 45 с.
12. Широкова, Н.В. Генетическое детерминирование плодовитости овец / Н.В. Широкова // Молодой ученый. - 2013. - №6. - С. 785-787.
13. Degtyarev, D.Y. Using genetic markers in breeding sheep / D.Y. Degtyarev, L.N. Skorykh, D.V. Kovalenko, S.A. Emelyanov, N.V. Konik // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2016. - Vol. 7. - № 4. - P. 2137-2139.
14. Kossiakoff, A.A. The structural basis for biological signaling, regulation, and specificity in the growth hormone-prolactin system of hormones and receptors / A.A. Kossiakoff // Adv. Protein Chem. - 2004;68:147-169.
15. Ofir, R. Ovine growth hormone gene duplication – structural and evolutionary implications / R. Ofir, E. Gootwine // Mamm. Genome. - 1997;8(10): 770-772.

16. Piper, L.R. Effect of ovine growth hormone transgenesis on performance of Merino sheep at pasture / L.R. Piper, A.M. Bell, K.A. Ward, B.W. Brown // Growth and wool traits to 12 months of age. Proc. Assoc. Adv. Anim. Breed. Gen. - 2001;14:257-260.
17. Trukhachev, V. Myostatin gene (mstn) polymorphism with a negative effect on meat productivity in dzhalginsky merino sheep breed / V. Trukhachev, V. Belyaev, A. Kvochko, A. Kulichenko, D. Kovalev, S. Pisarenko, A. Volynkina, M. Selionova, M. Aybazov, S. Shumaenko, A. Omarov, T. Mamontova, N. Golovanova, O. Yatsyk, A. Krivoruchko // Journal of BioScience and Biotechnology. - 2015. - Vol. 4. - №2. - P. 191-199.