

ландрас и йоркшир уступал животным белорусской селекции по содержанию жира, а также имел более высокое содержание влаги, что указывает на более низкое качество жировой ткани пород импортной селекции.

#### Литература

1. Погодаев, В. А. Качество мышечной и жировой ткани чистопородных и гибридных свиней / В. А. Погодаев, А. Д. Пешков // Свиноводство. – 2011. - № 4. – С. 24-26.
2. Способы повышения эффективности производства свинины и улучшения ее качества : рекомендации / И. Ф. Горлов [и др.]. – М. : Вестник РАСХН, 2005. – 25 с.
3. Методические указания по изучению качества туш, мяса и подкожного жира убойных свиней / ВАСХНИЛ. – М., 1978. – 39 с.
4. Заяс, Ю. Ф. Качество мяса и мясoproдуктов / Ю. Ф. Заяс. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
5. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : КолосС, 2004. – 571 с.
6. Заболотная, А. А. Физико-химические свойства шпика свиней разного происхождения / А. А. Заболотная, В. А. Бекенев // Свиноводство.-2011.-№4.-С. 16-18.

Поступила 24.03.2014 г.

УДК 636.2.082:575.17

В.И. РОССОХА, Н.Н. ШКАВРО, О.В. ДРОБЯЗКО

## ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА И КАППА-КАЗЕИНА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПОРОДЫ ШАРОЛЕ

Институт животноводства НААН Украины

ДНК-типирование маточного поголовья популяционной выборки крупного рогатого скота породы шароле французской и украинской селекции позволило определить их как носителей с высокой частотой В-аллеля (0,3373) и гомозиготного ВВ генотипа (0,1446) по гену каппа-казеина. Частота V-аллеля гена гормона роста у коров отечественной селекции практически в 3 раза выше, чем у животных французской селекции, при этом с высокой частотой, практически в равных частях (по 45 %) представлены животные французской селекции с LL и LV вариантами генотипа, 10 % - гомозиготный VV генотип, для животных отечественной селекции этот показатель составил 49 %.

**Ключевые слова:** ген гормона роста, ген каппа-казеина, полиморфизм, аллель, генотип.

## GROWTH HORMONE AND KAPPA-KASEIN GENE POLYMORPHISM STUDY OF THE CHAROLAIS CATTLE BREED

Institute of Animal NAAS of Ukraine

French and Ukrainian selection of Charolais breed cows DNA typing identified the high frequency of B allele (0.3373) and homozygous BB genotype (0.1446) of the kappa-casein gene. The growth hormone gene V-allele frequency of the Ukrainian selection cattle was up to 3 times higher than the French selection animals, and with high frequency in equal parts by 45% of French selection animals had LL and LV genotype, 10% - homozygous VV genotype; for the Ukrainian selection Charolais cows this marker was at about 49 %.

**Key words:** growth hormone gene, kappa-casein gene, polymorphism, allele, genotype.

**Введение.** Благодаря достижениям современной молекулярной генетики появилась возможность выявлять гены, контролирующие отдельные хозяйственно-полезные признаки. Для крупного рогатого скота мясного направления продуктивности это, прежде всего, гены гормона роста и белков молока. Изучение аллелофонда животных по ДНК-маркерам локусов количественных признаков (QTL) и селекция с помощью таких маркеров позволит объективно оценивать истинный генетический потенциал животных, повышая эффективность селекционно-племенной работы в целом [1, 2, 3].

Ген гормона роста (GH) локализован на 19-й хромосоме, играет ключевую роль в регуляции синтеза белков, делении клеток, роста организма, а также характеризуется лактогенным действием и влияет на процессы мобилизации жира в организме [4, 5]. AluI рестрикционный полиморфизм в пятом экзоне гена связан с трансверсией C-G, что приводит к аминокислотной замене лейцина (Leu) на валин (Val) в белковом продукте гена, способствует повышению темпов прироста массы тела животного, а у лактирующих животных – лактации. Ген каппа-казеина (CSN3), полиморфизм которого связан с признаками белково-молочности, у представителей вида *Bos taurus* находится на 6-й хромосоме, среди 13 известных аллельных вариантов гена наиболее распространены два аллеля – А и В [6, 7], аллель В ассоциирован с более высоким содержанием белка в молоке, лучшими коагуляционными свойствами молока. Гены каппа-казеина играют важную роль в оценке молочного потенциала и процентного содержания жира и белка в молоке, что указывает на материнские качества крупного рогатого скота, и являются одними из генов-кандидатов для оценки характеристик роста и развития животных.

Целью данной работы является оценка генетической структуры популяции крупного рогатого скота породы шароле французской и украинской селекции по генам каппа-казеина и гормона роста.

**Материал и методика исследований.** Объектом исследования является ДНК, выделенная из крови крупного рогатого скота методом Кавасаки с модификациями.

Проведены исследования маточного поголовья стад крупного рогатого скота породы шароле французской селекции – ФХ «Хирлюк и К<sup>о</sup>» Донецкой обл. (n = 49) и украинской селекции – ГПОХ «Гонтаровка» Харьковской обл. (n = 53) по ДНК-типированию по генам каппа-казеина (CSN3) и гормона роста (GH) методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) при использовании специфических эндонуклеаз рестрикции HindIII и AluI (Fermentas, Литва), соответственно. Для локус-специфической амплификации фрагмента гена каппа-казеина (CSN3) использовали праймеры:

F: 5' - GAAATCCCTACCATCAATACC - 3' и

R: 5' - CCATCTACCTAGTTTAGATG - 3' "

при температурном режиме: 94 °С – 4 мин., 94 °С – 30 с, 58 °С – 30 с, 72 °С – 30 сек. – 35 циклов; 72 °С - 5 мин. Полиморфизм гена гормона роста определяли, используя праймеры:

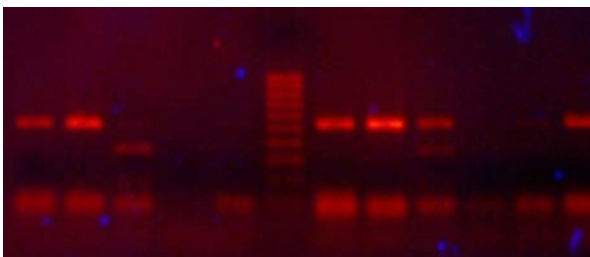
F: 5' - GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC - 3' и

R: 5' - GCGGCGGCACTTCATGACCC - 3'.

Температурный режим проведения ПЦР: денатурация ДНК при 95 °С – 1 мин, отжиг праймеров при 62 °С – 1 мин и синтез ДНК при 72 °С – 1 мин; далее 40 циклов по схеме: 94 °С – 30 сек, 60 °С – 60 сек, 72 °С – 120 сек (в последнем цикле – 10 мин). Продукты ПЦР были обработаны специфическими эндонуклеазами рестрикции (Fermentas, Литва): HindIII для локуса каппа-казеина и AluI для гена гормона роста по схеме: H<sub>2</sub>O – 3,5 мкл, 10x буфер для фермента – 1,0 мкл, рестриктаза – 0,5 мкл и 5,0 мкл амплификата на 10,0 мкл рабочей смеси [2, 8, 9]. Визуализацию результатов рестрикции проводили путем электрофоретического распределения фрагментов ДНК в 2%-ном агарозном геле в 1xTBE-буфере при окрашивании бромистым этидием.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** После расщепления амплифицированных фрагментов ДНК исследуемых животных рестриктазой HindIII были получены фрагменты размером 273 п.н., 182 и 91 п.н., которые являются соответствующими аллелями гена каппа-казеина: одна полоса размером 273 п.н. соответствует генотипу AA, две полосы размером 182 и 91 п.н. – генотипу BB, три полосы размером 273 п.н., 182 и 91 п.н. – генотипу AB. Аллельные варианты гена гормона роста, которые выявляются в результате AluI полиморфизма, позволили определить три варианта генотипов по данному гену: LL – 223 п.н., LV – 223 п.н., 171 и 52 п.н., VV – 171 и 52 п.н. Примеры определения генотипов подопытных животных методом ПЦР-ПДРФ приведены на рисунках 1 и 2.

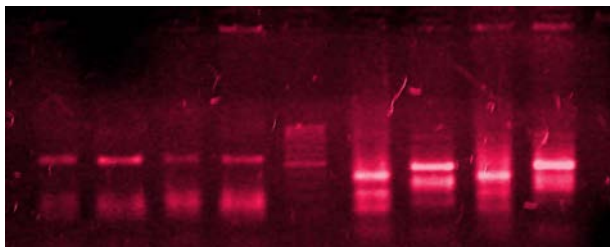
A A B M A A A AA  
 A A B A A B



273 п.н.  
 182 п.н.  
 91 п.н.

Рисунок 1 – Определение генотипов исследуемых животных по гену каппа-казеина

LL LL LL LL M VV LV VV LV



223 п.н.  
 171 п.н.  
 52 п.н.

Рисунок 2 – Определение генотипов исследуемых животных по гену гормона роста

Результаты ДНК-типирования исследуемых популяций по гену каппа-казеину приведены в таблице 1. С большей частотой у животных породы шароле отечественной селекции ГПОХ «Гонтаровка» представлен аллель А, который выявляется у 72 % животных, по сравнению с животными французской селекции ФХ «Хирлюк и К<sup>о</sup>», где 61,3 % животных являются носителями А-аллеля гена каппа-казеина. Частота аллельного варианта В была выше у животных ФХ «Хирлюк и К<sup>о</sup>» ( $0,3875 \pm 0,0544$ ), также количество животных-носителей гомозиготного генотипа ВВ было большим (22,5 %) по сравнению с животными исследованного стада ДПДГ «Гонтаровка», где этот показатель был на уровне 7 %.

Количество животных с гомозиготным вариантом генотипа АА было большим у животных украинской селекции ГПОХ «Гонтаровка» ( $0,5116 \pm 0,0131$ ), несколько в меньшем количестве представлены животные с гетерозиготным вариантом генотипа АВ (41,9 %), в то время как для исследованных животных ФХ «Хирлюк и К<sup>о</sup>» этот показатель был на уровне почти 33 %. Всего в двух исследованных популяциях

частота аллельного варианта А гена каппа-казеина составила 67 %, частота В-аллеля –  $0,3373 \pm 0,0370$ . Также выявлена высокая частота животных-носителей гомозиготного генотипа ВВ, что составляет почти 14,5 %.

Таблица 1 – Генетическая структура изученных животных породы шароле по гену каппа-казеина

Хозяйство	Кол-во животных	Частоты аллелей		Частоты генотипов		
		А	В	АА	АВ	ВВ
ФХ «Хирлюк и К <sup>о</sup> »	49	0,6125 $\pm 0,0544$	0,3875 $\pm 0,0544$	0,4500 $\pm 0,0202$	0,3250 $\pm 0,0202$	0,2250 $\pm 0,0202$
ГПОХ «Гонтаровка»	53	0,7209 $\pm 0,0483$	0,2791 $\pm 0,0483$	0,5116 $\pm 0,0131$	0,4186 $\pm 0,0131$	0,0698 $\pm 0,0131$
Всего	102	0,6747 $\pm 0,0370$	0,3373 $\pm 0,0370$	0,4819 $\pm 0,0127$	0,3855 $\pm 0,0127$	0,1446 $\pm 0,0127$

Особенности распределения аллельных вариантов гена каппа-казеина в основном изучаются у животных молочного направления продуктивности, поскольку полиморфизм по этим генам связан с качественными характеристиками молока. На сегодня в геномной селекции по этому гену аллель В считается желательным, генотип ВВ имеет преимущества по технологическим параметрам производства белково-молочных продуктов. Однако в настоящее время недостаточно информации относительно влияния аллельных вариантов гена каппа-казеина на продуктивные качества мясного скота. Как отмечают Lara M. и др. [8], варианты каппа-казеина могут играть важную роль в росте и развитии животных и проявлении материнского эффекта в мясных породах. Однако работы Biase F.H. с соавт. [9] свидетельствуют о том, что полиморфизм каппа-казеина не влиял на увеличение веса животного в изученном стаде крупного рогатого скота породы Nellore в Бразилии, хотя они обнаружили различия в частоте А и В аллелей; животные-носители А-аллеля встречались чаще. Похожие результаты были получены Curi и др. [2] для Nellore, Sanchim и помесной (симментальская х Nellore, абердин-ангусская х Nellore) пород крупного рогатого скота. Исследование Contreras и др. [7], проведенное на животных породы шароле, выявило высокую частоту В-аллеля (0,600), эти данные совпадают с результатами, полученными Jann с соавт. [10]. Полученные в нашем исследовании показатели совпадают с данными Lara M. и др. [8], Contreras и др. [7] и Jann с соавт. [10], полученными при исследовании животных мясного направления продуктивности. Так, среди пород вида *Bos taurus* аллельный вариант В гена каппа-казеина чаще

встречался у представителей породы шароле. Поскольку В-аллельный вариант ассоциирован с низкой массой животных при рождении и отъеме, необходимо проводить дальнейшие исследования для получения информации о возможном влиянии полиморфных вариантов каппа-казеина на биохимические свойства и метаболизм аминокислот в организме крупного рогатого скота, прежде всего таурина, как стимулятора выработки гормона роста и сильного антиоксиданта.

Таким образом, для крупного рогатого скота мясного направления продуктивности характерными оказались более высокие концентрации В-аллеля и ВВ варианта генотипа по гену каппа-казеина, по сравнению с животными молочного направления продуктивности. Этот факт может быть использован для поиска ассоциативных связей данных аллельных вариантов с критериями роста и развития мясного скота. Распределение аллельных вариантов и генотипов животных по гену каппа-казеина можно использовать как дополнительный критерий селекционно-племенной работы по созданию популяций животных с соответствующим генетическим потенциалом относительно технологических требований к показателям молочной продуктивности, путем целенаправленного генетического отбора и подбора родительских пар.

По гену гормона роста, выполняющего функцию регулятора соматического роста организма, для исследованного маточного поголовья стада крупного рогатого скота породы шароле французской селекции ФХ «Хирлюк и К<sup>о</sup>» (n = 49) установлено преимущество аллеля L с частотой  $0,6735 \pm 0,0473$  (таблица 2). Среди исследованной выборки коров французской селекции в большом количестве практически в равных долях (по 44,9 %) представлены носители гомозиготного генотипа LL и гетерозиготного генотипа LV. Среди исследованной выборки 10% составляют животные с гомозиготным вариантом генотипа VV. Частота V-аллеля по гену гормона роста у животных отечественной селекции (ГПОХ «Гонтаровка») почти в 3 раза выше, чем у животных французской селекции (0,7358 по сравнению с 0,3265), в то же время с гомозиготным генотипом LL было обнаружено только одно животное. При этом количество животных с гомозиготным генотипом VV у поголовья украинской селекции значительно превышало таковое у животных французской селекции (0,4906 по сравнению с 0,1020).

Аллельный вариант V ассоциирован с увеличением надоя молока. По данным различных исследователей, у животных с генотипом VV оказалась большая скорость роста по сравнению с LL и LV. Известно, что введение в организм животного рекомбинантного гормона роста стимулирует рост и развитие молочной железы и увеличивает выход молока у коров на 10-40 %, при этом снижается уровень жира и увеличивается количество мышечной ткани в туше. Однако остается мало-

исследованным вопрос о влиянии селекционного давления на распространенность частот аллелей генов гормона роста и каппа-казеина в стадах крупного рогатого скота мясного направления продуктивности на Украине, что создает почву для дальнейших исследований в этом направлении.

Таблица 2 – Генетическая структура исследованных животных породы шароле по гену гормона роста

Хозяйство	Кол-во животных	Частоты аллелей		Частоты генотипов		
		L	V	LL	LV	VV
ФХ «Хирлюк и К°»	49	0,6735 ±0,0473	0,3265 ±0,0473	0,4490 ±0,0144	0,4490 ±0,0144	0,1020 ±0,0144
ГПОХ «Гонтаровка»	53	0,2642 ±0,0428	0,7358 ±0,0428	0,0188 ±0,0065	0,4906 ±0,0065	0,4906 ±0,0065

**Вывод:** 1. ДНК-типирование исследованной выборки маточного поголовья крупного рогатого скота породы шароле позволило определить этих животных как носителей с высокой частотой В-аллеля (0,3373) и гомозиготного ВВ генотипа (0,1446) по гену каппа-казеина.

2. Частота V-аллеля гена гормона роста у животных отечественной селекции (ГПОХ «Гонтаровка») была существенно выше, чем у животных французской селекции (0,7358 против 0,3265), причем, только 10 % животным французской селекции изучаемого стада присущ гомозиготный генотип VV (для животных отечественной селекции этот показатель был на уровне 49 %).

3. Среди исследованного поголовья коров породы шароле французской селекции 44,9 % являются носителями гомозиготного варианта генотипа LL по гену гормона роста, среди поголовья украинской селекции обнаружено только одно животное с таким генотипом.

#### Литература

1. Ardak, A. D. Effects of genetic variants in milk protein on yield and composition of milk from Holstein-Friesian and Simmentaler cows / A. D. Ardak // South African Journal of Animal Science. – 2005. – Vol. 35(1). – P. 41-47.
2. Association between IGF-I, IGF-IR and GHRH gene polymorphisms and growth and carcass traits in beef cattle / R. A. Curi [et al.] // Livestock Production Science. – 2005. – Vol. 94(3). – P. 159-167.
3. Биологические проблемы животноводства в XXI веке / Л. К. Эрнст [и др.]. – М. : РАСХН, 2008. – 501 с.
4. Association of genetic polymorphism in GH gene with milk production traits in Beijing Holstein cows / Guo Li Zhou [et al.] // J. Biosci. – 2005. – N 30, vol. 5. – P. 595-598.
5. Генетична структура за поліморфізмом соматотропного гормону волинської м'ясної породи великої рогатої худоби / В. М. Бочков [та інш.] // Науковий вісник НУ-

БіП України. – Киев, 2009. – Вып. 138. – С. 332-336.

6. Димань, Т. М. Поліморфна система к-казеїну, її зв'язок із продуктивними якостями великої рогатої худоби / Т. М. Димань // Вісник аграрної науки. – 1998. – С. 33-36.

7. Convenient genotyping of nine bovine K-casein variants / V. P. Contreras [et al.] // Electronic Journal of Biotechnology [Электрон. ресурс]. – 2011. – Vol. 14, nr. 4. – Режим доступа: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v14n4-10/1350>

8. Genetic polymorphisms at the K-casein locus in pantaneiro cattle / M. Lara [et al.] // Arch. Zootec. – 2002. – N 5. – P. 99-105.

9. Analysis of restriction fragment length polymorphism in the kappa-casein gene related to weight expected progeny difference in nellore cattle / F. H. Biase [et al.] // Genetics and Molecular Biology. – 2005. – Vol. 28, N 1. – P. 168-177.

10. High polymorphism in the K-casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing / O. C. Jann [et al.] // J. Dairy Res. – 2004. – Vol. 71. – P. 188-195.

Поступила 15.01.2014 г.

УДК 636.223.1:591.111.05

С.В. СИДУНОВ, И.С. ПЕТРУШКО, В.И. ЛЕТКЕВИЧ, Р.В. ЛОБАН,  
А.А. КОЗЫРЬ

## **БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КОРОВ АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИМПОРТНОЙ СЕЛЕКЦИИ**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»

В целом биохимические показатели крови скота указывают на высокую адаптационную способность скота абердин-ангусской породы к изменяющимся условиям внешней среды в условиях отрицательных температур зимы в Беларуси. При анализе биохимических показателей сыворотки крови подопытных животных установлено, что количество альбуминов у коров импортной селекции составило 40,19 г/л, что было на 3,91 г/л меньше, чем у коров отечественной селекции. По содержанию  $\alpha_1$ -глобулинов коровы импортной селекции отличались от животных контрольной группы наименьшими показателями – 2,43 против 2,47 г/л, соответственно. Отношение альбумины/глобулины у подопытных коров составило 0,71 ед. (импортные) и 0,77 ед. (отечественные). Общего белка в крови у коров обеих групп было от 96,62 до 101,48 г/л, при этом больше его на 4,86 г/л (или на 5,0 %) было у животных отечественной селекции. Содержание кальция при показателе 3,2 ммоль/л (животные импортной селекции) было ниже на 0,67 ммоль/л (или на 17,3 %) по сравнению с группой маток отечественной селекции. Уровень фосфора и железа в крови подопытных животных был в пределах от 1,91 до 2,0 ммоль/л и от 11,08 до 12,76 мкмоль/л.

**Ключевые слова:** адаптация, маточное поголовье, абердин-ангусская порода, коровы, гематология, биохимический состав, альбумины, глобулины, общий белок.