



*Селекционно-генетические параметры, коэффициент изменчивости, корреляция признаков, ДНК-тестирование, генотипирование*

*Selective-genetic parameters, coefficient of changeability, correlation of features, DNA-testing, geno-typing*

## **СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ БЕСПРИВЯЗНОМ СОДЕРЖАНИИ ЖИВОТНЫХ**

С.С. Петухов (фото)

аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы  
Р.В. Тамарова

д.с.-х.н, профессор, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы  
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

АО «Племзавод Ярославка» – один из ведущих племзаводов по ярославской породе с наибольшим поголовьем ярославского чистопородного скота. Из 1100 коров 886 являются чистопородными, а 214 голов – голштино-ярославские помеси. Средний удой по стаду, по данным бонитировки за 2016 год, за 305 дней лактации составил 7067 кг, содержание жира в молоке – 4,44%, содержание белка – 3,14%, в том числе по первой лактации соответственно 6403 кг, 4,36%, 3,12% [1].

Потенциал по белковомолочности для коров ярославской породы составляет 3,4-3,5%, следовательно, необходимо провести генетическое улучшение стада по этому признаку с использованием современных методов генетической науки.

В хозяйстве организовано нормированное кормление коров и хорошо налажен племенной учет. Основная масса коров находится на беспривязном содержании (90%).

В последние годы проблема снижения белка в молоке стала особенно актуальной не только для Ярославской области, но и для хозяйств Российской Федерации в целом. Это во многом обусловлено закупками импортного голштинского скота для комплектования маточного поголовья новых комплексов с беспривязным содержанием коров.

В Ярославской области с 2006 по 2016 годы было закуплено импортного скота 22099 голов, из них 50% составляли коровы голштинской породы с содержанием белка в молоке до 3%.

Породной особенностью ярославского скота является большее, чем у других пород содержание жира и белка в молоке. Однако эти показатели отрицательно коррелируют с удоем. С ростом удоев они снижаются, в частности, белок в молоке с 2003 года по 2015 год уменьшился с 3,3% до 3,27%, а удой за этот период увеличился с 4709 кг до 6352 кг [2].

На повышение жира и белка в молоке классическими методами отбора и подбора требуется несколько десятилетий. В настоящее время метод ДНК-тестирования с использованием генетических

маркеров позволяет достигнуть результатов на несколько лет раньше. Для белковомолочности основным генетическим маркером является каппа-казеин, а также связанные с ним бета-лактоглобулин и бета-казеин [3, 4, 5].

Начало ДНК-исследований в АО «Племзавод Ярославка» было положено в 2013 году, но они были фрагментарными; за этот период ДНК-тестированно всего 22 коровы.

Цель данных исследований – рассчитать селекционно-генетические параметры молочной продуктивности коров ярославской породы в парах «мать-дочь» и установить частоту встречаемости генотипов каппа-казеина, бета-лактоглобулина и бета-казеина для последующего расчета их наследуемости потомством от матерей и генетического прогноза на перспективу.

В этом заключается научная новизна исследований.

#### **Материалы и методика исследований**

Материалом для исследований являлись коровы стада АО «Племзавод Ярославка» в количестве 65 голов, в том числе 54 – чистопородные ярославские, из них с законченной первой лактацией 46 голов и 11 – голштино-ярославских помесей с высокой долей кровности по голштинской породе (75-87,5%). В контрольную выборку вошли дочери коров, ДНК-тестированных в 2013 году. В качестве первичной информационной базы использовали карточки племенных коров формы 2-мол, а также методические материалы [6].

Селекционно-генетические параметры молочной продуктивности рассчитывали у дочерей и матерей по первой законченной лактации.

ДНК-исследования проводились методом ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция-полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) под руководством опытных специалистов ДНК-лаборатории ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» [7]. Белково-жировой коэффициент рассчитан как отношение сумм молочного жира и белка к живой массе коров.

Количественные показатели биометрически обработаны по методике Е.К. Меркурьевой [8].

Результаты исследований переданы в хозяйство для дальнейшей селекционно-племенной работы со стадом.

#### **Результаты исследований**

Расчеты селекционно-генетических параметров по признакам молочной продуктивности проведены с учетом породности коров.

Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2.

Из данных таблицы 1 видно, что показатели молочной продуктивности ярославских чистопородных коров по первой лактации у большинства животных и в среднем по выборке достаточно высокие, коэффициенты изменчивости находятся в пределах зоотехнических норм. По МДЖ  $C_v$  приближается к верхней границе нормы, а по живой массе, наоборот, – к нижней границе, что свидетельствует о разной изменчивости признаков.

Коэффициенты изменчивости по МДЖ, МДБ и живой массе также находятся в пределах зоотехнических норм. Аналогичная ситуация установлена и у голштинизированных ярославских коров (табл. 2). Следует отметить, что коэффициенты изменчивости по удою, МДЖ и белково-жи-

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности чистопородных ярославских коров по первой лактации (n = 46)

Показатели	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг	Белково-жировой коэффициент
Границы отбора (min – max)	3514-7629	3,73-5,36	2,97-3,61	412-547	59,5-104,2
Средние показатели продуктивности ( $M \pm m$ )	5012,6 $\pm$ 123,4	4,46 $\pm$ 0,06	3,25 $\pm$ 0,023	463,2 $\pm$ 3,34	82,0 $\pm$ 1,81
Коэффициент изменчивости ( $C_v$ ), %	16,70	9,11	4,87	4,90	15,00
Квадратическое отклонение ( $\sigma$ )	836,9	0,407	0,158	22,71	12,28

Таблица 2 – Показатели продуктивности голштинизированных коров ярославской породы по первой лактации (n = 11)

Показатели	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг	Белково-жировой коэффициент
Границы отбора (min – max)	6490-8648	3,64-4,60	2,94-3,43	440-538	91,4-128,1
Средние показатели продуктивности (M±m)	7517±223,12	4,10±0,088	3,17±0,05	488±9,26	112,05±3,8
Коэффициент изменчивости (Cv), %	9,38	6,83	5,05	6,00	10,80
Квадратическое отклонение, (σ)	705,06	0,28	0,16	29,28	12,10

ровому коэффициенту у них несколько ниже, чем у ярославских чистопородных коров, что указывает на большую выравненность по этим признакам коров выборки.

Из данных таблицы 2 видно, что удои голштинизированных ярославских коров значительно выше, чем ярославских чистопородных коров в среднем на 2505 кг, или 50%, по удою разность высокодостоверна при  $p > 0,99$ . Содержание жира и белка в молоке, наоборот, существенно выше у ярославских чистопородных коров: по МДЖ разность достоверна при  $p > 0,99$ , по МДБ – при  $p > 0,95$ . Живая масса у голштинизированных ярославских коров выше на 25 кг, или 5,4%, разность по живой массе достоверна при  $p > 0,95$ . Белково-жировой коэффициент в среднем также выше у ярославских голштинизированных коров на 30,05 кг, или 36,6% (за счет более высоких удоев). Разность по белково-жировому коэффициенту достоверна при  $p > 0,99$ .

Коэффициенты корреляции удоя с МДЖ и МДБ у ярославских чистопородных коров оказались отрицательные:  $r_{\text{удой-МДЖ}} = -0,346$ ;  $r_{\text{удой-МДБ}} = -0,128$ , что согласуется с биологической закономерностью.

Корреляция МДЖ и МДБ положительная:  $r = +0,563$ . Это также является биологической зако-

номерностью, характерной для ярославской породы молочного скота.

В таблице 3 представлено распределение коров по генотипам каппа-казеина с учетом наличия других генетических маркеров (в двух поколениях – дочернем и материнском).

Из данных таблицы 3 видим, что наиболее часто встречается генотип АВ каппа-казеина (гетерозиготный вариант). В-аллель является маркером повышенного содержания белка и улучшенных технологических качеств молока. Частота гомозиготного генотипа ВВ составила 13,7%, что также важно для селекции по белковомолочности. Частота генотипа АА каппа-казеина встречается у 33,3% исследованных коров.

Бета-лактоглобулин обнаружен лишь в двух вариантах генотипов – АВ и ВВ; причем несколько больше встречается гетерозиготный генотип.

Бета-казеин, по литературным данным, ассоциируется с гипоаллергенными свойствами молока, что обусловило исследование нами частоты встречаемости аллельных вариантов этого генетического маркера в молоке дочерей. Установлено, что генотип АА бета-казеина встречается в 1,8 раза чаще, чем гетерозиготный генотип АВ. Гомозиготный генотип ВВ бета-казеина в генотипе дочерей отсутствует.

Таблица 3 – Частота встречаемости разных генотипов у чистопородных ярославских коров (в процентах от всего поголовья)

Генотипы	Дочери, n = 54			Матери, n = 15	
	κ-CSN, %	β-LGB, %	β-CSN, %	κ-CSN, %	β-LGB, %
АА	33,3	0,0	64,0	26,6	0,0
АВ	55,0	58,5	36,0	46,8	33,3
ВВ	13,7	41,5	0,0	26,6	66,7

Примечание: у матерей β-CSN не был исследован

Анализ соответствующих показателей у матерей приводит к аналогичным выводам: чаще встречается гетерозиготный генотип каппа-казеина, но удельный вес животных с гомозиготными генотипами AA и BB у них равный. Бета-лактоглобулин у матерей отличается от дочернего преобладанием в два раза генотипа BB, чем AB, а генотип AA у них отсутствует.

Из данных таблицы 4 видно, что у голштинизированных коров ярославской породы (с долей крови голштинской породы 75-87,5%) ситуация

почти обратная: основной генотип по каппа-казеину – AA (63% исследуемого поголовья), генотип AB встречается у 37% поголовья; гомозиготный генотип BB вообще отсутствует.

У матерей голштинизированных коров ярославской породы также отсутствует генотип BB каппа-казеина. Несколько выше удельный вес гетерозиготного генотипа AB, чем гомозиготного генотипа AA.

По бета-лактоглобулину генотип AA у матерей не обнаружен, но имелся генотип BB, а пре-

Таблица 4 – Частота встречаемости разных генотипов у голштинизированных коров ярославской породы (в процентах от всего поголовья)

Генотипы	Дочери, n = 11			Матери, n = 7	
	κ-CSN, %	β-LGB, %	β-CSN, %	κ-CSN, %	β-LGB, %
AA	63,0	0,0	70,0	42,9	0,0
AB	37,0	73,0	30,0	57,1	71,4
BB	0,0	27,0	0,0	0,0	28,6

обладающий удельный вес составляет гетерозиготный генотип AB – 71,4%.

Следовательно, ярославские коровы с высокой долей кровности по голштинской породе по распределению генотипов приближаются к данной породе, что отражается на белковомолочности и технологических свойствах молока. Это подтверждает необходимость улучшения голштинизированных ярославских коров по вышеуказанным качествам. При индивидуальном подборе родительских пар необходимо учитывать результаты ДНК-тестирования.

### Выводы

ДНК-тестированные по генетическим маркерам белковомолочности коровы ярославской породы контрольной выборки в целом соответствовали зоотехническим нормативам изменчивости признаков удоя, МДЖ и МДБ. Однако яро-

славские коровы с высокой долей кровности по голштинской породе (до 87,5%) достоверно превосходили по удою чистопородных ярославских коров на 50%, но уступали им по качественным показателям молока: МДЖ оказалась меньше на 0,36%, а МДБ – на 0,08%.

Коэффициенты корреляции удоя с МДЖ и МДБ у коров ярославской породы оказались отрицательными:  $r_{\text{удой-МДЖ}} = -0,346$ ;  $r_{\text{удой-МДБ}} = -0,128$ ; корреляция между МДЖ и МДБ – положительная ( $r = +0,563$ ), что соответствует биологической закономерности.

В ходе анализа показателей ДНК-тестирования установлены различия по частоте встречаемости разных генов-маркеров белковомолочности в зависимости от породности и генотипов. Общим для всех является наибольшая частота встречаемости гетерозиготных генотипов AB по каппа-казеину и бета-лактоглобулину.

### Литература

1. Корнев, М.М. Племенная работа в животноводстве Ярославской области (2016 г.) [Текст] / М.М. Корнев, Н.С. Фураева и др. – Ярославль, 2017. – 44 с.
2. Тамарова, Р.В. Эффективность использования голштинских коров канадской селекции на молочном комплексе ОАО Племзавод «Михайловское» [Текст] / Р.В. Тамарова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – №3 (31). – С. 51-60.
3. Тамарова, Р.В. Селекционные методы повышения белковомолочности коров с использованием генетических маркеров [Текст]: монография / Р.В. Тамарова, Н.Г. Ярлыков, Ю.А. Корчагина. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. – 114 с.

4. Калашникова, Л.А. Использование ДНК-диагностики для улучшения качества молока коров холмогорской породы [Текст] / Л.А. Калашникова, Т.Б. Ганченкова, Я.А. Хабибрахманова, И.Ю. Павлова и др. – ФГБНУ ВНИИплем. – Москва, 2009. – 34 с.

5. Павлова, И.Ю. Полиморфизм быкопроизводящих коров холмогорской породы по генам молочных белков [Текст] / И.Ю. Павлова, Л.А. Калашникова, В.Л. Ялуга и др. // Зоотехния. – 2011. – № 6. – С. 6-7.

6. Тамарова, Р.В. Организация селекционно-племенной работы со стадом молочного скота [Текст]: учебное пособие. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2005. – С. 23-26.

7. Калашникова, Л.А. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота [Текст] / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова, И.Ю. Павлова, Т.Б. Ганченкова. – Лесные Поляны, МО, 2015. – 33 с.

8. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве [Текст] / Е.К. Меркурьева. – М.: «Колос», 1970. – С. 198-225.

### References

1. Korenev, M.M. Plemennaja rabota v zhivotnovodstve Jaroslavskoj oblasti (2016 g.) [Текст] / M.M. Korenev, N.S. Furaeva i dr. – Jaroslavl', 2017. – 44 s.

2. Tamarova, R.V. Jeffektivnost' ispol'zovanija golshtinskih korov kanadskoj selekcii na molochnom komplekse ОАО Племзавод «Михайловское» [Текст] / R.V. Tamarova // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2015. – № 3 (31). – С. 51-60.

3. Tamarova, R.V. Selekcionnye metody povyshenija belkovomolochnosti korov s ispol'zovaniem geneticheskikh markerov [Текст]: monografija / R.V. Tamarova, N.G. Jarlykov, Ju.A. Korchagina. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VPO «Jaroslavskaja GSHA», 2014. – 114 s.

4. Kalashnikova, L.A. Ispol'zovanie DNK-diagonostiki dlja uluchshenija kachestva moloka korov holmogorskoj porody [Текст] / L.A. Kalashnikova, T.B. Ganhenkova, Ja.A. Habibrahmanova, I.Ju. Pavlova i dr. – FGBNU VNIIPlem. – Moskva, 2009. – 34 s.

5. Pavlova, I.Ju. Polimorfizm bykoproizvodjashhих korov holmogorskoj porody po genam molochnyh belkov [Текст] / I.Ju. Pavlova, L.A. Kalashnikova, V.L. Jaluga i dr. // Zootehnija. – 2011. – № 6. – С. 6-7.

6. Tamarova, R.V. Organizacija selekcionno-plemennoj raboty so stadom molochnogo skota [Текст]: uchebnoe posobie. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VPO «Jaroslavskaja GSHA», 2005. – С. 23-26.

7. Kalashnikova, L.A. Rekomendacii po genomnoj ocenke krupnogo rogatogo skota [Текст] / L.A. Kalashnikova, Ja.A. Habibrahmanova, I.Ju. Pavlova, T.B. Ganhenkova. – Lesnye Poljany, MO, 2015. – 33 s.

8. Merkur'eva, E.K. Geneticheskie osnovy selekcii v skotovodstve [Текст] / E.K. Merkur'eva. – М.: «Kolos», 1970. – С. 198-225.



## ОБЪЯВЛЕНИЕ



В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2016 г. вышла монография  
**«ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ  
 И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ» / М.А. Ковальчук**

Монография подготовлена для магистров очной и заочной формы обучения по направлению 38.04.01 «Экономика», для аспирантов очной и заочной формы обучения по направлению 38.06.01 «Экономика», а также для обеспечения педагогической практики вышеобозначенных магистров и аспирантов и является методическим материалом, который используется в ходе преподавания дисциплин «Педагогика высшей школы», «Публичная и научная речь». Материалы монографии также могут быть использованы в ходе преподавания дисциплины «Психология и педагогика» для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 35.03.04 «Агрономия», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 36.04.02 «Зоотехния», 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза», 35.03.07 «Технология производства и переработки с/х продукции».

ISBN 978-5-98914-155-5; 94 стр.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

**150042, Г. ЯРОСЛАВЛЬ, ТУТАЕВСКОЕ ШОССЕ, 58, ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

