



## **ОЦЕНКА ПО МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ**

Е.В. Егорошина (фото)

аспирант

Р.В. Тамарова

д.с.-х.н., профессор

кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

***Каппа-казеин,  
бета-лактоглобулин,  
молочная  
продуктивность,  
белкомолочность,  
генотип, полиморфизм,  
ПЦР-ПДФ, ДНК***

*Casein-caseine, beta-  
lactoglobulin, milk  
productivity, protein-  
milking ability, genotype,  
polymorphism, PDRT, DNA*

В государственных программах развития животноводства ставится задача не только увеличения молочной продуктивности коров, но и улучшения качественных показателей молока, особенно по белкомолочности.

Значение белка в развитии и жизнедеятельности человека невозможно переоценить. Он составляет основу живого организма, являясь исходным материалом для роста клеток и тканей. Питательная ценность животного белка значительно выше растительного. Результаты многочисленных научных работ свидетельствуют, что производство молочного белка более экономически выгодно в сравнении с производством его в мясе. Однако, в отличие от стран с развитым молочным скотоводством, в России селекция на белкомолочность велась лишь косвенно, основное внимание уделялось жирномолочности, с которой она коррелирует положительно [1]. Даже в бонитировку коров этот показатель включили лишь с 1974 года.

Главная цель наших исследований – изучить белкомолочность трех разных пород молочного скота, разводимых в условиях одного хозяйства, а именно в ЗАО Агрофирма «Пахма», являющегося племязаводом по айрширской породе. Кроме того, хозяйство разводит еще две породы – голштинскую и ярославскую голштинизированную.

ЗАО Агрофирма «Пахма» – одно из лучших хозяйств в Ярославской области: по данным бонитировки средний надой на корову составил 8205 кг, массовая доля жира (МДЖ) – 4,01%, массовая доля белка (МДБ) – 3,24%. Таким образом, исследования проводились в хозяйстве с высоким уровнем кормления и отлаженным племенным учетом, с использованием компьютерной программы «Селэкс».

Научная новизна работы: впервые в Ярославской области проведено ДНК-тестирование коров айрширской и голштинской пород скота по генотипам каппа-казеина и бета-лактоглобулина.

Цель данной работы – дать сравнительную оценку коровам трех молочных пород в условиях одного хозяйства – айрширской, голштинской и ярославской голштинизированной по генетическим и фенотипическим показателям, а именно генотипам каппа-казеина и

бета-лактоглобулина, молочной продуктивности, определить частоту встречаемости А и В - аллельных вариантов и генотипов АА, АВ и ВВ.

### **Материалы и методы**

Для анализа была взята кровь 107 коров, в том числе 37 животных айрширской породы, 35 – голштинской и 35 – ярославской голштинизированной.

Подбор коров в группы осуществляли по методу сбалансированных групп-аналогов по возрасту в отелах (не менее 3 отелов), живой массе, с хорошей молочной продуктивностью, представляющих интерес для дальнейшей селекции. При этом использовали данные зоотехнического и племенного учета хозяйства, карточки племенных коров формы 2-МОЛ.

Методы исследования: общезоотехнические и популяционно-генетические. Молочную продуктивность оценивали по традиционным показателям – удою, МДЖ, МДБ, живой массе. Дополнительно рассчитан комплексный показатель – белково-жировой коэффициент, вычисляемый отношением суммы молочного жира и белка в килограммах к живой массе коров. Этот коэффициент широко используется в странах с развитым молочным скотоводством, как основной, определяющий экономическую эффективность разведения животных, его включают в селекционные программы. Рассчитаны также и относительные показатели – удельный коэффициент удою, МДЖ и МДБ, как отношение фактических показателей к живой массе коров.

ДНК-диагностику вели в лаборатории ДНК-технологии Всероссийского НИИ племенного дела методом ПЦР-ПДРФ [2].

Полученные результаты обработаны биометрически, с расчетом основных показателей по методике Е.К. Меркурьевой [3] и выявлением достоверности разности по Стьюденту при трех уровнях вероятности.

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакетов прикладной программы «Microsoft Office Excel 2007».

### **Результаты исследований**

Данные о молочной продуктивности подконтрольных коров по лактациям приведены в таблицах 1 и 2.

Проанализировав таблицу 1, можно сделать вывод о том, что все коровы имеют высокий уровень молочной продуктивности и хорошо раздаиваются. Коэффициент раздоя для коров айр-

ширской породы от первой лактации ко второй составил 1,16, от третьей лактации к первой – 1,3; для голштинской породы, соответственно, – 1,23 и 1,61; ярославской голштинизированной – 1,22 и 1,40. Рекомендуемые средние зоотехнические нормы удою 1-2 лактация – 1,2; 1-3 лактация – 1,3, то есть они не только выдерживаются, но и значительно превышают нормативы, особенно у коров голштинской и ярославской голштинизированной пород. Это является характерным для коров голштинской породы, которые имеют максимальный раздой в первые 3 лактации.

По удою и МДЖ разница статистически недостоверна, по содержанию белка в молоке разность между коровами айрширской, ярославской голштинизированной и голштинской пород – высоко достоверна ( $p > 0,999$ ).

Показатели изменчивости признаков находятся в пределах статистических норм: по удою – от 13 до 21%, по МДЖ – от 5,7 до 7,65%, по МДБ – 4,2 до 5,5%.

В таблице 2 приведены относительные показатели молочной продуктивности коров, которые также учитываются при селекционной работе: коэффициент молочности, лактационный показатель и белково-жировой коэффициент.

Как видно из таблицы 2, по показателям молочной продуктивности подконтрольные коровы соответствуют обильномолочному производственному типу. Показатели белково-жирового коэффициента у всех трех пород, особенно по третьей лактации, очень высокие, наивысший – у коров голштинской породы (129,7).

В таблицах 3 и 4 представлены показатели молочной продуктивности и качественный состав молока изученных коров с разными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина. Они рассчитаны по первой лактации, которая имела у всех подконтрольных коров.

Из данных таблиц 3 и 4 видим межпородную разницу по показателям молочной продуктивности коров в зависимости от генотипов по каппа-казеину и бета-лактоглобулину.

В группе животных айрширской породы по всем показателям, кроме содержания жира в молоке, лучшими являются животные с генотипом АВ по каппа-казеину [4].

В группе животных голштинской породы полученные данные несколько отличаются от данных айрширской породы. Наиболее высокий удою у коров голштинской породы с генотипом ВВ по каппа-казеину –  $6839,00 \pm 731,59$  кг, наименьший у коров с генотипом АА –  $5991,11 \pm 233,16$  кг.

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности коров разных пород

Средний показатель удоя за лактацию (305 дней)	Кол-во коров (n)	МДЖ, %	МДБ, %	Массовая доля жира, кг	Массовая доля белка, кг	МДБ + МДЖ, кг	Средняя живая масса коров, кг
Айрширская порода							
по 1 лактации							
5985,11± 139,50	36	4,26± 0,05	3,17± 0,03***	254,41± 5,87	190,05± 4,96	444,47± 10,58	509,44± 3,04
по 2 лактации							
6934,08± 306,02	24	4,19± 0,05	3,28± 0,04	291,05± 13,67	226,95± 10,14	518,00± 23,59	533,17± 1,82
по 3 лактации и старше							
8044,19± 259,64	16	4,31± 0,09	3,31± 0,04***	347,43± 14,16	266,02± 8,61	613,45± 22,17	564,63± 4,85
Голштинская порода							
по 1 лактации							
6254,15± 157,82	33	4,22± 0,06	3,00± 0,03***	263,04± 6,23	187,59± 5,13	450,63± 10,97	533,15± 5,48
по 2 лактации							
7681,94± 255,64	33	4,02± 0,07	3,23± 0,03	308,69± 11,97	248,01± 8,41	556,70± 19,67	590,18± 7,42
по 3 лактации и старше							
10045,63± 181,58	30	4,58± 0,06	3,24± 0,03***	459,83± 9,62	325,13± 5,84	784,96± 14,80	606,53± 6,22
Ярославская голштинизированная							
по 1 лактации							
6025,73± 180,47	30	4,13± 0,05	3,19± 0,03***	248,09± 7,30	191,88± 5,60	439,98± 12,70	523,80± 6,64
по 2 лактации							
7347,17± 212,60	30	4,06± 0,05	3,26± 0,04***	298,27± 10,00	238,61± 6,61	536,89± 16,08	560,73± 5,91
по 3 лактации и старше							
8447,61± 239,33	23	4,08± 0,06	3,21± 0,04	343,63± 10,43	270,74± 7,64	614,36± 17,62	617,13± 8,75

\*\*\* – P&gt;0,999

Из таблицы 3 видно, что по удою коровы голштинской породы с разными генотипами каппа-казеина (AA и BB) имеют достоверные различия при P>0,99; а по содержанию жира и белка в молоке – разность статистически недостоверна.

По комплексному показателю – сумме молочного жира и молочного белка на 100 кг живой массы, лучшими являются коровы голштинской породы с генотипом BB по каппа-казеину.

В группе ярославских голштинизированных коров наилучшими показателями отличаются коровы с генотипом AB по каппа-казеину, однако

содержание жира у них в молоке несколько ниже, чем у коров с генотипом AA (4,09±0,10% против 4,14±0,06%), хотя разность недостоверна.

Из таблицы 4 видно, что в группе животных айрширской породы по всем показателям лучшими являются животные с генотипом BB по бета-лактоглобулину. Наименьшие результаты получены у животных с генотипом AA по бета-лактоглобулину, хотя разность статистически недостоверна.

В группе животных голштинской породы установили только два варианта генотипов по бета-

Таблица 2 – Относительные показатели молочной продуктивности подконтрольных коров разных пород

Коэффициент молочности	Лактационный показатель	Удельный коэффициент белкомолочности	Белково-жировой коэффициент
Айрширская порода			
по 1 лактации			
1173,49±24,51	49,92±1,09	37,26±0,89	87,18±1,92
по 2 лактации			
1302,02±58,45	54,66±2,61	42,62±1,94	97,28±4,51
по 3 лактации и старше			
1426,68±48,17	61,67±2,66	47,20±1,65	108,87±4,21
Голштинская порода			
по 1 лактации			
1179,33±35,07	49,57±1,38	35,36±1,12	84,93±2,44
по 2 лактации			
1315,17±53,45	52,87±2,45	42,47±1,74	95,35±4,09
по 3 лактации и старше			
1658,42±29,26	76,02±1,74	53,70±0,99	129,72±2,63
Ярославская голштинизированная			
по 1 лактации			
1158,11±41,36	47,76±1,77	36,92±1,46	84,68±3,08
по 2 лактации			
1312,01±38,29	53,29±1,81	42,65±1,25	95,94±2,96
по 3 лактации и старше			
1377,73±47,39	56,07±2,07	44,19±1,58	100,26±3,59

\*\*\* – P&gt;0,999

лактоглобулину – АА и ВВ. Несколько более высокими удоями отличаются коровы с генотипом ВВ – 6426,60±306,46 кг, но разность недостоверна.

Более жирномолочными (на 0,12 п.п.) оказались коровы голштинской породы с генотипом АА по бета-лактоглобулину, но разность также недостоверна.

По комплексному показателю – сумме молочного жира и молочного белка на 100 кг живой массы разность между коровами с генотипом АА и ВВ статистически недостоверна.

В группе ярославских голштинизированных коров с разными генотипами бета-лактоглобулина достоверной разности показателей удоя, МДЖ и МДБ не установлено, ввиду недостаточного поголовья коров. Можно отметить, что более жирномолочными (на 0,22 п.п.) оказались животные с генотипом АВ по бета-лактоглобулину.

При сравнении животных трех пород между собой по генотипам каппа-казеина, можно сделать вывод, что наилучшие показатели молочной

продуктивности имеют животные с генотипом АВ по каппа-казеину. Сравнивая показатели по бета-лактоглобулину, ввиду малочисленности поголовья коров, следует отметить лишь тенденцию, что животные айрширской и голштинской пород, имеющие генотип ВВ, демонстрируют лучшие показатели молочной продуктивности по сравнению с животными, имеющими генотипы АА и АВ. Среди подконтрольных коров голштинской породы не было обнаружено животных с генотипом АВ по бета-лактоглобулину. По коровам ярославской голштинизированной породы полученные данные несколько отличались: наиболее продуктивными оказались животные с генотипом АВ по бета-лактоглобулину, но разность также статистически недостоверна.

Полиморфизм генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина коров трех разных пород представлен в таблице 5.

При оценке подконтрольных коров выяснили, что у всех изучаемых нами пород достаточно

Таблица 3 – Молочная продуктивность по первой лактации подконтрольных коров трех пород с разными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотипы CSN3		
	AA	AB	BB
Айрширская порода			
количество коров, n	31	5	-
удой, кг	5884,71±143,51*	6607,6±550,62*	-
МДЖ, %	4,25±0,05	4,33±0,07	-
молочный жир, кг	249,40±6,09	285,49±23,46	-
МДБ, %	3,15±0,03**	3,29±0,09**	-
молочный белок, кг	185,74±5,09	216,79±19,10	-
молочный белок, кг + молочный жир, кг	435,14±10,91***	502,28±42,22***	-
Голштинская порода			
количество коров, n	19	11	3
удой, кг	5991,11±233,16**	6187,36±239,77	6839,00±731,59**
МДЖ, %	4,27±0,09	4,22±0,06	3,97±0,33
молочный жир, кг	263,57±10,00	260,33±8,35	269,61±9,72
МДБ, %	3,04±0,05	2,99±0,02	2,83±0,17
молочный белок, кг	188,26±7,89	184,59±7,06	194,32±20,88
молочный белок, кг + молочный жир, кг	451,83±17,30	444,92±15,13	463,93±28,60
Ярославская голштинизированная			
количество коров, n	23	7	-
удой, кг	5988,22±194,00	6149,00±504,85	-
МДЖ, %	4,14±0,06	4,09±0,10	-
молочный жир, кг	247,36±8,06	250,51±19,26	-
МДБ, %	3,17±5,91	3,25±0,09	-
молочный белок, кг	189,55±0,03	201,42±16,24	-
молочный белок, кг + молочный жир, кг	436,91±13,77	450,04±34,92	-

\* достоверно при  $p \leq 0,05$ ; \*\* достоверно при  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* достоверно при  $p \leq 0,001$

высокая частота встречаемости аллеля А каппа-казеина (0,74-0,93) и низкая аллеля В (0,07-0,12), что согласуется с данными, полученными другими авторами [5].

Низкая частота встречаемости аллеля В у айрширской и ярославской голштинизированной пород выразилась в очень высокой (58-86%) встречаемости в стадах коров – носителей генотипа АА, довольно редкой встречаемости генотипа АВ и низкой (0-9%) встречаемости генотипа ВВ. Результаты ДНК-диагностики по гену каппа-казеина свидетельствуют о том, что практически отсутствует генетическое разнообразие в локусе гена каппа-казеина. Причиной такой ситуации яв-

ляется использование в селекционном процессе быков-производителей, не имеющих в своем геноме аллель В.

Частота встречаемости аллеля В бета-лактоглобулина достаточно высокая (0,58-0,70), а аллеля А находится на среднем уровне (0,30-0,42), что также согласуется с данными, полученными другими авторами.

В группе ярославских голштинизированных коров встречаются все три варианта генотипа по бета-лактоглобулину, но наименьшая частота встречаемости у генотипа АА (10%), соответственно и частота встречаемости аллеля А ниже, чем аллеля В (0,30 против 0,70).

Таблица 4 – Молочная продуктивность по первой лактации коров трех пород с разными генотипами бета-лактоглобулина

Показатели	Генотипы BLG		
	AA	AB	BB
Айрширская порода			
количество коров, n	4	17	15
удой, кг	5190,25±798,10	5976,53±188,15	6206,80±214,79
МДЖ, %	4,23±0,14	4,24±0,06	4,29±0,09
молочный жир, кг	219,21±33,88	252,86±7,87	265,56±9,05
МДБ, %	3,13±0,12	3,16±0,04	3,19±0,04
молочный белок, кг	163,37±28,94	189,25±6,85	198,08±7,35
молочный белок, кг + молочный жир, кг	382,58±62,41	442,11±14,32	463,64±15,93
Голштинская порода			
количество коров, n	28	-	5
удой, кг	6223,36±298,23	-	6426,60±306,46
МДЖ, %	4,24±0,18	-	4,12±0,11
молочный жир, кг	262,85±13,06	-	264,09±7,65
МДБ, %	3,03±0,11	-	2,86±0,13
молочный белок, кг	188,15±8,94	-	184,44±13,59
молочный белок, кг + молочный жир, кг	451,00±21,76	-	448,53±20,89
Ярославская голштинизированная			
количество коров, n	3	12	15
удой, кг	5982,33±626,96	6083,42±244,9	5988,27±307,71
МДЖ, %	4,22±0,19	4,24±0,09	4,02±0,08
молочный жир, кг	251,92±22,18	257,84±11,37	239,53±11,78
МДБ, %	3,27±0,09	3,22±0,04	3,15±0,05
молочный белок, кг	195,49±18,27	195,87±7,80	187,97±9,50
молочный белок, кг + молочный жир, кг	518,33±40,11	453,71±18,71	427,50±21,05

Таблица 5 – Полиморфизм генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина коров трех пород по анализируемым генам

Кол-во коров, n	CSN3					BLG				
	частота встречаемости генотипов, %			частота встречаемости аллелей		частота встречаемости генотипов, %			частота встречаемости аллелей	
	AA	AB	BB	A	B	AA	AB	BB	A	B
Айрширская порода										
36	86	14	-	0,93	0,07	11	47	42	0,35	0,65
Голштинская порода										
33	58	33	9	0,74	0,26	-	85	15	0,42	0,58
Ярославская голштинизированная										
30	77	0,23	-	0,88	0,12	10	40	50	0,30	0,70



### Заключение

1. По генотипам каппа-казеина наилучшие показатели молочной продуктивности имеют животные с генотипом АВ по каппа-казеину у всех трех пород. По бета-лактоглобулину отмечена тенденция, что лучшие показатели молочной продуктивности имеют коровы айрширской и голштинской пород с генотипами АА и АВ. Среди подконтрольных коров голштинской породы не было обнаружено животных с генотипом АВ по бета-лактоглобулину.

2. У коров всех трех пород установлена высокая частота встречаемости аллеля А каппа-казеи-

на (0,74-0,93), и низкая – аллеля В (0,07-0,12), что обусловлено высокими удоями коров, маркером которых является генотип АА каппа-казеина. Частота встречаемости аллеля В бета-лактоглобулина также достаточно высокая (0,58-0,70).

3. Для повышения белково-молочности коров трех разводимых в хозяйстве пород рекомендуем производству использовать быков-производителей, которые имеют В-аллельный вариант каппа-казеина в геноме, и проводить индивидуальный подбор родительских пар – гомогенный консолидирующий и гетерогенный улучшающий.

### Литература

1. Есмагамбетов, К.К. Белково-молочность первотелок черно-пестрой и голштинской пород в условиях Зауралья [Текст] / К.К. Есмагамбетов, И.М. Донник // Аграрный вестник Урала. – 2013. – №8 (114). – С. 15-16.
2. 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: ФГБНУ ВНИИплем. – 2015. – 34 с.
3. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве [Текст] / Е.К. Меркурьева – М.: Колос, 1977. – С. 198-225.
4. Егорашина, Е.В. Влияние полиморфизма белков крови на количественные и качественные показатели молока коров айрширской породы [Текст] / Е.В. Егорашина, Р.В. Тамарова // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве: сб. науч. тр. по матер. II Межд. научно-практ. конф. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль, 2016. – С. 29-34.
5. Дроздов, Е.В. Анализ полиморфизма генов каппа-казеина, β-лактоглобулина, пролактина, ген рилизинг-фактора и соматотропина по *alui* и *mspi* маркерам у коров айрширской породы [Текст] / Е.В. Дроздов, В.В. Заякин, И.Я. Нам // Вестник Брянского государственного университета. – 2009. – № 4. – С. 152-155.

### References

1. Esmagambetov, K.K. Belkovomolochnost' pervotelok cherno-pestroj i golshtinskoj porod v uslovijah Zaural'ja [Tekst] / K.K. Esagambetov, I.M. Donnik // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – № 8 (114). – S. 15-16.
2. Kalashnikova, L.A. Rekomendacii po genomnoj ocenke krupnogo rogatogo skota [Tekst] / L.A. Kalashnikova, Ja.A. Habibrahmanova, I.Ju. Pavlova, T.B. Ganchenkova. – Lesnye poljany, MO: FGBNU VNIIPlem. – 2015. – 34 s.
3. Egorashina, E.V. Vlijanie polimorfizma belkov krvi na kolichestvennyye i kachestvennyye pokazateli moloka korov ajrshirskoj porod [Tekst] / E.V. Egorashina, R.V. Tamarova // Povyshenie urovnja i kachestva biogennogo potenciala v zhivotnovodstve: sb. nauch. tr. po mater. II Mezhd. nauchno-prakt. konf. / FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA. – Jaroslavl', 2016. – S. 29-34.
4. Ahmetov, T.M. Molochnaja produktivnost' korov s raznymi kombinacijami genotipov kappa-kazeina i beta-laktoglobulina [Tekst] / T.M. Ahmetov, S.V. Tjul'kin, Je.F. Valiullina // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im N.Je. Baumana. – 2011. – № 207. – S. 51-57.
5. Drozdov, E.V. Analiz polimorfizma genov kappa-kazeina, β-laktoglobulina, prolaktina, gen rilizing-faktora i somatotropina po *alui* i *mspi* markeram u korov ajrshirskoj porod [Tekst] / E.V. Drozdov, V.V. Zajakin, I.Ja. Nam // Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2009. – № 4. – S. 152-155.