



*Белковомолочность,
генотипы
каппа-казеина,
ДНК-тестирование,
генетические
маркеры*

*Protein content,
kappa-casein genotypes,
DNA-testing, genetic
markers*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАРКЕРНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Р.В. Тамарова (фото)

д.с.-х.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»

Н.Г. Ярлыков

к.с.-х.н., доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»

Ю.А. Корчагина

аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»

Молоко и молочные продукты являются основополагающими для полноценного питания человека, сохранения здоровья, увеличения продолжительности жизни. По физиологически обоснованным нормам, рекомендуемым институтом питания РАМН, человеку необходимо потреблять в год молока и молочных продуктов в пересчете на молоко 392 кг, в том числе цельного молока и кисломолочных напитков – 119 кг, творога – 8,9 кг, сметаны – 6,5 кг, сыра – 6,1 кг, масла – 5,9 кг [1].

В РФ среднесуточное потребление молока в 1990 году составило 386 кг, но за годы аграрных реформ численность поголовья коров сократилась с 14,9 до 8,9 млн голов в 2013 году, валовое производство молока уменьшилось с 36,5 до 31,6 млн тонн, хотя среднегодовой удой на корову повысился с 2442 до 3550 кг [2]. В последние годы в России на душу населения молока производится лишь 58% от нормы, а потребление его на уровне 280-270 кг и менее, несмотря на ежегодно увеличивающийся импорт из-за рубежа. В 2012 году этот показатель составил по РФ 267,6 кг, по Ярославской области 261,9 кг, причем доля ввоза в личном потреблении 51%.

Производство сливочного масла и сыра в области также резко снизилось с 1990 по 2012 год: масла с 6747 т до 657 т, или в 10 раз, сыра – с 9817 до 2806 т, или в 3,5 раза (по данным Департамента АПК и ПР Ярославской области).

Особую пищевую ценность представляют белки молока. Они содержат все заменимые и незаменимые аминокислоты и усваиваются организмом на 96-98%. Международная молочная организация IDF приняла рекомендации FAO ООН по оценке качества пищевого белка в рационе человека новым методом «DIASS», показывающим «всю силу молочных белков», их несомненное преимущество перед другими белками. В связи с этим селекция животных молочных пород на повышение содержания белка в молоке и улучшение его сыропригодности является приоритетным направлением в современной зоотехнической науке и практике (не только в РФ, но и других странах мира).

Сыродельная промышленность предъявляет наибольшие требования к качеству молока: содержанию в нем белка, жира, бактериальной обсемененности, количеству соматических клеток, термоустойчивости, кислотности, плотности, соответствию группе чистоты и классности. Удельный вес такого молока крайне мал – лишь 3% от общего производства молока в РФ используют для приготовления сыра. Наибольший импорт сыра в Россию из европейских стран – Голландии, Франции, а также из Прибалтики, Белоруссии, Украины и других.

Рыночный спрос побуждает вести поиски резервов и путей для удовлетворения потребностей населения в необходимых молочных продуктах питания.

В новом ГОСТе и «Техническом регламенте на молоко и молочную продукцию» (№163 ФЗ) обозначены критерии оценки реализуемого молока, нормативные показатели, в соответствии с которыми устанавливаются и ценовые категории, коэффициенты качества, учитываемые в расчетных ценах на молоко: А – 1,1; В – 1,05; С – 1,0; D – 0,9. Кроме того, предусмотрены государственные субсидии за молоко высокого качества, надбавки за превышение содержания белка и жира в поставляемом на реализацию молоке, то есть материальное стимулирование, что немаловажно.

В направлении повышения белкомолочности велись и научные исследования, в результате которых найдены новые методы генетического улучшения молочных стад с использованием иммуногенетики, молекулярной биологии, ДНК-тестирования, генетического мониторинга, маркерной селекции. В начале 90-х годов XX века появились сообщения зарубежных ученых о том, что качество молока и его сыропригодность в значительной степени зависит от аллельных вариантов гена каппа-казеина.

Разработан метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), основанный на расщеплении ферментом рестриктазой молекулы ДНК на фрагменты, с последующим «узнаванием» на сайте отрезков разной длины – аллельных вариантов А и В гена каппа-казеина. Аллель А содержит аминокислоты треонин и аспартат, он ассоциируется с повышенными удоями коров; в варианте В треонин замещен на изолейцин, а аспартат на аланин. В-аллель – маркер повышенного содержания белка и лучшей сыропригодности молока. В зависимости от аллельных вариантов А и В в геноме животных их дифференцируют на генотипы АА, АВ и ВВ по каппа-казеину. Они являются

генетическими маркерами признаков молочной продуктивности – по удою и особенно по содержанию белка в молоке.

В России ДНК-лаборатории были открыты в ведущих научных центрах ВНИИплем и ВИЖ. Исследования новым методом проводились у животных черно-пестрой, швицкой, симментальской, холмогорской пород. Они также подтвердили, что В-аллельный вариант гена каппа-казеина в генотипе устойчиво взаимосвязан с повышенный белкомолочностью, более высоким выходом творога и сыра, лучшим использованием сухого вещества молока (на 5-9%), лучшими коагуляционными свойствами молока. Практика сыроделия показала, что твердые сыры можно приготовить только из молока коров с ВВ-генотипом по каппа-казеину [3].

ДНК-тестированием, проведенным в лаборатории ВНИИплем, установлены отличия по частоте встречаемости аллельных вариантов и генотипов по каппа-казеину в зависимости от породы, породности, генотипов родителей, а также достоверная разница по молочной продуктивности у коров с разными генотипами по каппа-казеину.

В настоящее время во многих генетических центрах мира проводят исследования молочного скота по идентификации и рациональному использованию казеиновых генотипов. Препараты ДНК выделяют из небольших количеств крови. Поскольку генотип в течение жизни животного остается неизменным, установленный полиморфизм гена каппа-казеина можно использовать как генетический маркер уже в раннем возрасте и вести соответствующий отбор молодняка желательных генотипов, ускоряя процесс селекции.

Ярославская порода по белкомолочности и сыропригодности молока является лучшей из отечественных пород, что отмечал еще в 1869 году Н.В. Верещагин. Химический состав молока коров ярославской породы тщательно изучали ученые Тутаевской экспериментальной базы Всесоюзной станции животноводства. По данным исследований, у 213 коров со средним удоем за лактацию 4264 кг молока среднее содержание жира составило 4,01%, белка – 3,7%, молочного сахара – 4,56%, сухой остаток – 13,1%. По месяцам года колебания белка в молоке составляли от 3,53 до 4,06% [4].

Однако в связи с трудностями определения белка в молоке такие исследования были фрагментарными, основную селекцию вели по удою и содержанию жира в молоке. Даже породные стандарты в инструкции по бонитировке были

установлены только по этим двум показателям. Белковомолочность улучшалась лишь косвенно, так как положительно взаимосвязана с жирномолочностью (часть белков находится в оболочках жировых шариков). Содержание белка в молоке, как показатель оценки молочной продуктивности животных, используют в РФ лишь с 1974 года, а в Ярославской области с 1982 года.

В 2002 году содержание белка в молоке коров племязаводов «Горшиха» и «Красный Октябрь» составляло 3,47-3,46%, в племярепродукторах «Агроцех», «Левцово», «Григорьевское» – 3,39-3,41%. В СПК «Грешнево», где ярославских коров с 1975 года скрещивали с голштинскими быками по типу поглотительного, содержание белка в молоке составляло лишь 3,17%.

Скрещивание с голштинами для улучшения отечественных пород в нашей стране массово применяли с переводом животноводства на промышленную основу, строительством крупных молочных комплексов. В 1998 году был апробирован и утвержден михайловский тип ярославской породы, созданный методом воспроизводительного скрещивания ярославских коров в племязаводе «Михайловское» с голштинскими быками селекции США и Канады. Скрещивание с голштинами стали проводить и в других племенных хозяйствах области. Полученных помесных животных назвали «улучшенными генотипами». Но обильномолочная голштинская порода характеризуется пониженным содержанием жира (3,3-3,6%) и белка (2,8-3,0%) в молоке. Эти качества передавались и потомству, особенно высококровному по голштиную.

С 2006 года в связи со строительством в Ярославской области комплексов с беспривязным содержанием коров для них приобретали по импорту черно-пестрый голштинизированный скот и чистопородный голштинский. За 8 лет закуплено в племенные хозяйства 8219 голов, в товарные – 6345 голов, всего – 14564 нетелей черно-пестрой и голштинской пород, а также 484 нетели айрширской породы.

С изменением породного состава молочного стада области изменялись удои, содержание жира и белка в молоке. В динамике наблюдается устойчивая тенденция снижения белковомолочности, и эта проблема приобрела особую актуальность. Для ее решения проводились исследования по тематике НИР ЯГСХА, в рамках научной школы по направлению 06.02.07 – Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных. Кроме традиционных зоотехнических методов, ис-

пользовали и ДНК-тестирование по генотипам каппа-казеина.

Цель исследований: изучить влияние генетических и паратипических факторов на белковомолочность коров разных генотипов и определить эффективность использования ДНК-тестирования по каппа-казеину, как метода маркерной селекции для повышения содержания белка, улучшения сыропригодности молока, увеличения выхода белковомолочных продуктов.

Задачи исследований:

- изучить влияние породы и породности, наследственного родительского потенциала отцов и матерей на белковомолочность, рассчитать селекционно-генетические параметры;
- исследовать полиморфизм белков молока и частоту встречаемости различных генотипов по каппа-казеину и их взаимосвязь с молочной продуктивностью;
- оценить технологические качества молока ярославских чистопородных и голштинизированных коров с разными генотипами каппа-казеина.

Материал и методика

Исследования проводили в племязаводах ОАО «Михайловское», ЗАО «Ярославка», ОАО им. Дзержинского, племярепродукторе ЗАО СХП «Меленковский». Информационной базой являлись карточки племенных коров формы 2-мол и быков производителей 1-мол, каталоги быков ОАО «Ярославское» по племенной работе, сводные бонитировочные ведомости по племенным хозяйствам с 2000 по 2013 год, «Ежегодники по племенной работе» ВНИИплем, годовые отчеты хозяйств с данными о расходе кормов и структуре кормления коров.

ДНК-тестирование образцов крови коров проводили в ДНК-лаборатории ВНИИплем. Экспериментальные образцы сыра из молока коров разных генотипов стада племязавода «Михайловское» изготавливали и оценивали во Всероссийском НИИ маслоделия и сыроделия (г. Углич). Выработку творога и его оценку проводили в Институте контроля качества сырья и пищевых продуктов (г. Ярославль).

В племязаводе ЗАО «Ярославка» от коров, предварительно ДНК-тестированных, отбирали образцы молока для изготовления творога. Всего ДНК-тестирование проведено на поголовье 251 коров, в том числе 101 – ярославские чистопородные, 108 – михайловского типа (75% кровности по голштиную) и 42 – улучшенных генотипов с кровностью по голштиную в среднем 74%.

Результаты исследований

Оценка содержания белка в молоке коров разных пород и типов ведется в ОАО «Ярославское» по племенной работе во всех племенных хозяйствах области. Соответствующие данные в динамике за 10 лет приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 наглядно видно, что коровы разных пород имеют в единых средовых условиях различное содержание белка в молоке: наивысшее – у коров айрширской, ярославской пород и михайловского типа, наименьшее – у коров черно-пестрой и голштинской пород. В среднем по всем породам в племенных стадах этот показатель мало изменялся в течение 10 лет, однако очевидно значительное его снижение в 2011 и 2013 годах, причем по всем породам, включая ярославскую и айрширскую. Требуется анализ такого положения с учетом различных факторов: изменения породного состава молочного стада, кормления животных и наличия в рационах белковых кормов (жмыхов и шротов), природно-климатических условий.

Высокие и стабильные в течение ряда лет показатели белкомолочности были в хозяйствах «Меленковский», «Михайловское», «Красный Октябрь», «Григорьевское», «Агроцех», «Горшиха», «Ярославка» – в среднем ежегодно 3,4-3,59% при удоях коров свыше 6000 кг молока и жирномолочности от 4,3 до 4,7%. В других хозяйствах, наоборот, содержание белка пониженное (от 2,9 до 3,18%) – «Арефинское», «Ярославский бройлер», «Новый путь», «Шопша», «Агробизнес», им. Дзер-

жинского. В ЗАО «Татищевское» Ростовского МР, СПК «Родина» Угличского МР белкомолочность коров снижалась с 3,4 до 3,12%, что обусловлено закупками больших партий импортного черно-пестрого голштинизированного скота.

Нельзя не учитывать изменения, произошедшие в хозяйствах области с 2000 по 2012 год по количественному и породному составу молочных стад. поголовье коров в области снизилось с 90 до 50 тысяч голов, доля племенных хозяйств в общем поголовье возросла с 15 до 36%, в валовом производстве молока – с 25,4 до 50%, удой на корову увеличился в племенных хозяйствах с 4240 кг до 5990 кг, а по области – с 2447 кг до 4566 кг, содержание жира в молоке возросло с 4,08 до 4,31%, а белка снизилось с 3,33 до 3,23% (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что поголовье ярославских чистопородных коров в области снизилось на 10,5%, хотя в племенных хозяйствах был рост на 11,1%, а численность голштинизированного ярославского скота резко возросла: в области на 131,4%, в племенных хозяйствах – на 76,8%.

Удой за 12 лет увеличились как у голштинизированных, так и ярославских чистопородных коров, при почти одинаковых темпах роста: 53,3% и 50,5% – по области, 36,5 и 32,4% – в племенных хозяйствах.

Содержание жира в молоке возросло на 0,26%, а белка снизилось – на 0,15-0,13%. При этом у ярославских чистопородных коров МДБ в те же годы оставалась выше, чем у голштинизированных – на 0,19-0,09%, что также указывает на

Таблица 1 – Содержание белка в молоке коров разных пород и типов в племенных хозяйствах Ярославской области (в %)

Годы	Ярославская порода	Михайловский тип	Ярославская + улучшенные генотипы	Улучшенные генотипы	Айрширская	Черно-пестрая	Голштинская	В среднем по племенным хозяйствам
2004	3,33	3,22	3,31	3,24	3,40	3,15	3,13	3,27
2005	3,39	3,38	3,34	3,29	3,48	3,18	3,19	3,33
2006	3,42	3,41	3,37	3,34	3,53	3,27	3,26	3,36
2007	3,40	3,45	3,35	3,30	3,52	3,37	3,34	3,34
2008	3,33	3,40	3,29	3,25	3,34	3,16	3,26	3,28
2009	3,29	3,28	3,25	3,23	3,29	3,12	3,22	3,25
2010	3,24	3,15	3,21	3,17	3,24	3,08	3,18	3,20
2011	3,18	3,18	3,14	3,10	3,14	3,05	3,19	3,15
2012	3,27	3,30	3,23	3,19	3,25	3,16	3,21	3,23
2013	3,19	3,15	3,15	3,12	3,11	3,11	3,13	3,14
В среднем за 10 лет	3,31	3,29	3,27	3,22	3,32	3,16	3,21	3,26

Таблица 2 – Динамика поголовья и продуктивности коров разных породных групп в племенных хозяйствах и в целом по Ярославской области

Показатели	Единица измерения	В племенных хозяйствах			В среднем по области		
		2000 год	2012 год	± к 2000, %	2000 год	2012 год	± к 2000, %
Ярославские чистопородные							
Поголовье коров	гол.	4102	4560	+11,1	8405	7526	-10,5
Средний удой	кг	3881	5138	+32,4	3113	4687	+50,5
МДЖ	%	4,20	4,46	+0,26	4,04	4,39	+0,25
МДБ	%	3,30	3,28	-0,02	3,39	3,26	-0,13
Улучшенные генотипы и михайловский тип							
Поголовье коров	гол.	4194	7412	+76,8	5719	13234	+131,4
Средний удой	кг	4618	6305	+36,5	3659	5609	+53,3
МДЖ	%	4,11	4,37	+0,26	3,98	4,31	+0,33
МДБ	%	3,33	3,18	-0,15	3,20	3,17	-0,03

преимущество породы по белковомолочности и ее консолидацию по этому признаку.

Снижение показателя МДБ частично обусловлено и генетически, вследствие отрицательной корреляции удоя с содержанием жира и белка в молоке, что является биологической закономерностью. При изучении селекционно-генетических параметров нами установлено: в племзаводе ОАО «Михайловское» корреляция отрицательная по удою и МДЖ ($r = -0,169$), по удою и МДБ ($r = -0,249$); по массовой доле жира и белка в молоке – высокая положительная ($r = +0,693$). У коров михайловского типа аналогичная направленность, но с разными коэффициентами в зависимости от доли крови голштинов.

В племрепродукторе ЗАО СХП «Меленковский» корреляции признаков в среднем за 3 лактации составили у ярославских чистопородных коров: удой – МДЖ, $r = -0,22$; удой – МДБ, $r = -0,34$; МДЖ – МДБ, $r = +0,55$; аналогично и у голштинизированных коров.

Повторяемость показателей белковомолочности от 1-й до 3-й лактации высокая: от 0,52 до 0,98 у ярославских и от 0,53 до 0,94 – у голштинизированных коров. Изменчивость белковомолочности небольшая: C_v от 3,5 до 4,6%, возрастные изменения незначительные. Показатель МДБ очень устойчив в течение продуктивной жизни коров, так что надежный отбор по целевым стандартам можно вести уже с первой лактации для консолидации стада по белковомолочности.

Наследуемость белковомолочности в родственных парах «мать-дочь» оказалась достаточно высокой, прослеживалось и влияние со стороны

отцов, особенно быков с племенными категориями улучшателей по жирномолочности.

Из паратипических факторов на белковомолочность коров влияли сезон года и кормление коров (исследования проведены в ЗАО СХП «Меленковский»).

Проведенный научный анализ методами популяционной генетики показал межстадные различия по белковомолочности. Следовательно, необходимо вести селекцию в каждом стаде, подкрепляя генетическое повышение потенциала улучшением кормления животных для более высокой его реализации.

ДНК-исследования ведутся нами с 2005 года. Установлено, что частота встречаемости В-аллеля, ассоциируемого с более высокой белковомолочностью и улучшенной сыропригодностью молока, у ярославских чистопородных коров почти в два раза выше, чем у коров михайловского типа и улучшенных генотипов, а частота генотипов ВВ по каппа-казеину в 3,1 раз и выше, в среднем по двум хозяйствам (табл. 3).

Из таблицы 4 видно, что у ярославских чистопородных коров МДБ в молоке (% и кг) достоверно выше при наличии в генотипе В-аллеля по каппа-казеину (по удою нет достоверной разности). У коров с долей крови голштинов на уровне 75% достоверно выше удои животных с АА-генотипом по каппа-казеину при одинаковой белковомолочности, но отмечены межхозяйственные различия у одногенотипных животных. При анализе молочной продуктивности коров михайловского типа на поголовье 62 коров разных генотипов за наивысшую лактацию и в среднем за ряд лактаций

Таблица 3 – Полиморфизм гена каппа-казеина у подконтрольных коров в племязаводах ОАО «Михайловское» и ОАО им. Дзержинского

Породные группы	Голов, n	Генотипы по каппа-казеину, %			Частота аллелей	
		AA	AB	BB	A	B
Ярославские чистопородные	52	34,6	48,1	17,3	0,59	0,41
Улучшенные генотипы и михайловский тип	73	64,4	30,1	5,5	0,79	0,21

установлено также достоверное преимущество по содержанию белка в молоке коров с BB – генотипом по каппа-казеину, а по выходу молочного белка в кг – коров с AB-генотипом.

Эта закономерность подтверждается также данными анализа химического состава молока и исследованиями его сыропригодности по сычужно-бродильной пробе в повторных выборках.

Содержание белка в молоке коров с генотипом BB по каппа-казеину составляло 3,48-3,56% (ярославские чистопородные и михайловский тип) против 3,37-3,41% у коров с генотипом AA; содержание жира соответственно – 4,40-4,53% против 4,26-4,48%: сычужная свертываемость 12-16 минут против 16-21,5 минут у коров с AA-генотипом.

При выработке экспериментальных образцов сыра установлено, что наибольший выход сыра марки «Российский» после созревания был из молока коров с BB-генотипом по каппа-казеи-

ну ярославских чистопородных – 10,63% и с генотипом AB – у михайловского типа – 10,28%. У них же меньший расход молока на 1 кг сыра – 9,41 кг и 9,72 кг против 10,20 кг и 10,42 кг у коров других генотипов (AB ярославских чистопородных и AA михайловского типа).

По результатам дегустации специалистов ВНИИМС, наивысшую оценку получил сыр из молока ярославских коров с BB-генотипом – 78 баллов. Он имел оптимальные органолептические характеристики. Сыр из молока ярославских коров с AB-генотипом оценен в 76 баллов, михайловского типа с AB-генотипом – 75 баллов, с AA-генотипом – 74 балла [5].

Аналогичные данные получены при ДНК-генотипировании коров по каппа-казеину в стаде ЗАО СХП «Меленковский»: частота аллелей A и B у ярославских коров составила 0,56 и 0,44; у голштинских – 0,83 и 0,17. С генотипами AA и AB из ярославских коров по 37,5%, с BB-гено-

Таблица 4 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами по каппа-казеину в племязаводах ОАО «Михайловское» и ОАО им. Дзержинского (в среднем)

Показатели	Единицы измерения	Генотипы по каппа-казеину		
		AA	AB	BB
Ярославские чистопородные				
Поголовье	гол.	18	25	9
Средний удой	кг	5143	5093	5160
МДЖ	%	4,35	4,38	4,51
МДБ	%	3,38	3,48	3,49
Молочный жир	кг	223,8	223,3	232,9
Молочный белок	кг	174,0	177,0	180,0
Голштино-ярославские коровы (74-75% крови голштинов)				
Поголовье	гол.	47	22	4
Средний удой	кг	5904	5836	5454
МДЖ	%	4,35	4,30	4,25
МДБ	%	3,32	3,33	3,33
Молочный жир	кг	256,8	250,9	231,5
Молочный белок	кг	196,1	194,6	181,6

типом – 25%; из голштинских с АА-генотипом – 66,7%, с АВ-генотипом – 33,3%. Преимущество по белковомолочности у коров с ВВ-генотипом по каппа-казеину – 3,51% белка против 3,4% у коров других генотипов [6].

Из 20 ярославских чистопородных коров, ДНК-тестированных по каппа-казеину в стаде ЗАО «Ярославка», 35% имели генотип АА, 50% – генотип АВ и 15% – генотип ВВ. Они имели качественные показатели молока по генотипам АА, АВ и ВВ, соответственно: МДЖ – 4,1; 4,6; 5,1%; МДБ – 3,3; 3,4; 3,5%; СОМО – 8,3; 9,1; 9,3%; соотношение жир-белок – 1,24; 1,35; 1,46. Таким образом, самые высокие показатели по всем признакам – у коров с генотипом ВВ по каппа-казеину.

Из молока этих коров (по 6 л от каждой группы) был приготовлен творог двумя способами: кислотным и кислотно-сычужным. Выход творога оказался в обоих случаях наивысшим из молока коров с генотипом АВ по каппа-казеину – 22,8-24,6%, против 18,2-18,8% от коров с АА-генотипом и 20,5-21,6% – с ВВ-генотипом. Расход молока на 1 кг творога, соответственно: с АВ-генотипом – 4,1-4,4 кг, АА-генотипом – 5,3-5,5 кг, ВВ-генотипом – 4,6-4,9 кг. Сыворотки отделилось больше из молока коров с АА-генотипом по каппа-казеину. Следовательно, белки молока коров с В-аллельным вариантом каппа-казеина обладают лучшей гидрофильностью, то есть способностью прочно удерживать влагу, что важно в сыроделии.

Органолептическая оценка образцов творога показала, что творог из молока коров с генотипом АА каппа-казеина был мягким и мажущимся, а с генотипом ВВ – с крупными и упругими частицами молочного белка. Оценка в баллах: АА – 85, АВ – 94, ВВ – 89 [7].

При производстве творога кислотно-сычужным способом длительность сквашивания на 2 часа меньше, чем при кислотном способе, меньше потерь жира с сывороткой, лучше качество сгустка, более нежный и приятный вкус.

Выводы

1. Маркерная селекция позволяет значительно ускорить селекционный процесс и вести специализированный отбор животных: для получения максимальных удоев (АА-генотип по каппа-казеину), увеличения выхода белковомолочных продуктов, в частности, твердых сыров (АВ, ВВ-генотипы по каппа-казеину), в зависимости от рыночного спроса и условий хозяйств по реализации продукции.

2. Метод ДНК-тестирования племенных животных по генотипу каппа-казеина является эффективным для повышения белковомолочности коров и улучшения сыропригодности молока. Аллельные варианты каппа-казеина можно достаточно надежно использовать в качестве генетических маркеров молочной продуктивности в селекции ярославского чистопородного и голштинизированного скота.

3. Для успешной селекции по качественным показателям молока необходимо ДНК-тестировать по генотипам каппа-казеина не только маточное поголовье, но и быков-производителей, чтобы вести целенаправленный гомогенный подбор родительских пар и отбор в потомстве для консолидации признака на генетическом уровне. Это позволит в ускоренные сроки создать новые специализированные типы крупного рогатого скота и повысить эффективность молочного скотоводства.

Литература

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст] / К.К. Горбатова. – СПб., Гиорд, 2001. – 320 с.
2. Стрекозов, Н.И. Молочное скотоводство России [Текст] / Н.И. Стрекозов, Х.А. Амерханов, Н.Г. Первов. – Москва: ВИЖ, 2013. – 616 с.
3. Калашникова, Л.А. Селекция XXI века: использование ДНК-технологий [Текст] / Л.А. Калашникова, И.М.Дунин, В.И. Глазко. – Лесные поляны, 2001. – 34 с.
4. Цибизов, Н.И. Химический состав молока коров ярославской породы [Текст] / Н.И. Цибизов, Д.С. Лебедев // Труды Всесоюзной станции животноводства – МСХ СССР. – Тутаев, 1954. – 463 с.
5. Ярлыков, Н.Г. Влияние генотипа каппа-казеина на сыропригодность молока коров ярославской породы и михайловского типа [Текст] / Н.Г. Ярлыков, Р.В. Тамарова. Ярославль: ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2012. – 124 с.
6. Тамарова, Р.В. Повышение белковомолочности коров при использовании маркерной селекции [Текст] / Р.В. Тамарова, Ю.А. Корчагина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – №2. – С. 55–59.
7. Тамарова, Р.В. Влияние генотипа по каппа-казеину на количество творога из молока коров ярославской породы [Текст] / Р.В. Тамарова, Ю.А. Корчагина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – №4. – С. 46–50.