

УДК 636.2.082.2:636.034(476)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖИРНО-КИСЛОТНОГО
СОСТАВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ
МАСЛА СЛИВОЧНОГО, ВЫРАБОТАННОГО ИЗ МОЛОКА
КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ С
ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСНЫМ ГЕНОТИПОМ
ГЕНОВ $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$**

А. Н. Михалюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** крупный рогатый скот, гены диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 ($DGAT1$), соматотропина (GH), пролактин (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG), жирно-кислотный состав, масло сливочное, органолептическая оценка, фитостерины, метиловые эфиры жирных кислот.*

***Аннотация.** Результаты органолептической оценки и физико-химического анализа жирно-кислотного состава образцов сливочного масла выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ показали, что жирно-кислотный состав всех образцов сбалансирован по содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы. Было установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов сливочного масла фитостеринов обнаружено не было, отсутствовала фальсификация жировой фазы масла жирами немолочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.*

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE FATTY-ACID COMPOSITION AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF SAMPLES OF BUTTER PRODUCED FROM THE MILK OF COWS OF DOMESTIC SELECTION WITH A PREFERRED COMPLEX GENOTYPE OF DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} GENES

A. N. Mikhalyuk

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: cattle, genes for diacylglycerol O-acyl transferase 1 (DGAT1), growth hormone (GH), prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG), fatty acid composition, butter, organoleptic evaluation, phytosterols, fatty acid methyl esters.

Summary. The results of the organoleptic evaluation and physicochemical analysis of the fatty acid composition of butter samples produced from the milk of cows of the Red Belarusian breed group, Belarusian Black-and-White breed cows and Holstein cows of dairy cattle of domestic selection with the preferred complex genotype DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} showed that the fatty acid composition of all samples is balanced in terms of the content of saturated and unsaturated fatty acids, which was reflected in such organoleptic indicators as taste, smell and texture, which received the maximum points during their expert evaluation. It was found that phytosterols were not found in any of the samples of butter presented for testing, there was no falsification of the fatty phase of the butter with fats of non-dairy origin, since the values of the ratios of the mass fractions of methyl esters of fatty acids (or their sums) did not go beyond the established limits of the ratios.

(Поступила в редакцию 12.05.2023 г.)

Введение. Развитие молекулярной генетики повлекло за собой изменения в представлениях о селекции в животноводстве и способствовало появлению качественно новых методов отбора и подбора животных, основанных на использовании молекулярно-генетических маркеров [3]. По мнению многих ученых, фенотипическая селекция сегодня находится на пределе своих возможностей, являясь при этом, мероприятием дорогостоящим и длительным, поэтому эффективность селекции в ближайшем будущем будут определять новые высокоэффективные методы молекулярной генетики [10, 11, 19, 20]. Данные методы основаны на поиске и использовании перспективных генетических генов-маркеров продуктивности животных, изучении их полиморфизма, а также влиянии на хозяйственно полезные признаки.

Проблема получения эффективных маркеров для хозяйственно полезных признаков обусловлена полигенностью количественных признаков и их низким уровнем наследуемости. Это означает, что их количественный уровень генетически определяется различными аллельными

вариантами целого ряда локусов, разбросанных по всему геному [13, 14, 16]. Среди множества генов, обуславливающих молочную продуктивность и качество молока, можно выделить группу «мажорных» генов, вносящих наибольший вклад в формирование и функционирование данного количественного признака. В качестве «мажорных» условно принято считать те гены, у которых различия по величине признака между альтернативными гомозиготами равно стандартному отклонению или превышает его [2]. К таким генам относятся гены, кодирующие белки молока или молочный жир, поэтому они могут быть использованы в качестве прямых генетических маркеров хозяйственно полезных признаков. Внедрение генетических маркеров в качестве дополнительных критериев при отборе сельскохозяйственных животных позволит ускорить селекционный процесс и повысить его эффективность.

В качестве перспективных генов-маркеров продуктивности коров выделяют гены диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), GH (гормона роста), PRL (пролактина), BLG (бета-лактоглобулина), BoLA DRB 3 и др.

Для повышения эффективности селекционно-племенной работы, направленной на совершенствование наиболее важных хозяйственно полезных признаков, рекомендуется маркировать один и тот же признак по нескольким генам. Комплексное маркирование позволяет более эффективно проводить селекционную работу, что способствует повышению уровня молочной продуктивности крупного рогатого скота [18, 26].

Цель работы – сравнительная оценка жирно-кислотного состава и органолептических свойств образцов масла сливочного, выработанного из молока коров отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлся биологический материал (ушной выщип) от коров красной белорусской породной группы в количестве 104 проб, коров белорусской черно-пестрой породы в количестве 105 проб, содержащихся в УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области. От коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, содержащихся в СПК им. И. П. Сенько Гродненского района, отбрали 105 проб.

ДНК-генотипирование животных по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК готовили по

Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж. Сэмбруку [15], а для амплификации и рестрикции использовали растворы производства ОДО «Праймтех» (Беларусь).

Для амплификации участка гена DGAT1 использовали праймеры [29]:

DGAT 1 1: 5' CAC CAT CCT CTT CCT CAA GC 3';

DGAT 1 2: 5' ATG CGG GAG TAG TCC ATG TC 3'.

Условия проведения ПЦР DGAT1: 94 °С – 5 мин; 30 циклов: 94 °С – 30 с; 59 °С – 40 сек; 72 °С – 40 с; достройка или финальная элонгация: 72 °С – 7 мин. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена DGAT1 составила 411 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена DGAT1 применяли эндонуклеазу Aco I. Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену DGAT1 идентифицировался генотип: DGAT1^{KK} – фрагмент 411 п. н.

Для амплификации участка гена GH использовали праймеры [28]:

GH 1: 5' CCG TGT CTA TGA GAA GC 3';

GH 2: 5' GTT CTT GAG CAG CGC GT 3'.

Условия проведения ПЦР GH: 94 °С – 4 мин; 35 циклов: 94 °С – 45 с; 65 °С – 45 с; 72 °С – 45 с; достройка или финальная элонгация: 72 °С – 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена GH составила 223 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена GH применяли эндонуклеазу AluI. Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену GH идентифицировались генотипы: GH^{LL} – 208 п. н.; GH^{LV} – 208/172/35 п. н.; GH^{VV} – 172/35 п. н.

Для амплификации участка гена BLG использовали праймеры [27]:

BLG 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3';

BLG 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'.

Условия проведения ПЦР BLG: 94 °С – 5 мин; 30 циклов: 94 °С – 30 с; 59 °С – 40 с; 72 °С – 20 с; элонгация: 72 °С – 3 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина фрагмента гена BLG – 247 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена BLG применяли эндонуклеазу BsuRI (Hae III). Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену BLG идентифицируются следующие генотипы: BLG^{AA} – фрагменты 148/99 п. н.; BLG^{AB} – фрагменты 148/99/74 п. н.; BLG^{BB} – фрагменты 99/74 п. н.

Для амплификации участка гена PRL использовали праймеры [30]:

PRL 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3';

PRL 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3.

Условия проведения ПЦР PRL: 94 °С – 4 мин; 35 циклов: 94 °С – 45 с; 65 °С – 45 с; 72 °С – 45 с; элонгация: 72 °С – 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2 % агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена PRL – 156 п. н. Для рестрикции амплифицированного участка гена PRL применяли эндонуклеазу Rsa I. Реакцию проводили при температуре 37 °С. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3 % агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе гель-документирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену PRL идентифицируются следующие генотипы: PRL^{AA} – длиной 156 п. н.; PRL^{AB} – 156/82/74 п. н.; PRL^{BB} – 82/74 п. н.

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные красной белорусской породной группы, животные белорусской чернопестрой породы и коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели по животным, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации или укороченную лактацию.

Молоко и полученные сливки, предназначенные для выработки масла, оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. В молоке определяли органолептические показатели (внешний вид, консистенцию, вкус и запах, цвет) в соответствии с СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» [21], в сливках питьевых органолептические показатели (внешний вид, консистенцию, вкус и запах, цвет) определяли в соответствии с СТБ 1887-2016 «Сливки питьевые. Общие технические условия» [22].

Плотность молока определяли по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности» [8]. Массовую долю жира в сырье определяли методом Гербера по СТБ ISO 2446-2009 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» [24], титруемую кислотность в соответствии с ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» [7]. Массовую долю белка, содержание лактозы, минеральных веществ в молоке определяли с помощью ультразвукового анализатора АКМ-98. Общее количество бактерий (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа» [6]. Соматические клетки в молоке определяли вискозиметрическим методом по ГОСТ 23453-90 Молоко. Методы определения количества соматических клеток» [4].

Для оценки влияния массовой доли жира в молоке коров изучаемых пород с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ на выход готового продукта было выработано масло сливочное несоленое в условиях кафедры технологии хранения и переработки животного сырья УО «ГГАУ», проведен органолептический и физико-химический анализ полученных образцов продукта.

Для выработки масла сладкосливочного несоленого было отобрано молоко весенне-летнего периода от коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ в количестве 36 кг от каждой породы. В результате проведенных расчетов и выполнения технологического процесса определили фактический выход готового продукта (масла сладкосливочного несоленого) и в пересчете на продукт 85%-й жирности.

В масле сливочном, выработанном из молока коров изучаемых пород, определяли массовую долю жира методом Гербера по СТБ ISO 2446-2009 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира» [24]. Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого

вещества» [9]. Общее количество бактерий (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа» [6]. Показатели качества и безопасности оценивали на соответствие требованиям ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» ТР ТС 033/2013 (№ 67 от 9 октября 2013 года с изменениями на 10 июля 2020 года) [25].

Определение жирно-кислотного состава масла сливочного, а также наличие фитостеринов определяли с использованием метода газовой хроматографии по ГОСТ 31663-2012 [5] в аккредитованной испытательной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации».

Результаты исследований и их обсуждение. При оценке ассоциированного влияния полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по показателям молочной продуктивности предпочтительным комплексным генотипом явился генотип генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}.

Для оценки влияния жирности молока коров изучаемых пород с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} на выход готового продукта было выработано масло сливочное несоленое, проведен органолептический и физико-химический анализ полученных образцов продукта.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее высокий выход масла сладкосливочного несоленого 85%-й жирности был получен из молока коров красной белорусской породной группы с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} и составил 1,78 кг, что на 31,8 % больше, чем из молока коров белорусской черно-пестрой породы, и на 21,9 %, чем из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с аналогичными комплексными генотипами генов соответственно.

При проведении физико-химического анализа готового продукта особое внимание уделялось жирно-кислотному составу масла сливочного, а также наличию фитостеринов в продукте. Анализ жирно-кислотного состава сливочного масла выработанного из молока коров изучаемых пород с приоритетным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} (таблица 1) показал, что содержание летучих жирных кислот (масляной, капроновой, каприловой и каприновой) в образцах, изготовленных из молока коров красной белорусской

породной группы и молока коров черно-пестрой породы, было примерно одинаковым, незначительно варьируя в зависимости от породы.

Таблица 1 – Жирно-кислотный состав сливочного масла, выработанного из молока коров изучаемых пород с приоритетным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}

Наименование жирной кислоты по тривиальной номенклатуре	Фактические значения по результатам испытаний образцов сливочного масла из молока коров*			Массовая доля жирной кислоты, % от суммы жирных кислот**
	Красной белорусской породной группы	Белорусской черно-пестрой породы	Голштинской породы молочного скота отечественной селекции	
Масляная C _{4:0}	3,9	4,1	3,5	2,4-4,2
Капроновая C _{6:0}	2,8	2,8	2,4	1,5-3,0
Каприловая C _{8:0}	1,8	1,6	1,4	1,0-2,0
Каприновая C _{10:0}	3,8	3,5	3,0	2,0-3,8
Деценовая C _{10:1}	0,3	0,3	0,3	0,2-0,4
Лауриновая C _{12:0}	4,4	3,9	3,5	2,0-4,4
Миристиновая C _{14:0}	11,8	11,9	10,8	8,0-13,0
Миристолеиновая C _{14:1}	0,8	0,9	1,1	0,6-1,5
Пальмитиновая C _{16:0}	28,9	29,4	32,9	21,0-33,0
Пальмитолеиновая C _{16:1}	1,5	1,5	2,0	1,5-2,4
Стеариновая C _{18:0}	10,4	10,0	7,7	8,0-13,5
Олеиновая C _{18:1}	20,6	20,5	21,0	20,0-32,0
Линолевая C _{18:2}	3,2	3,5	3,5	2,2-5,5
Линоленовая C _{18:3}	0,6	0,6	0,4	До 1,5
Арахидоновая C _{20:0}	0,1	0,1	0,1	До 0,3
Бегеновая C _{22:0}	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	До 0,1
Прочие	3,0	~ 3,0	~ 3,0	2,5-6,5

Примечание

1 * – по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;

2 ** – в соответствии с ГОСТ 31663-2012

Что касается образца масла сливочного, выработанного из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с желательным комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}, то необходимо отметить, что содержание указанных выше летучих жирных кислот было несколько ниже, чем у коров красной белорусской породной группы и коров черно-пестрой породы аналогичных генотипов, что может объясняться отличиями в рационах кормления животных. Следует отметить, что массовая доля летучих жирных кислот во всех исследуемых образцах продукта находилась в установленном

интервале, а по некоторым жирным кислотам – масляной, капроновой, каприновой – на его верхних границах.

Как было отмечено выше, летучие жирные кислоты в сочетании с другими придают специфический вкус и запах молочному жиру. По результатам испытаний образцов продукции установлено, что содержание стеариновой и миристиновой жирных кислот не выходило за пределы установленного интервала и лишь по пальмитиновой кислоте в образце масла, выработанного из молока коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, показатель был на верхней границе установленных значений.

Значительное влияние на физические и химические свойства молочного жира оказывают ненасыщенные жирные кислоты, что обусловлено наличием двойных связей и, соответственно, большим числом изомерных форм в сравнении с насыщенными жирными кислотами.

Ненасыщенные жирные кислоты характеризуют высокую биологическую ценность молочного жира, а также влияют на его консистенцию и вкус [1, 12].

Анализ результатов жирно-кислотного состава сливочного масла свидетельствует о том, что содержание полиненасыщенных жирных кислот в изучаемых образцах незначительно отличалось в зависимости от породы, но не выходило за пределы установленных минимальных и максимальных границ.

В целом, анализируя жирно-кислотный состав всех образцов сливочного масла, выработанного из молока коров изучаемых пород и породных групп с предпочтительным комплексным генотипом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$, можно отметить его сбалансированность, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы.

При оценке натуральности сливочного масла и возможной фальсификации его жировой фазы, важное значение имеют такие показатели, как наличие фитостеринов и соотношения массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе.

В таблице 2 представлены данные о соотношении массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе, а также о наличии фитостеринов.

Таблица 2 – Соотношение массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) в жировой фазе

Наименование жирных кислот по тривиальной номенклатуре	Фактические значения по результатам испытаний образцов сливочного масла из молока коров*			Границы соотношения массовых долей метиловых эфиров жирных кислот в молочном жире**
	Красной белорусской породной группы	Белорусской черно-пестрой породы	Голштинской породы молочного скота отечественной селекции	
Пальмитиновая (C _{16:0}) к лауриновой (C _{12:0})	6,6	7,5	9,5	От 5,8 до 14,5
Стеариновая (C _{18:0}) к лауриновой (C _{12:0})	2,4	2,5	2,2	От 1,9 до 5,9
Олеиновая (C _{18:1}) к миристиновой (C _{14:0})	1,9	1,9	2,2	От 1,6 до 3,6
Линолевой (C _{18:2}) к миристиновой (C _{14:0})	0,3	0,3	0,3	От 0,1 до 0,5
Суммы олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,5	0,5	0,5	От 0,4 до 0,7
Наличие фитостерина				
– стигмастерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается
– кампестерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается
– β-ситостерин	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен	Не допускается

Примечание

1 * – по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;

2 ** – в соответствии с ГОСТ 31663-2012

При оценке качества образцов сливочного масла, выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с приоритетным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}, было установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов фитостерина обнаружено не было, не выявлена и фальсификация жировой фазы масла жирами немолочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.

Полученные в результате выполнения технологического процесса образцы масла сладкосливочного несоленого были подвергнуты органолептической оценке. Органолептическую оценку осуществляли экспертным методом. Экспертам (5 человек) было предложено оценить

полученный готовый продукт по следующим показателям: вкус и запах, консистенция, цвет и упаковка. Согласно СТБ 1890-2017 «Масло из коровьего молока. Общие технические условия» [23], масло оценивается по 20-балльной шкале (таблица 3).

В зависимости от органолептической оценки сливочное масло подразделяют на сорта:

высший сорт – 16-20 баллов (вкус и запах – не менее 7);

1 сорт – 12-15 баллов (вкус и запах – не менее 5 баллов).

Органолептическая оценка показала, что все представленные образцы имели выраженный сливочный вкус и привкус пастеризации, без посторонних привкусов и запахов. Продукт имел плотную, однородную, пластичную консистенцию. Цвет желтый, однородный, равномерный по всей массе.

Таблица 3 – Балльная оценка сливочного масла

Показатель	Баллы
Вкус и запах	10 баллов
Консистенция	5 баллов
Цвет	2 балла
Упаковка	3 балла

По результатам экспертной оценки все образцы выработанного продукта набрали максимальное количество баллов (20), что соответствует высшему сорту.

Заключение. При оценке ассоциированного влияния полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG на показатели молочной продуктивности коров красной белорусской породной группы, белорусской черно-пестрой породы и голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по показателям молочной продуктивности предпочтительным комплексным генотипом явился генотип генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}. Результаты органолептической оценки и физико-химического анализа жирно-кислотного состава образцов сливочного масла, выработанного из молока коров красной белорусской породной группы, коров белорусской черно-пестрой породы и коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции с предпочтительным комплексным генотипом генов DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}, показали, что жирно-кислотный состав всех образцов сбалансирован по содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, что отразилось на таких органолептических показателях, как вкус, запах и консистенция, которые при их экспертной оценке получили максимальные баллы. Установлено, что ни в одном из представленных для испытаний образцов сливочного масла фитостерин-ов обнаружено не было, отсутствовала фальсификация жировой фазы

масла жирами немолочного происхождения, т. к. значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот (или их сумм) не выходило за установленные границы соотношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабанщиков, Н. В. Молочное дело / Н. В. Барабанщиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 350 с.
2. Молекулярно-генетические исследования сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ: учебное пособие / Л. В. Гетманцева [и др.]; Донской ГАУ. – Персиановский: Донской ГАУ, 2018. – 119 с.
3. Глазко, В. И. Молекулярная биология в животноводстве / В. И. Глазко // FarmAnimals. – 2012. – № 1(1). – С. 24-29.
4. ГОСТ 23453-2014 «Молоко сырое. Методы определения соматических клеток» [Текст]. – Введ. 2016-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2015. – С. 14.
5. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. [Текст]. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – С. 11.
6. ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа [Текст]. – Введ. 2016-01-09. – Госстандарт, 2016. – С. 24.
7. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности [Текст]. – Введ. 1994-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – С. 8.
8. ГОСТ 3625-84 Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности [Текст]. – Введ. 2001-08-02. – М.: Стандартинформ, 2009. – С. 13.
9. ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги» [Текст]. – Введ. 2009-01-10. – М.: Стандартинформ, 2009. – С. 7.
10. Завертяев, Б. П. Перспективы развития маркерной и геномной селекции в молочном скотоводстве / Б. П. Завертяев // Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня и завтра: материалы научной конференции, посвященной 70-летию образования ГНУ ВНИИГРЖ / РАСХН ГНУ ВНИИГРЖ. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 18-21.
11. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий у сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 37-40.
12. Карпеня, М. М. Молочное дело: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Зоотехния» / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, В. И. Шляхтунов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 240 с.
13. Кийко, Е. И. Принципы маркерной селекции в молочном скотоводстве / Е. И. Кийко // Вестник ТГУ. – т. 15. – вып. 1. – 2010. – С. 134-135.
14. Использование генетических маркеров в селекционно-племенной работе / Н. В. Ковалюк [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С. 20-21.
15. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э.Фрич, Дж. Сэмбрук. – М.: «Мир», 1984. – 480 с.
16. Особенности аллелофонда у различных видов и пород животных / Н. С. Марзанов [и др.] // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы III междунар. науч. конф. – М., 2004. – С. 55-58.
17. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: АН СССР, 1969. – 360 с.
18. Погорельский, И. А. Полиморфизм генов бета-лактоглобулина, гормона роста и пролактина и влияние их генотипов на молочную продуктивность коров / И. А. Погорельский, Г. Н. Сердюк, М. В. Позовникова / Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 6. – С. 9-13.
19. Прохоренко, П. Н. Роль молекулярно-генетических маркеров в селекции молочного скота / П. Н. Прохоренко, А. Ф. Яковлев // Зоотехния. – 1996. – № 7. – С. 2-3.

20. Смарагдов, М. Г. Методы молекулярных маркеров в селекции хозяйственно-полезных признаков у крупного рогатого скота / М. Г. Смарагдов // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – № 6. – С. 3-7.
21. СТБ 1598-2006 (изм. №3 от 01.09.2015 г.) «Молоко коровье. Требования при закупках» [Текст]. – Введ. 2018-05-01. – Минск: Госстандарт, 2015. – С. 11.
22. СТБ 1887-2016 «Сливки питьевые. Общие технические условия» [Текст]. – Введ. 2016-09-01. – Минск: Госстандарт, 2016. – С. 10.
23. СТБ 1890-2017 «Масло из коровьего молока. Общие технические условия» [Текст]. – Введ. 2018-09-01. – Минск: Госстандарт, 2018. – С. 22.
24. СТБ ISO 2446-2009 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира [Текст]. – Введ. 2009-29-12. – Минск: Госстандарт, 2017. – С. 15.
25. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» ТР ТС 033/2013 (№ 67 от 9 октября 2013 года с изменениями на 10 июля 2020 года).
26. Хабибрахманова, Я. А. Генный полиморфизм молочных пород скота / Я. А. Хабибрахманова, Ш. П. Мещеров, Л. А. Калашникова // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина. V Съезд ВОГИС, Москва, 21-28 июня 2009 г. – Москва, 2009. – С. 110.
27. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardici [et al.] // Archives Animal Breeding. 62,9 – 32, 2019.
28. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al.] // Respod. Nutr. Dev.39 (1999) 171-180.
29. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al.] // Animal Science Papers and Reports vol.22 (2004) no.3, 307-313.
30. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N. T. D. Thy [et al.] // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol. 54, No.3, pp.346-352.

УДК 636.2.082.2:636.034(476)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ PRL И BLG НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

А. Н. Михалюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** крупный рогатый скот, гены пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG), показатели молочной продуктивности.*

***Аннотация.** Использование современных ДНК-технологий в животноводстве на основе молекулярно-генетических методов позволяет тестировать животных любого возраста и пола, оценивать и прогнозировать их продуктивность, что имеет огромное значение в селекции при создании высокопродуктивных стад крупного рогатого скота. Поиск и выявление перспективных генов-маркеров, обуславливающих молочную продуктивность животных, позволяет*