

А.Ж. Хастаева¹, Н.Ж. Муслимов¹, Н.Е. Альжаксина¹

¹Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Нур-Султан, Казахстан

СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ И АЛАТАУСКОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В условиях рыночной экономики для хозяйств – поставщиков молока решающую роль играет цена реализации, а для перерабатывающих предприятий ключевым вопросом является качество. Молочное скотоводство было и остается важнейшей отраслью народного хозяйства в обеспечении населения биологически полноценными продуктами питания. Приведены результаты исследований физико-химического состава молока коров голштинской и алатауской породы Республики Казахстан, дана его сезонная динамика. В работе приведён один из подходов идентификации жирных кислот с помощью газовой хроматографии. Определение состава жирных кислот на сегодняшний день является гарантом качества при выявлении различных конформаций и модификаций молочного жира, биоактивных свойств отдельных кислот семейства омега-3 и омега-6 и т.д. Результатами исследований установлено, что порода и сезон существенно влияет на физико-химические показатели молока и на содержание жирных кислот в липидах.

Ключевые слова: жирно-кислотный состав, жир, белок, сезон, порода.

• • •

Түйіндеме. Нарықтық экономика жағдайында сүтті жеткізуші шаруашылықтар үшін өткізу бағасы шешуші рөл атқарады, ал өңдеуші кәсіпорындар үшін басты мәселе сапа болып табылады. Сүтті мал шаруашылығы халықты биологиялық толыққанды азық-түлікпен қамтамасыз етуде халық шаруашылығының аса маңызды саласы болды және болып қала береді. Қазақстан Республикасының голштин және Алатау тұқымды сиырлар сүтінің физикалық-химиялық құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Оның маусымдық динамикасы берілген. Жұмыста газ хроматографиясының көмегімен май қышқылдарын идентификациялау тәсілдерінің бірі келтірілген. Май қышқылдарының құрамын анықтау бүгінгі күні омега-3 және омега-6 және т.б. топтарындағы сүт майының әртүрлі конформациялары мен модификацияларын, жеке қышқылдардың биоактивті қасиеттерін анықтау кезінде сапа кепілі болып табылады. Зерттеу нәтижелері бойынша тұқымы мен маусымы сүттің физикалық-химиялық көрсеткіштеріне және липидтердегі май қышқылдарының құрамына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Түйінді сөздер: май қышқыл құрамы, май, ақуыз, маусым, тұқым.

Abstract. In a market economy, the price of sales plays a crucial role for farms that supply milk, while quality is a key issue for processing enterprises. Dairy cattle breeding has always been one of the most important branch of the national economy in providing consumers with biologically complete food. The article sets forth the physical and chemical composition of milk from Kazakh Holstein and Alatau cows, and also the article gives its seasonal dynamics. This paper presents one of the approaches to identify fatty acids using gas chromatography. Determination of the composition of fatty acids today is a guarantee of quality in identifying various conformations and modifications of milk fat, bioactive properties of individual acids of the omega-3 and omega-6 families, etc. The results of research have shown that the breed and season significantly affect the physical and chemical parameters of milk and the content of fatty acids in lipids.

Keywords: fatty acid composition, fat, protein, season, breed.

Введение. Состав и качество молока имеет определяющее значение при производстве продуктов его переработки. Состав молока весьма вариабелен в зависимости от условий разведения и кормления, стратегии управления стадом, стадии лактации и сезона года. По данным Lindmark Mansson [1] коровье молоко содержит около 87% воды, 4,6% лактозы, 3,4% белка, 4,2% жира, 0,8% минеральных веществ и 0,1% витаминов. Высокая питательная ценность молока обусловлена не только содержанием в нём белковых веществ, жира, углеводов, минеральных солей и благоприятным их соотношением, но и специфическим составом указанных компонентов. Фактически нет другого пищевого продукта, который по питательной ценности равен молоку. В 1 л молока содержится: 32 г белка, что соответствует количеству его в четырех-пяти куриных яйцах, 32 г молочного жира, что соответствует 36 г сливочного масла, 48 г молочного сахара, что эквивалентно калорийности 12 кусков сахара, а также минеральные соли и почти все известные витамины, необходимые организму человека любого возраста [2]. Кроме того, химический состав и качество молока не только являются основной его пищевой и биологической ценностью, но и влияют на технологические свойства, выход и качество готовой продукции, определяют его цену. В значительной степени величину надоев и качественные показатели получаемого молока (вкус, жирность, содержание белка) определяет питательная ценность корма. В свою очередь количество и качество молока являются

важнейшими факторами повышения рентабельности молочного скотоводства [3].

Материалы и методы. Состав и технологические свойства молока в сравнительном аспекте изучены на голштинской и алатауской породе коров. Экспериментальный материал состоял из 80 отдельных проб молока двух пород: 40 голштинской и 40 алатауской, исследованных в течение года (с января 2018 г. по январь 2019 г.). Пробы молока выбраны, чтобы дать общую картину состава молока с учётом породных и сезонных условий. Физико-химические показатели и технологические свойства определяли в индивидуальных пробах подопытных животных каждой группы по общепринятым методикам: жир (%), белок (%), лактоза (%), соматические клетки (тыс/см³) определяли в лаборатории ТОО «Казахский научно исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» на высокопроизводительном, полностью автоматическом анализаторе молока MilkoScan FT+, Fossomatic FT+; плотность – (ГОСТ 3625-84); сухой обезжиренный молочный остаток – расчетным методом. Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили в Казахстанско–Японском инновационном центре с использованием газового хроматографа Shimadzu GC 2010 Plus с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), также с капиллярной колонкой «CPSil 88 for FAME» (Agilent Technologies) длиной 100 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки не подвижной фазы 0,20 мкм. Хроматографирование проводили при температуре испарителя 250°C, температуре детектора 260°C. Газ-носитель (подвижная фаза) – азот, расход 95,5 мл/мин. В хроматограф вводили 1 мкл пробы с делением потока 1:40. Для полного разделения метиловых эфиров жирных кислот был подобран специальный режим разделения с программированием температуры (общее время анализа – 68,5 мин):

- начальная температура колонки 100°C в течение 5 мин;
- градиентное увеличение температуры до 210°C со скоростью 4°C/мин. в течение 27,5 мин.;
- изотермический участок при температуре 210°C в течение 8 мин.
- градиентное увеличение температуры до 240°C со скоростью 10 °C/мин в течение 3 мин.;
- изотермический участок при температуре 240°C в течение 25 мин.

Градуировку (калибровку) проводили с использованием стандартного образца состава смеси 37 метиловых эфиров жирных кислот. Для точного расчета интервала времени удерживания МЭЖК хроматографирование стандартной смеси проводили в трёх повторностях [4]. Пробоподготовку и определение жирнокислотного состава осуществляли в соответствии с ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии». Для центрифугирования молоко наливали в две центрифужные пробирки (по 50 см в каждую) и центрифугировали при 10000 об/мин. в течение (15 ± 1) мин. Затем снимали верхнюю жировую фракцию и переливали в стакан емкостью 250 см³, к ней добавляли 150 см³ гексана для гомогенизации в гомогенизаторе в течение 3-5 мин. при частоте вращения ножей от 2000 до 5000 об/мин. Далее отделяли гексановый слой с растворённым в нём жиром и переносили его в круглодонную колбу вместимостью 250 см³, которая подсоединялась к ротационному испарителю и полностью отгонялся растворитель при температуре $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$. Полученную жировую фракцию используется для приготовления метиловых эфиров жирных кислот.

Результаты и их обсуждения. Физико-химические и микробиологические показатели молока коров голштинской и алатауской пород за 305 дней лактации представлена в таблице 1.

Молоко коров голштинской породы содержало в среднем 3,17% белка и 3,65% жира. В то время как молоко коров алатауской породы содержало в среднем 3,29 % белка и 3,67% жира соответственно. Небольшие различия между пародами и сезонами установлены по содержанию жира в составе молока коров сравниваемых пород в пользу коров алатауской породы в весенний, летний и осенние периоды: по содержанию жира весной (0,1%), летом (0,02%) и осенью (0,13%), и по содержанию белка в весенний период (0,21%), летний период (0,15%), а также в осенний период (0,15%). В молочной науке на общее количество соматических клеток, обычно называемых SCC, в молоке влияют различные факторы, такие как виды, породы, фаза лактации, надои молока, различия между отдельными животными и методы управления [5]. Как SCC, так и состав влияют на качество молока, но их взаимосвязь не всегда очевидна, за исключением случая высокого SCC, соответствующего высокой концентрации нейтрофилов в молоке. Обычно сложно проанализировать клеточный состав, потому что SCC - это общее количество, которое не учитывает концентрацию любых других типов клеток, присутствующих в секрции [6].

Таблица 1 - Физико-химические и микробиологические показатели молока по сезонам года

Показатели	весна	лето	осень	зима
Голштинская порода (n=40)				
Массовая доля жира, %	3,63	3,72	3,52	3,75
Массовая доля белка, %	3,13	3,20	3,11	3,23
Кислотность, °Т	16,83	17,33	16,67	17,23
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %	8,65	8,73	8,67	8,57
Плотность, кг/см ³	1027,67	1028,00	1027,33	1028,33
Содержание соматических клеток, тыс. в 1 см ³	320,91	315,81	278,53	336,90
Алатауская порода (n=40)				
Массовая доля жира, %	3,73	3,74	3,65	3,55
Массовая доля белка, %	3,34	3,35	3,26	3,22
Кислотность, °Т	16,8	16,7	16,9	17,0
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %	8,67	8,56	8,62	8,68
Плотность молока, кг/см ³	1028,0	1029,0	1027,0	1028,0
Содержание соматических клеток, тыс. в 1 см ³	443,8	173,3	197,6	358,9

Выявлено большее содержание соматических клеток в молоке коров голштинской породы в летний и осенний период лактации: 315,81 тыс. в см³; 278,53 тыс. в см³, а в весной и зимой больше содержание соматических клеток в молоке коров алатауской породы 443,8 тыс. в см³; 358,9 тыс. в см³. В анализируемых образцах молока идентифицировано 37 жирных кислот, которые сгруппированы, и основные из них представлены в таблицах 2 и 3. К прочим отнесены жирные кислоты, не входящие в перечень, относительная площадь пиков, которых составляла более 0,1%.

Таблица 2 - Жирнокислотный состав молока в весенне-летний период

Наименование жирных кислот	Период			
	Голштинская порода (n=40)		Алатауская порода (n=40)	
	весна	лето	весна	лето
Насыщенные, всего	61,52	60,97	61,67	62,18
в том числе:				
C4:0	3,53	3,59	3,66	3,36
C6:0	1,94	1,80	1,99	2,31
C8:0	1,32	1,30	1,6	1,44
C10:0	3,11	2,58	2,59	3,37
C12:0	3,25	2,82	2,77	3,77
C14:0	10,43	10,07	10,97	11,34
C16:0	27,00	27,04	26,87	25,82
C18:0	10,68	11,48	10,94	10,59
C20:0	0,16	0,17	0,22	0,12
C22:0	0,08	0,10	0,06	0,06
Ненасыщенные, всего	34,07	34,56	33,99	33,1
мононенасыщенные	29,42	30,42	30,36	29,64
в том числе:				
C10:1	0,31	0,29	0,34	0,28
C14:1*	1,13	1,20	1,12	1,42
C16:1*	2,17	2,14	1,97	2,43
C18:1*	25,81	26,80	26,93	25,51
полиненасыщенные	4,65	4,14	3,63	3,46
в том числе:				
C18:2*	3,73	3,36	2,66	2,73
C18:3*	0,91	0,78	0,97	0,73
Прочие	4,41	4,47	4,34	4,72

*- Расчет произведен по сумме изомеров.

Таблица 3 - Жирнокислотный состав молока в осенне-зимний период

Наименование жирных кислот	Период			
	Голштинская порода (n=40)		Алатауская порода (n=40)	
	осень	зима	осень	зима
Насыщенные, всего	59,34	61,89	60,28	59,78
в том числе:				
C4:0	3,47	2,84	2,16	2,95
C6:0	1,92	1,89	1,56	2,3
C8:0	1,28	1,49	0,98	1,5
C10:0	2,23	2,79	2,31	2,56
C12:0	2,78	3,57	2,72	3,2
C14:0	9,59	11,68	10,11	11,1
C16:0	28,01	27,25	27,94	25,4
C18:0	9,86	10,08	12,28	10,5
C20:0	0,13	0,22	0,16	0,2
C22:0	0,07	0,08	0,06	0,07
Ненасыщенные, всего	36,46	33,30	35,41	34,77
мононенасыщенные	32,41	29,43	30,29	29,27
в том числе:				
C10:1	0,26	0,29	0,21	0,3
C14:1*	1,27	1,06	1,07	1,2
C16:1*	2,19	2,02	2,05	2,14
C18:1*	28,69	26,06	26,96	25,63
полиненасыщенные	4,05	3,87	5,12	5,5
в том числе:				
C18:2*	3,25	2,84	4,02	4,3
C18:3*	0,80	1,03	1,1	1,2
Прочие	4,20	4,81	4,31	5,45

*-Расчет произведен по сумме изомеров.

Как видно из данных таблиц 2 и 3 в перечне исследованных жирных кислот в молоке коров обеих пород во все сезоны преобладают стеариновая, миристиновая, пальметиновая и олеиновая кислоты. Количество насыщенных жирных кислот в весенний, летний, осенний и зимние периоды в молоке коров голштинской породы составило 61,52; 60,97; 59,34; 61,89%. А у коров алатауской породы 61,67; 62,18; 60,28; 59,78% соответственно. Доля летучих жирных кислот: масляной, капроновой, каприловой и каприновой – составляла в молоке коров голштинской породы от 8,9 до 9,9%, а у коров алатауской породы составило от 7,01 до 10,48%. Эти кислоты в наибольшей степени характеризуют аромат и вкусовые качества молока. Большое значение имеют незаменимые жирные кислоты: линолевая и линоленовая. Наибольшее содержание линолевой кислоты в зимний период года, было выявлено в молоке коров алатауской породы – 4,3% против 2,84% у голштин. И в осенний период коровы алатауской породы лидировали по содержанию линолевой кислоты, что составило 4,02% против 3,25% у коров голштинской породы. Но в молоке коров голштинской породы в весенний и летний периоды содержание линолевой кислоты было больше на 1,07% и 0,63% чем у коров алатауской породы. По содержанию линоленовой кислоты групповые различия были незначительны. Полиненасыщенные жирные кислоты необходимы для правильного развития молодых организмов, а также поддержания человеком хорошего состояния здоровья. Эти кислоты относятся к семье ω -6 и ω -3.

Выводы. В исследованиях установлено, что коровы обеих пород продуцируют молоко, соответствующее требованиям ТР ТС 033/2013 и пригодное для дальнейшей переработки. Установлено, что коровы голштинской породы имели небольшие различия по физико-химическим показателям молока: плотность находилась в пределах нормы и составляла 1027,33-1028,33 кг/м³; кислотность составила 16,67-17,33 °Т. И у коров алатауской породы плотность молока было в пределах нормы, что составило 1027,00-1029,00 кг/м³; кислотность составила 16,7-17,0 °Т. Максимальное содержание жира находилось в молоке коров голштинской породы в зимний и летние периоды года, что составило 3,75; 3,72%. У коров алатауской породы максимальное содержание жира было выявлено в летний и весенний период года, что составило 3,74; 3,73%. Количество соматических клеток в молоке является важнейшим параметром оценки качества молока и его пригодности для промышленной переработки. На их число в молоке оказывают влияние множество внешних и внутренних факторов, в том числе время года,

возраст животного, период лактации, условия кормления и содержания и другие. Повышение количества соматических клеток приводит к снижению качества, изменению состава и физико-химических свойств молока. По результатам исследования содержания соматических клеток у коров голштинской породы составило 278,53-336,90 тыс. в 1 см³, а у коров алатауской породы 173,3-443,8 тыс. в 1 см³ соответственно. По содержанию ненасыщенных жирных кислот, которые не синтезируются в организме человека, следует отметить, что наибольшее содержание олеиновой кислоты было в молоке коров голштинской породы в осенний период, что составило 28,69%, а у коров алатауской породы наименьший показатель был в летний период года 25,51% соответственно. По содержанию линолевой и линоленовой кислоты лидируют коровы алатауской породы в зимний и осенний период года, что составляет 4,3; 4,02% и 1,2; 1,1% соответственно. В целом, самым низким содержанием ненасыщенных жирных кислот характеризовалось молоко, полученное зимой от коров голштинской породы, а у коров алатауской породы самый низкий показатель было летом.

Список литературы

1 *Lindmark Mansson H.* Composition of Swedish dairy milk // Report Nr (In Swedish), Swedish Dairy Association. – 2003. – 7025 p.

2 *Богатова О.В.* Химия и физика молока: Уч. пособие. – Оренбург: ГОУОГУ, 2004. – 137 с. [Bogatova O.V. Khimiya i fizika moloka: uch. Posobiye.-Orenburg: GOUOGU, 2004.-137s.]

3 *Горбатова К.К.* Сыропригодность молока // Переработка молока. – М., 2003. – № 5. – С. 4–5. [Gorbatova K.K. Sy'roprigodnost' moloka// Pererabotka moloka.- M: 2003.-N5.-S.4-5]

4 Молоко. Переработка и хранение: коллективная монография. – М.: Изд. дом «Типография» РАН, 2015. – 480 с. [Moloko. Pererabotka i khraneniye: kollektivnaya monografiya.- M: Izd.dom "Tipografiya" RAN, 2015.-480s.]

5 *Rupp R., F. Beaudreau and D. Boichard.* 2000. Relationship between milk somatic-cell counts in the first lactation and clinical mastitis occurrence in the second lactation of French Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 46:99–111.

6 *Li N., R. Richoux, M. Boutinaud, P. Martin and V. Gagnaire.* 2014. Role of somatic cells on dairy processes and products: A review. *Dairy Sci. Technol.* 94:517–538.

Хастаева А.Ж. – PhD, gera_or@mail.ru

Муслимов Н.Ж. – доктор технических наук., n.muslimov@inbox.ru

Альжаксина Н.Е. – PhD, nazjomka@mail.ru