

АГРОӨНЕРКӘСПТІК КЕШЕН ЭКОНОМИКАСЫ
ЭКОНОМИКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
ECONOMICS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

МРНТИ 65.65.03

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2025/44>

М.С. Сериков^{*1,2}, М.Т. Нурғалиева², А.Д. Серикбаева¹, М.Р. Тойшиманов¹,
Н.Мырзабаева¹, Э.Е.Башенова²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,
Республика Казахстан, serikbayeva@yandex.ru, maxat.toishimanov@gmail.com,
murzanurgul@gmail.com

²Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт, Алматы, Республика
Казахстан, kazpatent@bk.ru*, meruet-79@mail.ru, eralievna86@mail.ru

ОЦЕНКА НАТУРАЛЬНОСТИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ
ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТОРОМ НА
ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА

Аннотация

В данной статье представлен анализ жирнокислотного состава сливочного масла, производимого на рынке, с указанием признаков фальсификации жидкой фазы. Объектами исследования являются образцы сливочного масла: В-С, В-D, В-G, В-Н, В-I и В-J. Основное внимание уделяется содержанию ключевых жирных кислот, включая масляную (C4:0), капроновую (C6:0), каприловую (C8:0), каприновую (C10:0), лауриновую (C12:0), миристиновую (C14:0), стеариновую (C18:0), олеиновую (C18:1) и линолевою (C18:2).

Результаты показывают, что жирнокислотный состав большинства образцов соответствует установленным нормативным требованиям, что подтверждает натуральность молочного жира. Исключением является приведенный образец В-Н, в котором зафиксировано превышение содержания стеариновой кислоты (C18:0), что может привести к добавлению детского жира немолочного происхождения (например, говяжьего или свиного).

Малые компоненты, такие как пентадекановая, пальмитолеиновая и маргариновая кислоты, выявленные в образцах, дополнительно подтверждают их натуральность и соответствие техническим характеристикам.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что измененные элементы, за исключением В-Н, являются качественными продуктами, содержащими натуральный молочный жир. Статья обладает научной новизной благодаря использованию усовершенствованных методов газовой хроматографии для выявления признаков фальсификации сливочного масла. Результаты исследования направлены на повышение уровня контроля качества продуктов питания и предотвращение нарушений в области пищевой безопасности.

Ключевые слова: сливочное масло, газовая хроматография, масс-спектрометрия, жирнокислотный состав, фальсификация, натуральность, качественный анализ.

Введение

Контроль качества продуктов питания, включая сливочное масло, является ключевым аспектом защиты здоровья потребителей. Фальсификация, связанная с заменой молочного жира растительными маслами, представляет серьезную проблему, ухудшая качество продукции и нарушая стандарты. Метод газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (ГХ-МС) эффективно выявляет такие подмены. В Казахстане проблема фальсификации масла вызывает тревогу среди потребителей и регулирующих органов, что

подчеркивает важность применения современных аналитических методов для повышения качества продукции и доверия к ней.

Исследование С.М. Нифталиева, Е.И. Мельниковой и А.А. Селивановой подтвердило эффективность газовой хроматографии для анализа жирнокислотного состава жировых смесей, применяемых в пищевой промышленности. Были идентифицированы основные растительные масла, такие как соевое, пальмовое, пальмоядровое, кокосовое и подсолнечное. Результаты также показали, что некоторые смеси по своему составу наиболее близки к формуле идеального жира, что делает их перспективными для применения в пищевой промышленности [1].

Исследования показали, что жирнокислотный состав масложировой продукции хорошо коррелирует с литературными данными, а также подтвердили необходимость разработки новых технологий для снижения содержания трансизомеров жирных кислот в продукции белорусских производителей.

Контроль содержания трансизомеров и оптимизация соотношения молочного и растительного жиров важны для соблюдения медико-биологических требований. Хроматографический анализ признан эффективным методом для определения состава и качества масложировой продукции, что подтверждено исследованиями масел, соответствующих стандартам ГОСТ 32261-2013 [2-5].

Исследование, проведенное Dorota Derewiaka и соавторами, показало, что фальсификация сливочного масла является серьезной проблемой, связанной с заменой дорогого молочного жира дешевыми растительными маслами без информирования покупателей. Для аутентификации молочного жира использовались анализы жирных кислот, стеролов и токоферолов с применением методов ГХ-МС и ВЭЖХ. Липидный состав 16 масел, представленных на польском рынке, показал наличие β -ситостерина и отклонения в профилях жирных кислот, что указало на фальсификацию. Анализ токоферолов подтвердил подделку двух продуктов, содержащих δ -токоферол, характерный для растительных масел [6].

Исследование, проведенное Snježana Kazazić и соавторами, было направлено на сравнение эффективности газовой хроматографии (ГХ) и спектроскопии в ближней инфракрасной области (БИК) для обнаружения фальсификации масла. Образцы масла с добавлением маргарина или свиного жира были проанализированы с использованием хемометрических методов. Результаты показали, что изменения в содержании жирных кислот (C12:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1n9, C18:2n6) коррелировали с уровнем фальсификации. БИК был признан эффективным и быстрым методом для выявления подделок масла [7].

Масло часто фальсифицируется дешевыми компонентами, такими как сало, что важно для потребителей, соблюдающих религиозные нормы. Газовая хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС) доказала свою эффективность в обнаружении таких подделок, а метод анализа главных компонентов (РСА) позволяет быстро разделить образцы с салом и без него. Газовая хроматография низкого давления с масс-спектрометрией (LPGC-MS) показала высокую точность в выявлении фальсификации масла подсолнечным и рапсовым маслами. ГХ-МС является одним из наиболее эффективных методов для оценки подлинности масел, а комплексная двумерная хроматография (ГХ×ГХ) перспективна для обнаружения сложных подделок [8-14].

При выделении жирнокислотного состава маргариновой продукции методом газовой хроматографии использовались стандартные смеси метиловых эфиров жирных кислот для градуировки, идентификация проводилась по стандартным методикам. Пробоподготовка, как ключевой этап, определяет точность анализа [14-17].

Целью данной работы является установление фальсификации сливочного масла методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором путем выявления примесей растительных жиров.

Методы и материалы

Образцы и реагенты. Для анализа и сравнения в супермаркетах г. Алматы были приобретены 4 образца сливочной продукции, включая национальные и импортные бренды.

Стандарты метиловых эфиров транс- и цис- жирных кислот 37-компонентной смеси метиловых эфиров жирных кислот Supelco (Supelco, США) (чистота $\geq 99\%$ (GC); Sigma-Aldrich, Германия) были приобретены у ЛаборФарма (г. Алматы, Казахстан). Все химические вещества (метанол, толуол, ледяная уксусная кислота, соляная кислота гидроксид калия и гидроксид натрия, н-гексан) отвечали высоким требованиям для аналитических анализов широкого спектра с высокой степенью чистоты (производитель – System, Малайзия (GC $\geq 99\%$), поставщик – ЛаборФарма, Казахстан).

Для установления подлинности жировых продуктов, наличия и содержания трансизомеров жирных кислот, а также соответствия вида жирового продукта нормативным требованиям методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором изучен состав жирных кислот. Анализ состава жирных кислот, включая трансизомеры, проведен в соответствии со стандартными методами по ГОСТ 31754-2012 и ГОСТ 30623-2018.

Получение метиловых эфиров жирных кислот. 1 г образцов маргариновой продукции плавил в печи (термостат Binder BD115, Германия) при 40-50°C для получения жировой фазы. Верхнюю жировую фазу удаляли после центрифугирования при 500 г в течение 4 мин (Sigma 2-16P, Германия) и затем сушили, добавляя безводный сульфат натрия для удаления влаги из маргаринов. Жир, полученный из образцов масложировой продукции, переносили в стеклянные флаконы на 5 мл.

Два миллилитра гексана добавляли к 20 мкл жира, полученного из образцов масложировой продукции. После этого добавляли 100 мкл раствора метилат натрия (2,7 г натрия металлического Na в 25 мл метанола CH₃OH) и встряхивали смесь в течение 30 с (Ика, Vortex Genius 3, Германия). Инкубировали при комнатной температуре в течение 10 мин для отделения раствора прозрачного слоя, содержащего метиловые эфиры жирных кислот, от непрозрачного водного слоя. Затем раствор центрифугировали при 3000 об/мин в течение 5 мин.

Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС). Все измерения были выполнены с использованием тройной квадрупольной системы ГХ-МС/МС Thermo Scientific™ TSQ 8000™, оснащенной газовым хроматографом Thermo Scientific™ TRACE™ 1310 с модулем SSL Instant Connect™ SSL и автосамплером Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH.

Режим измерения был установлен на SRM (мониторинг выбранных реакций), который обеспечивает высокую чувствительность и избирательность для целевых соединений. Диапазон m/z (отношение массы к заряду) установлен от 41 до 550, что позволяет эффективно обнаруживать и определять широкий спектр жирных кислот и других компонентов, присутствующих в зонде.

Условия проведения анализа методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием приведены в таблице 1.

Таблица 1. Условия проведения анализа методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Газовый хроматограф TRACE 1310 GC	
Литье под давлением	split, split ratio 1:40
Разделенное Время	1.0 min
Колонка GC	Thermo Scientific TR-FAME, 60 m x 0.25 mm x 0.25 um
Газ-носитель	He (99.999 %)
Поток	1,5 мл/мин, постоянный поток
Температурная программа	50°C 5 мин, 5°C /мин до 220°C 20 мин
Температура линии передачи	230°C
Общее время анализа	60 мин
Автосамплер Thermo Scientific AI/AS 1310	
Объем впрыска	2 мкл
Масс-спектрометрический детектор TSQ 8000 MS/MS	
Режим ионизации	EI, 70 eV
Температура источника ионов	285°C
Режим сканирования	SRM 41-550 m/z

Результаты и обсуждение

В исследуемых образцах В-С, В-D, В-G, В-Н, В-I и В-J были выявлены ключевые жирные кислоты, характерные для сливочного масла, включая масляную, капроновую, каприловую, каприновую, лауриновую, миристиновую, пальмитиновую и стеариновую кислоты.

Жирнокислотный состав образцов сливочного масла представлен в таблице 2.

Таблица 2. Жирнокислотный состав образцов сливочного масла

№	Наименование компонента	Время выхода	В-С	В-D	В-G	В-I	В-J
1	C4:0	6,22	1,34	1,5	0,99	1,23	1,13
2	C6:0	11,18	1,26	1,47	1	1,2	1,19
3	C8:0	16,46	1,08	1,25	0,82	1,08	1,01
4	C10:0	21,07	2,88	3,17	2,09	2,7	2,69
5	C11:0	23,1	0,06	0,07	0,04	0,06	0,07
6	C12:0	25,06	3,83	4,15	2,92	3,68	3,65
7	C13:0	26,86	0,14	0,14	0,1	0,14	0,15
8	C14:0	28,61	12,17	11,66	9,9	11,08	11,42
9	C14:1	29,46	1,49	1,87	1,22	1,52	1,58
10	C15:0	30,21	1,65	1,84	1,61	1,7	1,77
11	C15:1	31,07	0,53	0,43	0,38	0,44	0,45
12	C16:0	31,82	26,49	27,44	23,92	27,63	27,29
13	C16:1	32,41	1,87	2,31	1,5	2,18	2,2
14	C17:0	33,24	1,01	1,1	1,08	1,16	1,14
15	C17:1	33,88	0,38	0,54	0,46	0,53	0,61
16	C18:0	34,72	15,18	11,96	15,26	12,11	12,96
17	C18:1_n9t	34,99	0	0,15	0,01	0,21	0,19
18	C18:1_n9c	35,2	19,9	20,17	26,15	21,36	19,86
19	C18:2_n6t	35,57	0,55	0,66	0,91	0,61	0,68
20	C18:2_n6c	36,06	4,43	3,49	4,55	3,87	3,62
21	C20:0	36,63	0,34	0,24	0,21	0,36	0,36
22	C18:3_n6c	37,1	0,57	1,32	1,53	0,99	0,97
23	C20:1_n9c	37,34	1,09	1,66	1,92	0,99	1,09
24	C18:3_n3c	37,8	0,3	0,37	0,48	0,41	0,38
25	C21:0	38,54	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04
26	C20:2	38,65	0,01	0,04	0,04	0,03	0,06
27	C22:0	39,19	0,19	0,14	0,27	1,16	0,56
28	C20:3_n3	39,57	0,24	0,17	0,16	0,24	0,28
29	C22:1_n9	39,64	0,39	0,19	0,05	0,24	0,29
30	C20:3_n3	39,77	0,39	0,19	0,16	0,24	0,29
31	C23:0	40,27	0,03	0,09	0,08	0,21	0,09
32	C20:4_n6	40,68	0,05	0,12	0,1	0,27	0,09
33	C22:2	41,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,01
34	C24:0	41,22	0,02	0,01	0,01	0,08	0,02
35	C20:5_n3	42,53	0,08	0,02	0,01	0,03	1,77
36	C24:1_n9c	43,22	0,01	0	0,02	0,14	0,05
37	C22:6	44,49	N/A	0	0,01	0,02	0

В соответствии с таблицей 2, содержание масляной кислоты (C4:0) в анализируемых образцах находилось в пределах нормируемых значений, за исключением образца В-Н, где содержание кислоты оказалось ниже установленного предела.

Каприловая кислота (C8:0) была обнаружена в концентрации, соответствующей нормируемому диапазону (1,0-2,0%), в образцах В-С, В-D, В-G, В-Н, В-I и В-J, что подтверждает соответствие этих образцов установленным стандартам.

Соотношения различных жирных кислот в образцах представлено на рисунке 1.

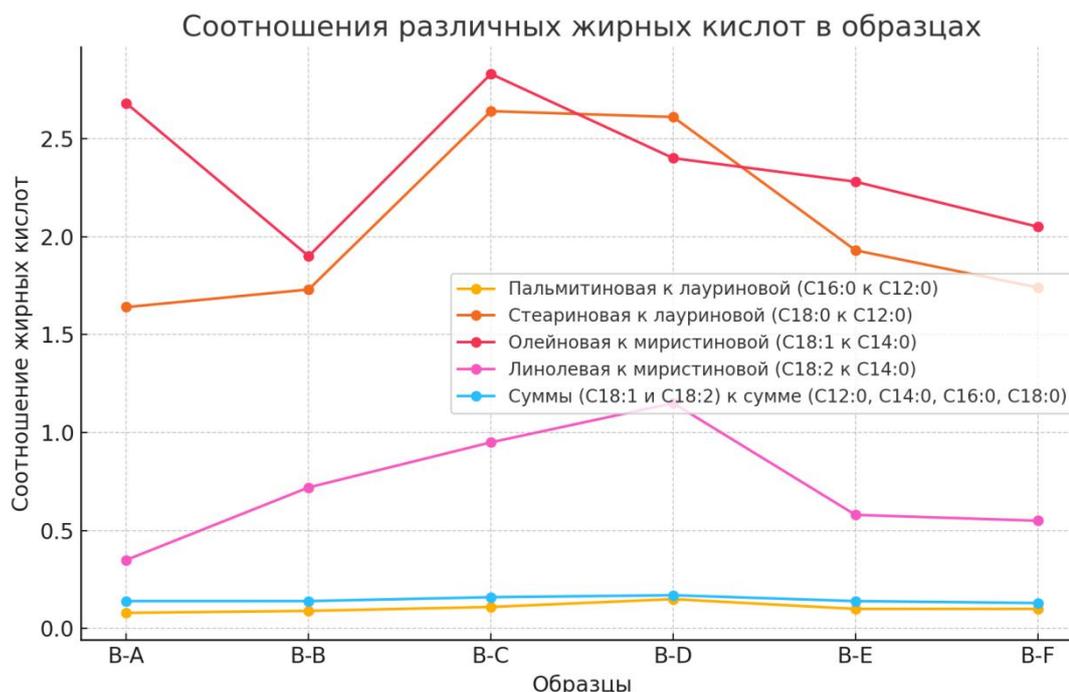


Рисунок 1. Соотношения различных жирных кислот в шести образцах

В соответствии с рисунком 1 представлено сравнение показателей различных образцов, иллюстрирующее соотношения жирных кислот. На графике показаны ключевые соотношения, такие как пальмитиновая кислота к лауриновой и стеариновая кислота к лауриновой, что позволяет выявить отклонения или соответствие образцов установленным стандартам.

На графике представлены соотношения различных жирных кислот в шести образцах, где олеиновая (C18:1) к миристиновой (C14:0) показывает наибольшие значения, особенно в образцах B-A и B-C, указывая на высокий уровень олеиновой кислоты; стеариновая (C18:0) к лауриновой (C12:0) достигает пика в образце B-C, но затем снижается, линолевая (C18:2) к миристиновой (C14:0) возрастает до B-D и затем спадает, тогда как соотношение суммы (C18:1) и (C18:2) к сумме (C12:0), (C14:0), (C16:0), (C18:0) остаётся относительно стабильным, что указывает на меньшие колебания.

Каприновая кислота (C10:0) также соответствовала норме в указанных образцах, находясь в диапазоне от 2,0 до 3,8%. Однако в образцах B-H и B-J значения каприновой кислоты оказались на грани верхнего предела нормы, что требует дополнительного внимания при дальнейших исследованиях.

Лауриновая кислота (C12:0) в образцах B-C, B-D, B-G, B-H, B-I и B-J показала содержание, соответствующее нормируемым значениям (2,0-4,4%), за исключением образца B-H, где содержание кислоты немного превышало установленные стандарты.

Миристиновая кислота (C14:0) в большинстве образцов также находилась в пределах нормы (8,0-13,0%). Однако в образце B-H было зафиксировано небольшое превышение этого значения, что может указывать на присутствие незначительных примесей в жировом составе.

Пальмитиновая кислота (C16:0) в этих образцах содержалась в пределах допустимых норм (21-33,0%), что подтверждает их соответствие стандартам качества сливочного масла.

Стеариновая кислота (C18:0) варьировалась от 4,77% до 20,65%, и в образце B-H было зафиксировано значительное превышение, что может свидетельствовать о возможной подмене части жировой фракции растительными компонентами.

Олеиновая кислота (C18:1) и линолевая кислота (C18:2) в образцах B-C, B-D, B-G, B-H, B-I и B-J обнаружены в пределах норм, подтверждая их натуральное происхождение. Однако

содержание арахидиновой и бегеновой кислот в отдельных образцах, таких как В-Н, превышало установленные нормативы, что требует дальнейшего анализа.

В исследуемых образцах В-С, В-D, В-G, В-Н, В-I и В-J значения соотношений массовых долей метиловых эфиров жирных кислот находятся в установленных границах, что свидетельствует о натуральности молочного жира, выделенного из сливочного масла. В этих образцах наблюдается низкое содержание масляной и капроновой кислот, что может быть связано с факторами, такими как корм и порода коров, а также сезонные изменения в питании.

Однако в образце В-Н отмечено повышение содержания стеариновой кислоты (С18:0) до 20,65%, что превышает норму. Соотношение стеариновой кислоты к лауриновой (С18:0/С12:0) в образце В-Н значительно превышает допустимые пределы и составляет 7,59%, что может указывать на присутствие животного жира немолочного происхождения, например, говяжьего или свиного.

В остальных образцах (В-С, В-D, В-G, В-I и В-J) соотношения жирных кислот, такие как С16:0/С12:0, С18:1/С14:0 и С18:2/С14:0, соответствуют нормам, что подтверждает натуральность молочного жира. Данные образцы не показывают признаков подмешивания растительных жиров или других жиров немолочного происхождения.

Степень погрешности для каждого измерения рассчитывалась в соответствии с методикой, заложенной в ГОСТ 30623-2018.

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что жирнокислотный состав образцов В-С, В-D, В-G, В-I и В-J полностью соответствует требованиям нормативной документации (ГОСТ 31754-2012 и ГОСТ 30623-2018), что подтверждает натуральность молочного жира в продукции.

Количественное содержание ключевых жирных кислот (масляной, капроновой, каприловой, каприновой, лауриновой, миристиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой) находится в пределах установленных норм. Это подтверждает отсутствие примесей растительных жиров или жиров немолочного происхождения.

Обнаружение минорных компонентов, таких как пентадекановая, пальмитолеиновая и маргаритиновая кислоты, дополнительно подтверждает существование устойчивой фазы и высокое качество исследования.

Таким образом, исследуемые образцы В-С, В-D, В-G, В-I и В-J являются качественными продуктами с натуральным молочным жиром и не содержат подмены растительными или животными жирами, что подтверждает их соответствие стандартам качества сливочного масла.

Полученные результаты подтверждают научную новизну исследований, направленных на совершенствование методики анализа жидкой фазы продуктов питания. Это также подчеркивает их практическую ценность для повышения эффективности системы контроля качества, позволяя более точно определять состав и выявлять случаи возможной фальсификации продуктов.

Список литературы

1. Нифталиев С.И., Мельникова Е.И., Селиванова А.А. Газохроматографическое определение жирнокислотного состава заменителей молочного жира и других специализированных жиров // Сорбционные и хроматографические процессы. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего, 2009. Vol. 9, № 4. p. 574-581.
2. Бессонова Е.В. Изучение жирно-кислотного состава сливочного масла Тамбовских производителей // Державинский форум. федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего, 2020. Vol. 4, № 13. P. 146-153.
3. Лесных М.А., Иванова С.А., Ильина Е.Г. Определение жирнокислотного состава масел // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. 2019. P. 464-469.

4. Вашкевич Е.В., Тимофеева О.Н., Буневич Н.В. Состав жирных кислот масложировой продукции // Здоровье и окружающая среда. Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр гигиены", 2009. № 14. P. 40-44.
5. Чмиленко Ф.А. et al. Установление фальсификации молочной продукции методами газовой хроматографии // Методы и объекты химического анализа. 2009. Vol. 4, № 1. P. 60-66.
6. Derewiaka D. et al. Determination of the adulteration of butter // Eur. J. Lipid Sci. Technol. Wiley Online Library, 2011. Vol. 113, № 8. P. 1005-1011.
7. Kazazić S. et al. Comparison of GC and NIR spectra as a rapid tool for food fraud detection: Case of butter adulteration with different fat types // J. food Process. Preserv. Wiley Online Library, 2021. Vol. 45, № 9. P. e15732.
8. Pastor K., Ačanski M., Vujić D. Gas chromatography in food authentication // Gas Chromatogr. sample Prep. Appl. IntechOpen, 2019. P. 109.
9. Fadzillah N.A. et al. Chemometrics analysis combined with GC-MS and NMR spectroscopy analysis of fatty acids as a means of discriminating butterfat adulteration // J. Pharm. Nutr. Sci. 2019. Vol. 9, № 2. P. 87-94.
10. Witjaksono G., Alva S. Applications of mass spectrometry to the analysis of adulterated food // Mass Spectrom. Futur. Percep. Appl. 2019. Vol. 10.
11. Trbović D., Petronijević R., Đorđević V. Chromatography methods and chemometrics for determination of milk fat adulterants // IOP conference Series: Earth and environmental science. IOP Publishing, 2017. Vol. 85, № 1. P. 12025.
12. Naviglio D. et al. Rapid analysis procedures for triglycerides and fatty acids as pentyl and phenethyl esters for the detection of butter adulteration using chromatographic techniques // J. Food Qual. Wiley Online Library, 2017. Vol. 2017, № 1. P. 9698107.
13. Szabóová Ž. et al. Analysis of triglycerides in butter, plant oils, and adulterated butter with LPGC-MS // Monatshefte für Chemie-Chemical Mon. Springer, 2018. Vol. 149. P. 1573-1578.
14. Fadzillah N.A. et al. Differentiation of fatty acid composition of butter adulterated with lard using gas chromatography mass spectrometry combined with principal component analysis // J. Teknol. 2016. Vol. 78, № 2.
15. Сериков Максат Серикулы, Нургалиева Мерует Токтарбековна, Мырзабек Карима Аймаханкызы, Тойшиманов Максат Рисбекович, Бактыбаева Фарида Кудайбергеновна, К вопросу идентификации состава жировой фазы масложировой продукции // Техника и технология пищевых производств. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-identifikatsii-sostava-zhirovoy-fazy-maslozhirovoy-produktsii>.
16. М.С.Сериков, М.Т.Нургалиева, А.Д.Серикбаева, А.С.Кононихин, М.К.Изтилеуов, Модификация подхода к технологии подготовки проб молока и молочной продукции для определения жирнокислотного профиля с применением метода газовой хроматографии // Вестник Алматинского технологического университета. 2022. № 3. P. 5-13.
17. Сериков М.С., Хастаева А.Ж. Нургалиева М.Т., Тойшиманов М.Р., Мырзабаева Н.Е. et al. Калибровка газохроматографического прибора для определения жирнокислотного состава пищевых продуктов // Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. 2019. № 1. P. 79-85.

References

1. Niftaliev S.I., Mel'nikova E.I., Selivanova A.A. Gazohromatografičeskoe opredelenie žirnokislотного состава заменителей мoločного žира i drugih specializirovannyh žиров // Sorbcionnye i hromatografičeskije processy. Federal'noe gosudarstvennoe bŭdžetnoe obrazovatel'noe učreždenie vysšego, 2009. Vol. 9, № 4. p. 574-581.
2. Bessonova E.V. Izučenie žirno-kislотного состава slivočного masla Tambovskih proizvoditelej // Deržavinskij forum. federal'noe gosudarstvennoe bŭdžetnoe obrazovatel'noe učreždenie vysšego, 2020. Vol. 4, № 13. P. 146-153.

3. Lesnyh M.A., Ivanova S.A., П'ina E.G. Opredelenie žirnokislотного состава масел // Tehnologii i oborudovanie himičeskoj, biotehnologičeskoj i piševoj promyšlennosti. 2019. P. 464-469.
4. Vaškevič E.V., Timofeeva O.N., Bunevič N.V. Sostav žirnyh kislot masložirovoj produkcii // Zdorov'e i okružaûšâ sreda. Respublikanskoe unitarnoe predpriâtie" Naučno-praktičeskij centr gigieny", 2009. № 14. P. 40-44.
5. Čmilenko F.A. et al. Ustanovlenie fal'sifikacii moločnoj produkcii metodami gazovoj hromatografii // Metody i ob"ekty himičeskogo analiza. 2009. Vol. 4, № 1. P. 60-66.
6. Derewiaka D. et al. Determination of the adulteration of butter // Eur. J. Lipid Sci. Technol. Wiley Online Library, 2011. Vol. 113, № 8. P. 1005-1011.
7. Kazazić S. et al. Comparison of GC and NIR spectra as a rapid tool for food fraud detection: Case of butter adulteration with different fat types // J. food Process. Preserv. Wiley Online Library, 2021. Vol. 45, № 9. P. e15732.
8. Pastor K., Ačanski M., Vujić D. Gas chromatography in food authentication // Gas Chromatogr. sample Prep. Appl. IntechOpen, 2019. P. 109.
9. Fadzillah N.A. et al. Chemometrics analysis combined with GC-MS and NMR spectroscopy analysis of fatty acids as a means of discriminating butterfat adulteration // J. Pharm. Nutr. Sci. 2019. Vol. 9, № 2. P. 87-94.
10. Witjaksono G., Alva S. Applications of mass spectrometry to the analysis of adulterated food // Mass Spectrom. Futur. Percep. Appl. 2019. Vol. 10.
11. Trbović D., Petronijević R., Đorđević V. Chromatography methods and chemometrics for determination of milk fat adulterants // IOP conference Series: Earth and environmental science. IOP Publishing, 2017. Vol. 85, № 1. P. 12025.
12. Naviglio D. et al. Rapid analysis procedures for triglycerides and fatty acids as pentyl and phenethyl esters for the detection of butter adulteration using chromatographic techniques // J. Food Qual. Wiley Online Library, 2017. Vol. 2017, № 1. P. 9698107.
13. Szabóová Ž. et al. Analysis of triglycerides in butter, plant oils, and adulterated butter with LPGC-MS // Monatshefte für Chemie-Chemical Mon. Springer, 2018. Vol. 149. P. 1573-1578.
14. Fadzillah N.A. et al. Differentiation of fatty acid composition of butter adulterated with lard using gas chromatography mass spectrometry combined with principal component analysis // J. Teknol. 2016. Vol. 78, № 2.
15. Serikov Maksat Serikuly, Nurgalieva Meruet Toktarbekovna, Myrzabek Karima Aimakhankyzy, Toishimanov Maksat Risbekovich, Baktybayeva Farida Kudaibergenovna, On the issue of identification of the composition of the fatty phase of fat and oil products // Technique and technology of food production. 2022. No.4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-identifikatsii-sostava-zhirovoy-fazy-masložirovoy-produktsii>.
16. M. S. Serikov, M. T. Nurgalieva, A.D. Serikbayeva, A. S. Kononikhin, M. K. Iztileuov, Modification of the approach to the technology of milk and dairy product sample preparation for the determination of fatty acid profile using the gas chromatography method // Bulletin of the Almaty Technological University. 2022. No. 3. P. 5-13.
17. Serikov M.S., Khastayeva A.J. Nurgalieva M.T., Toishimanov M.R., Myrzabayeva N.E. et al. Calibration of a gas chromatographic device for determining the fatty acid composition of food products // Izdenister, natizheler. Research, results. 2019. № 1. P. 79-85.

***М.С. Сериков^{*1,2}, М.Т. Нурғалиева², А.Д. Серикбаева¹, М.Р. Тойшиманов¹,
Н.Мырзабаева¹, Э.Е.Башенова²***

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, serikbayeva@yandex.ru, maxat.toishimanov@gmail.com, murzanurgul@gmail.com

²Қазақ ветеринариялық ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан Республикасы kazpatent@bk.ru*, meruet-79@mail.ru

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕТЕКТОРЛЫ ГАЗ ХРОМАТОГРАФИЯСЫ ӘДІСІМЕН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ САРЫ МАЙДЫҢ ТАБИҒИЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада сұйық фазаның бұрмалану белгілерін көрсете отырып, нарықта өндірілген сары майдың май қышқылының құрамына талдау жасалады. Зерттеу нысандары В-С, В-D, В-G, В-Н, В-I және В-J майлары болып табылады. Негізгі май қышқылының құрамына назар аударылады, оның ішінде май (C4:0), капрон (C6:0), каприл (C8:0), каприн (C10:0), лаурин (C12:0), миристин (C14:0), стеарин (C18:0), олеин (C18:1) және линол (C18:2) қышқылдары.

Нәтижелер көрсеткендей, көпшілік үлгілердің май қышқылдық құрамы белгіленген нормативтік талаптарға сәйкес келеді, бұл сүт майының табиғилығын растайды. Ерекшелік ретінде В-Н үлгісі анықталды, онда стеарин қышқылының (C18:0) мөлшерінің артуы тіркелген. Бұл үлгіге сүт емес майдың (мысалы, сиыр немесе шошқа майы) қосылуы мүмкін екенін көрсетеді.

Үлгілерде анықталған пентадекан қышқылы, пальмитолеин қышқылы және маргарин қышқылы сияқты ұсақ компоненттер олардың табиғилығын және техникалық сипаттамаларға сәйкестігін қосымша дәлелдейді.

Алынған деректер В-Н үлгісінен басқа зерттелген элементтердің барлығы табиғи сүт майын қамтитын сапалы өнімдер екенін көрсетеді. Мақалада майды фальсификациялау белгілерін анықтау үшін жетілдірілген газ хроматографиясы әдістерін қолдану арқылы ғылыми жаңашылдық ұсынылған. Зерттеу нәтижелері азық-түлік өнімдерінің сапасын бақылау деңгейін арттыруға және тамақ қауіпсіздігі саласындағы бұзушылықтардың алдын алуға бағытталған.

Кілт сөздер: сары май, газдық хроматография, масс-спектрометрия, май қышқылдық құрамы, фальсификация, табиғилық, сапалы талдау.

*M.S. Serikov^{*1,2}, M.T. Nurgalieva², A.D. Serikbayeva¹, M.R. Toishimanov¹,
N.Myrzabayeva¹, E.E. Bashenova²*

¹*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
serikbayeva@yandex.ru, maxat.toishimanov@gmail.com, murzanurgul@gmail.com*

²*Kazakh Scientific Research Veterinary Institute, Almaty, Republic of Kazakhstan,
kazpatent@bk.ru*, meruet-79@mail.ru*

EVALUATION OF THE NATURALNESS OF BUTTER BY GAS CHROMATOGRAPHY WITH A MASS SPECTROMETRIC DETECTOR BASED ON THE ANALYSIS OF FATTY ACID COMPOSITION

Abstract

This article presents an analysis of the fatty acid composition of butter available on the market, focusing on identifying signs of adulteration in the liquid phase. The objects of the study include butter samples B-C, B-D, B-G, B-H, B-I, and B-J. Particular attention is given to the content of key fatty acids, including butyric (C4:0), caproic (C6:0), caprylic (C8:0), capric (C10:0), lauric (C12:0), myristic (C14:0), stearic (C18:0), oleic (C18:1), and linoleic (C18:2) acids.

The results indicate that the fatty acid composition of most samples complies with established regulatory standards, confirming the natural origin of the milk fat. The exception is sample B-H, which showed an elevated content of stearic acid (C18:0), potentially indicating the addition of non-dairy fats (e.g., beef or pork fat).

Minor components, such as pentadecanoic, palmitoleic, and margaric acids, identified in the samples, further support their natural origin and compliance with technical specifications.

The obtained data suggest that, except for sample B-H, the analyzed samples are high-quality products containing natural milk fat. The article introduces scientific novelty by utilizing advanced gas chromatography methods to detect signs of butter adulteration. The research findings aim to enhance the level of quality control for food products and prevent violations in food safety standards.

Keywords: butter, gas chromatography, mass spectrometry, fatty acid composition, falsification, naturalness, qualitative analysis.

МРНТИ 65.63.33

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2025/45>

Т.К. Боранбаева*¹, М. Талапбек¹, С.С.Енсебаева¹, Ж.А. Жауынбай¹,
Ж.Б. Досимова¹, А.А. Болат²

¹Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, г.Алматы, Казахстан, bor-tog@mail.ru*, t.mereyka@icloud.com, yensebayeva02@mail.ru,
zhauynbai.aizat.2002@mail.ru, janna_90.18@mail.ru

²Жетысуский университет, г.Талдықорган, Казахстан, aya_030396@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА

Аннотация

Кобылье молоко издавна широко используется многими народами. Благодаря своему богатому полезному свойству сегодня оно применяется в питании людей страдающих от аллергий на коровье молоко, в специализированных пищевых продуктах лечебно-профилактического назначения.

Пробиотические кисломолочные продукты на основе кобыльего молока с иммуномодулирующими свойствами могут расширить ассортимент полезных продуктов на рынке страны. Так как, пробиотические микроорганизмы обеспечивает различные преимущества для здоровья, а использование таких культур в составе заквасок для кисломолочных продуктов позволяет добавить продукту ряд лечебно-профилактических и иммуномодулирующих свойств.

Кумыс является единственным доступным на рынке кисломолочным продуктом из кобыльего молока на сегодняшний день. В связи с этим разработка новых кисломолочных продуктов на основе кобыльего молока является актуальной и востребованной.

Цель исследования – разработка иммуномодулирующего кисломолочного продукта на основе кобыльего молока с использованием пробиотических штаммов: *Lacticaseibacillus paracasei* DDL-3-16, *Lactiplantibacillus plantarum* DLS 12-47 и *Saccharomyces cerevisiae* S430b и сравнительные анализы определения органолептических (внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция) и физико-химических (жир, белок, казеин, лактоза, мочевины, кислотность, сомо и сухие вещества) показателей готового продукта.

Ключевые слова: *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, пробиотические штаммы, кобылье молоко, физико-химические показатели, иммуномодулирующие свойства.

Введение

В наше время, с развитием пищевой индустрии и разнообразием предлагаемых продуктов, современному человеку становится важно задумываться о здоровье и правильном питании. Возникает потребность в продуктах, которые приносят пользу организму, положительно влияют на здоровье и способствуют улучшению качества жизни благодаря своим функциональным свойствам.

Согласно результатам исследований, кобылье молоко и продукты на его основе являются ценным источником питательных веществ для организма человека. Эти продукты могут использоваться в качестве функционального питания, во время лечения заболеваний, в период восстановления, а также для людей с непереносимостью белков коровьего молока.