

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ СУХИМ МОЛОКОМ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

Ольга Геннадьевна Кашникова, младший научный сотрудник

E-mail: o.kashnikova@fncps.ru

Дмитрий Сергеевич Мяконосов, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

E-mail: d.myagkonosov@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

Обоснована актуальность введения в практику надежного метода выявления фальсификации молока и молочной продукции сухим молоком. Цель работы заключалась в обосновании актуальности и технической возможности внедрения в отечественную практику метода анализа для определения наличия сухого молока в составе сырого, питьевого молока и другой молочной продукции, что необходимо для пресечения фальсификации. Сухое молоко – натуральный продукт с высокой пищевой и биологической ценностью, однако в Российской Федерации расширение его использования сдерживается предубеждениями потребителей, сложившимися в период высокого уровня фальсификата на рынке. Восстановление позитивного имиджа сухого молока требует внедрения надежных методов его выявления в составе молочных продуктов для прекращения практики необоснованного приписывания дефектов качества добавлению сухого молока. Создание таких методов представляет сложную проблему из-за сходства состава восстановленного сухого и пастеризованного натурального молока, в связи с чем применим мультимаркерный подход с использованием жидкостной хроматографии, масс-спектрометрии и других новейших методов. Отмечено, что подобные методы дают точный результат, но сложны в реализации. На основании анализа данных сделан вывод о целесообразности сочетания стандартизованных методов в два этапа: иммуноферментный анализ для отсева отрицательных образцов и мультимаркерный метод с определением лактулозы и фуросина для подтверждения положительной реакции. Внедрение приборного метода позволит решить два актуальных вопроса – раскрытие фальсификации недобросовестными производителями и защиту интересов добросовестных производителей, выпускающих качественную продукцию с использованием сухого молока.

Ключевые слова: сухое молоко, восстановленное молоко, молочные продукты, фальсификация, методы анализа, маркерные признаки

Для цитирования: Кашникова, О. Г. Методы обнаружения фальсификации сухим молоком. Современное состояние вопроса / О. Г. Кашникова, Д. С. Мяконосов // Молочная промышленность. 2026. № 4. С. 80–88. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-4-96>

ВВЕДЕНИЕ

ГОСТ 33629-2015 определяет сухое молоко как продукт, получаемый удалением воды путем распылительной сушки из сгущенного пастеризованного обезжиренного или нормализованного, или цельного коровьего молока. Сухое молоко, производимое на современном технологическом оборудовании, сохраняет высокую биологическую ценность без нарушения состояния структуры белков и минерального комплекса [1].

Таким образом, сухое молоко представляет собой натуральный продукт, получаемый путем обезвоживания молока, в котором сохраняются все его питательные вещества: белки, жиры, сахар, минеральные вещества (калий, кальций, фосфор, магний) и большую часть витаминов (группы В, А, К, С) [2], а его пищевая ценность и безопасность обеспечиваются за счет строгого соблюдения технологических режимов, закрепленных в ТР ТС 033/2013 и стандарте ГОСТ 33629-2015.



Источник изображения: iStockphoto.com

В последние годы (2021–2025 гг.) российская промышленность стабильно наращивает объемы выпуска сухого молока. Высокие темпы роста связаны как с увеличением спроса со стороны перерабатывающей промышленности, использующей сухое молоко для улучшения технологических свойств готовой продукции, так и стратегическим переходом на отечественное сырье в рамках политики импортозамещения^{1,2}. Кроме внутреннего потребления, драйвером роста производства российской молочной продукции служит экспорт, который в 2025–2026 гг. превысил 500 млн долл. (включая сухое молоко, сыры, творог, сыворотку)³.

Сухое молоко удобно в транспортировке и складировании, при сохранении герметичной упаковки оно не требует специальных условий перевозки и хранения. Благодаря длительному сроку годности и простоте использования сухое молоко широко применяется в пищевой промышленности как практичная альтернатива сырому молоку. Его используют для регулирования состава продукта по содержанию белка и жира, улучшения структуры и реологических свойств продуктов, компенсации сезонных колебаний в цене и доступности сырого молока, а также для снижения себестоимости производства без потери пищевой и биологической ценности.

Согласно ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 022/2011, использование сухого молока допускается при производстве большинства молочных продуктов, если это предусмотрено рецептурой. Исключение составляет питьевое молоко, при изготовлении которого сухое молоко не применяется. Продукт, изготавливаемый из восстановленного сухого молока, маркируется как «восстановленное молоко». Введение подобных требований связано с необходимостью информировать потребителя о сырьевом происхождении продукта. Это позволяет сделать осознанный выбор в пользу более биологически ценного «натурального» молока, а не «восстановленного». Еще одна цель — поддержать отечественных производителей сырого молока и стимулировать заводы использовать именно натуральное сырье, а не восстановленное.

Применение сухого молока не имеет альтернативы для удаленных и труднодоступных регионов нашей страны, в которые доставка сырого молока невозможна. Там использование сухого молока делает возможным производство восстановленного молока, кисломолочных напитков, творога, сыров, рекомбинированного сгущенного молока и других продуктов. Нормализация молока по белку с помощью сухого молока помогает снизить себестоимость творога и сыров. Это достигается за счет увеличения выхода продукции и сокращения продолжительности технологического цикла благодаря получению молочного сгустка с большей плотностью и улучшенной способностью к синерезису. В зимний период, когда стоимость сырого молока возрастает, использование сухого молока позволяет снизить цену готовой продукции. Сухое молоко востребовано и в сегменте HoReCa, где его используют при изготовлении теста и кремов для пирожных, чизкейков, мороженого, молочных коктейлей и других готовых к употреблению продуктов. Доля таких товаров на рынке в последние годы стабильно растет [3].

Цель работы заключалась в обосновании актуальности и технической возможности внедрения в отечественную практику метода анализа для определения наличия сухого молока в составе сырого, питьевого молока и другой молочной продукции, что необходимо для пресечения фальсификации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись материалы публикаций по темам производства сухого молока и фальсификации молочных продуктов, а также научно-техническая литература по методам выявления фальсификации молочных продуктов добавлением сухого молока, в частности маркерным признакам сухого молока и приборному оформлению этих методов. Поиск источников проводился среди публикаций интернет-СМИ и официальных государственных органов (Роспотребнадзор, Россельхознадзор, Еврокомиссия и др.), а также в электронных базах научной информации Scopus, eLIBRARY.RU и Google Academy. Исследование проведено в два этапа.

¹Анализ рынка сухого молока в России - 2026. Показатели и прогнозы [Электронный ресурс]. URL: <https://tebiz.ru/mi/rynok-sukhogo-moloka-v-rossii> (дата обращения 08.05.2026).

²Экспорт и импорт молочной продукции в России [Электронный ресурс]. URL: https://tadviser.ru/index.php/Статья:Экспорт_и_импорт_молочной_продукции_в_России#:~:text=По%20данным%20центра%20развития%20экспорта%20«Агроэкспорт»%2C%20объем,каждый%20год%20увеличивается%20в%20среднем%20на%207%2C3%25 (дата обращения 04.05.2026).

³Состояние молочной отрасли России в 2025–2026 году | DairyTech [Электронный ресурс]. URL: <https://dairytech-expo.ru/ru/press-room/news/2026/march/24/molochnaya-otrasl-rossii-v-2025-2026-godu/> (дата обращения 24.04.2026).

На первом этапе было дано обоснование актуальности внедрения в отечественную практику метода выявления сухого молока в составе молочных продуктов. На втором этапе рассмотрены варианты технической реализации упомянутого метода. После проведенного анализа, основанного на сравнении достоинств и недостатков существующих методов анализа, был сделан вывод о выборе наиболее подходящего варианта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на очевидную безопасность и широкое использование сухого молока в молочной и других отраслях пищевой промышленности, в России в силу ряда причин у потребителя присутствует негативное отношение к сухому молоку и производимым с его использованием молочным продуктам. Такое негативное отношение сформировалось в результате многолетней информационной кампании на тему борьбы с фальсификацией молочных продуктов, в том числе и с использованием сухого молока.

Отправной точкой можно считать резкое снижение цен на сухое молоко, произошедшее на мировом рынке в конце 2015 г., когда стоимость сухого цельного молока (СЦМ) упала в 2,4 раза, а сухого обезжиренного молока (СОМ) – в 2,7 раза. Такой низкий уровень цен сохранялся до середины 2016 г.^{4,5} Это привело к ряду последствий для российского рынка. Во-первых, значительно вырос импорт сухого молока в Россию. Место традиционных поставщиков из ЕС заняли страны, ранее не поставлявшие эту продукцию: Иран, Турция, Швейцария, Коста-Рика, Парагвай, Азербайджан и Молдова. Объем ввоза СОМ, СЦМ и сухой сыворотки увеличился в период с 2015 по 2016 г. примерно в 1,3 раза. Во-вторых, доступность дешевого импортного сырья сделала производство молочных продуктов из восстановленного молока экономически более выгодным, чем из сырого молока, и спрос на последнее стал падать. В результате с середины 2015 г. началось устойчивое снижение закупочных цен

на сырое молоко в России, которое продолжалось до середины 2016 г.⁶ Ситуация на мировом рынке изменилась во второй половине 2016 г., когда по указанию Европейской комиссии были начаты интервенционные закупки сухого молока в специальные фонды, что привело к постепенному росту цен на сухое молоко и другие молочные продукты. Накопленные в фондах запасы сухого молока были распроданы с мая 2018 г. по февраль 2019 г.⁵ Это повлекло очередной (последний) удар по закупочным ценам на сырое молоко на территории Российской Федерации, вызванный масштабным поступлением на рынок дешевого сухого молока в зимний период 2017–2018 гг.⁷

В сложившихся условиях возникла острая необходимость в защите отечественных производителей сырого молока от ценового демпинга со стороны импорта сухого молока. С 2016 г. в России начата системная борьба с фальсификацией. Введена в эксплуатацию Федеральная государственная информационная система «Меркурий», серьезно затруднившая оборот фальсифицированной продукции. Для выявления фальсификации молочных продуктов сухим молоком была внедрена методика иммуноферментного анализа (ИФА) для определения примеси сухого молока (внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под номером ФР.1.31.2017.25524) [4].

В это же время началась активная информационная кампания, в рамках которой в СМИ обсуждалась проблема фальсификации молочной продукции. Тема борьбы с фальсификатом быстро стала популярной и привлекла массовое внимание. В погоне за сенсационностью отдельные публикации сообщали о добавлении в молочные продукты несъедобных веществ – мыла, мела, соды и других⁸. Массовое распространение подобных материалов привело к формированию у потребителей устойчивого негативного имиджа всей молочной продукции российского производства как опасной для здоровья, следствием этого стало падение продаж на молочном рынке в 2016 г.⁹

⁴MILK AND MILK PRODUCTS [Электронный ресурс]. URL: https://fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/FO_OCT_2015_-_Dairy2.pdf (дата обращения 05.05.2026).

⁵Special report: EU's response to the 2014-2016 milk market disturbances [Электронный ресурс]. URL: https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/milk-dairy-production-11-2021/en/?afd_azwaf_tok=eyJraWQiOiI1MUEuXzNmMk1JmZVFkZCMTET3Q14MEVDMjhFQjk1NkQ2ODYzNkY5MjA5MENGENBMTJERTJFREEMTkwMjY1IiwiaWVWxnljoiUjYifQ.eyJhdWQiOiJvcC5ldXJvcGEuZ (дата обращения 05.05.2026).

⁶Молочный сектор в России итоги 2016 года [Электронный ресурс]. URL: <https://moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/molochnyj-sektor-v-rossii-itogi-2016-goda/> (дата обращения 05.05.2026).

⁷Молочный рост вопреки падению. Молочная отрасль продолжила наращивать объемы производства, несмотря на снижение цен – Журнал «Агроинвестор» [Электронный ресурс]. URL: <https://agroinvestor.ru/markets/article/30888-molochnyy-rost-vopreki-padeniyu/> (дата обращения 07.05.2026).

⁸Фальшивое молоко [Электронный ресурс]. URL: <https://moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/falshivoe-moloko/> (дата обращения 08.05.2026).

⁹Константин Гозман: Гипсом, мелом и крахмалом нельзя фальсифицировать молоко [Электронный ресурс]. URL: https://milknews.ru/interviu-i-blogi/interviu-i-blogi_337.html (дата обращения 08.05.2026).



Последствия информационного всплеска, произошедшего 10 лет назад, проявляются и в настоящее время. Несмотря на достигнутые успехи по снижению доли фальсификата на российском рынке¹⁰, в общественном сознании содержится другое видение ситуации. В российских СМИ тема фальсификации молочной продукции не утрачивает актуальности. Постоянно публикуются результаты проверок качества молочных продуктов, проводимых органами Роспотребнадзора и Россельхознадзора, а также уполномоченными организациями и отраслевыми союзами, такими как «Роскачество», «Союзмолоко», «РСПМО», «Росконтроль» и рядом других. К сожалению, из-за специфической трактовки результатов этих проверок в СМИ и стремления к эмоциональной, привлекающей читателя подаче материала, борьба с фальсификацией обернулась дискредитацией отдельных видов молочной продукции, в том числе сухого молока. Постоянное упоминание в результатах экспертизы сухого молока в одном ряду с фальсифицирующими добавками (вода, крахмал, растительные жиры, нейтрализующие

кислотность соли, антибиотики и др.) к настоящему времени закрепило в массовом сознании устойчивую связь между понятиями «сухое молоко» и «фальсифицированный продукт».

Многие потребители относятся к порошковому (сухому) молоку с опаской, считая его «ненатуральным» или химическим заменителем¹¹. В комментариях к статьям в СМИ на тему фальсификации наибольший рейтинг получают высказывания: «молоко из порошка», «сметана из мела и крахмала» и «сухое молоко делают из сои и пальмового масла. Плюс эмульгаторы и вкусовые добавки»¹². Сложившееся устойчивое недоверие подкрепляется производителями молока, которые, желая успокоить потребителя, наносят на этикетку слова «не содержит сухого молока», подавая это как преимущество. Такие заявления лишь укрепляют сложившиеся предубеждения, дискредитируя качественный ингредиент. Следствием этого является недостаток доверия к отечественной молочной продукции, в том числе к сухому молоку, что ограничивает объем ее продаж и сдерживает рост производства.

¹⁰Россельхознадзор отметил сильное снижение доли фальсификата в молочной продукции - Внешнеэкономические новости от 04.06.2025 | Альта-Софт [Электронный ресурс]. URL: https://alta.ru/external_news/119670/ (дата обращения 08.05.2026).

¹¹Что такое порошковое молоко: честный ответ Минсельхоза Башкирии - 3 мая 2026 | УФА1.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://ufa1.ru/text/food/2026/05/03/76396394/> (дата обращения 08.05.2026).

¹²В магазинах молока навалом, а коров на лугах Башкирии не видно. Честный ответ Минсельхоза - 4 мая 2026 | УФА1.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://ufa1.ru/text/animals/2026/05/04/76274873/> (дата обращения 08.05.2026).

¹³Как отличить настоящее молоко от подделки: методы фальсификации и домашние тесты [Электронный ресурс]. URL: <https://prochepetsk.ru/news/74362> (дата обращения 12.05.2026).



Источник изображения: magriff.com

В опубликованных в сетевых СМИ материалах, содержащих результаты исследований отобранных с полки образцов молока, суждение о фальсификации сухим молоком делается с использованием органолептического метода оценки на основании наличия у исследуемых образцов молока дефектов вкуса, цвета и консистенции¹³. Действующий органолептический метод, регламентированный в Приложении № 3 к ТР ТС 033/2013, не позволяет достоверно отличить пастеризованное натуральное молоко от восстановленного. По этой причине вопрос надежного выявления примеси сухого молока в питьевом молоке и молочных продуктах остается открытым. Решение проблемы состоит во внедрении в практику методов анализа, основанных на оценке содержания маркерных признаков, уникальных для сухого молока, с помощью измерительного оборудования. Использование подобных методов позволит исключить субъективные ошибки органолептического анализа и прекратить практику приписывания разнообразных дефектов добавлению сухого молока при фактическом его отсутствии.

Физическая природа методов контроля. Методы идентификации сухого молока должны быть основаны на определении типичных для него маркерных веществ. Формирование таких маркеров происходит по ходу технологического процесса производства сухого молока, характеризуемого специфическим сочетанием температурных, временных режимов и величиной показателя активности воды (a_w), влияющего на скорость протекающих реакций [5].

В результате термического воздействия в белковой, липидной, углеводной и других фракциях молока происходит ряд изменений. Тепловая нагрузка при пастеризации молока ведет к денатурации и агрегированию термочувствительных сывороточных белков, разрушению витаминов, изомеризации лактозы в лактулозу, образованию продуктов реакции Майяра [6]. При сгущении и сушке разрушаются термолabile витамины (B_1 , B_6 , аскорбиновая кислота, фолиевая кислота). На стадии высушивания происходит окисление жирорастворимых витаминов (А, Е) и водорастворимых антиоксидантов (аскорбиновая и фолиевые кислоты) [7]. Также идет процесс частичного окисления липидов с образованием в качестве конечных продуктов альдегидов, кетон, спиртов, гидроксигирных кислот и ряда других веществ [8]. Наиболее масштабным маркером процесса высушивания молока является образование в нем вследствие гликозилирования ϵ -аминогрупп лизина лактулозиллизина – первого стабильного компонента начальной стадии реакции Майяра [9].

Перед тем как попасть в переработку или непосредственно к потребителю, сухое молоко проходит через определенный период хранения, в течение которого в замедленном темпе продолжают разные химические реакции. Формируются продукты промежуточной стадии реакции такие, как гидроксиметилфурфурол, 2-фуральдегид, фурфурол и продукты финальной стадии реакции – $N\epsilon$ -карбоксиметиллизин, $N\epsilon$ -карбоксиэтиллизин и пирралин [10, 11].

Принятые в России методы контроля сухого молока. В настоящее время в РФ для определения присутствия сухого молока в составе молочных продуктов, в частности питьевого молока, разрешены к применению два инструментальных метода: жидкостная хроматография, согласно методу, приведенному в МУ 4.1./4.2.2484-09, и метод иммуно-ферментного анализа (ИФА) с использованием комплекта реактивов ООО «ХЕМА» [4]. Метод, приведенный в МУ 4.1./4.2.2484-09, предназначен для определения содержания сухого молока в сыром и пастеризованном молоке методом жидкостной хроматографии высокого давления по критерию содержания бета-глобулина и альфа-лактоальбумина относительно общего содержания водорастворимой фракции белков молока. Недостатком метода является то, что он отображает результат пастеризации молока, которая проводится перед операциями сгущения и высушивания, а не результат его высушивания. В методике

ИФА с использованием комплекта реактивов ООО «ХЕМА» содержание сухого молока оценивается по интенсивности реакции специального антитела, комплементарного к специфическому эпитопу, отсутствующему в сыром молоке и образующемуся при высушивании молока. Подобным эпитопом является участок бета-лактоглобулина, содержащий остаток аминокислоты лизин, ϵ -аминогруппа которого лактозилирована в результате реакции Майяра. Лактозилирование лизина происходит не только при высушивании, но и при тепловой обработке молока: при производстве пастеризованного, ультрапастеризованного (УВТ), стерилизованного, топленого молока, ряженки, сгущенного и концентрированного молока. Интенсивная тепловая обработка молока может приводить к накоплению в нем лактозилированного лизина в количестве большем, чем в сухом молоке (в пересчете на белок) [6]. По этой причине при использовании метода ИФА имеется риск получения ложноположительных результатов [4].

Во ВНИИМС разработан метод выявления фальсификации сырого молока добавлением сухого молока. Указанный способ фальсификации используется в целях повышения содержания белка в сыром молоке для фиктивного перевода его в более высокий сорт, который дороже оплачивается при покупке переработчиками. Метод основан на выявлении продуктов начальной стадии реакции Майяра, концентрация которых после их трансформации в меланоиды измеряется колориметрическим методом. Метод позволяет выявлять добавление сухого молока к сырому в количестве от 5 г/л и не требует сложного оборудования [12].

Перечисленные выше методы выявления сухого молока основаны на оценке одного маркерного признака и позволяют надежно его идентифицировать только в составе сырого молока, которое в «чистом» виде не содержит денатурированных белков и про-

дуктов реакции Майяра. Выявление сухого молока в составе молока и молочных продуктов, прошедших тепловую обработку, осложнено наличием продуктов этих реакций, что требует использования более сложных методов анализа. Надежный метод выявления фальсификации молока должен быть основан на определении не одного, а нескольких присущих фальсифицирующей добавке маркерных веществ. Методы, основанные на указанных принципах, носят название «мультимаркерные методы».

Принятые в международной практике контроля сухого молока. В КНР государственным стандартом NY/T939-2016 регламентирован мультимаркерный метод выявления фальсификации пастеризованного и ультрапастеризованного молока добавлением сухого молока. Ключевая особенность метода выявления сухого молока по указанному стандарту КНР состоит в использовании двух маркерных веществ, являющихся продуктами разных реакций. Первым маркером служит фуросин (ϵ -N-2-фурурил-L-лизин), получаемый с помощью кислотного гидролиза соединения Амадори (лактозиллизина), который формируется на ранней стадии реакции Майяра. Содержание фуросина, отражающее содержание продуктов начальной стадии реакции Майяра, определяют хроматографическим методом. В качестве второго маркера используется лактулоза, короткая образуется в ходе реакции изомеризации лактозы, индуцируемой высокой температурой при тепловой обработке жидкого молока [6]. Содержание лактулозы измеряют ферментативным методом. Контрольные значения по содержанию лактулозы и фуросина, регламентированные в стандарте КНР NY/T939-2016, представлены в таблице 1.

Повысить надежность выявления фальсификации можно за счет максимально полного определения состава исследуемого продукта (увеличения количества маркерных веществ, вовлеченных в анализ).

Таблица 1. Контрольные значения содержания лактулозы и фуросина, регламентированные в стандарте КНР NY/T939-2016

Тип продукта	Массовая доля лактулозы (L), мг/л	Массовая доля фуросина (F), мг/100 г белка	Соотношение L/F	Вывод
Пастеризованное молоко	≥ 100	–	–	Признак добавления восстановленного молока
	< 100	12–25	$< 0,5$	Продукт следует считать восстановленным молоком
		> 25	< 1	
Ультрапастеризованное молоко	≥ 600	–	–	Признак добавления восстановленного молока
	< 600	> 190	$< 1,8$	Продукт следует считать восстановленным молоком

Современные методы с использованием техники жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии включают методы протеомики и липидомики, где маркерами выступают специфические пептиды, липиды и их производные, и методы метаболомики, в которых массивом маркеров служит весь набор малых молекул (метаболом), что позволяет выявить даже очень тонкие отличия в химическом составе. Проводить идентификацию большого количества метаболитов с одновременным измерением их концентрации позволяют методы жидкостной хроматографии, совмещенной с масс-спектрометрией высокой разрешающей способности (ВЭЖХ-МС). Вместе с тем эти методы сопряжены со сложной предварительной подготовки образцов, требующей много времени и большого расхода органических растворителей. Методы инфракрасной спектроскопии или ядерного магнитного резонанса обладают возможностью извлечения столь же большого объема аналитических данных о множестве параметров, как и методы ВЭЖХ-МС, но, в сравнении с ними, не требуют сложной и трудоемкой процедуры предварительной обработки образцов и имеют относительно короткую продолжительность выполнения анализа.

В последние годы проведены многочисленные исследования по созданию мультимаркерных методов выявления сухого молока, основанных на разных физических принципах. Данные о методах

исследований и о химической и физической природе маркеров сухого молока приведены в таблице 2.

На основании приведенных сведений можно сделать вывод о том, что столь непростая задача, как выявление сухого молока в составе молочных продуктов, прошедших тепловую обработку, может быть успешно решена применением современных методов исследований.

ВЫВОДЫ

Сухое молоко – это натуральный продукт питания, обладающий высокой пищевой и биологической ценностью. Благодаря своим функциональным свойствам сухое молоко находит широкое применение в пищевой промышленности при производстве молочных и мясных продуктов, выпечки, кондитерских изделий, кофе и др. Несмотря на очевидную полезность и экономическую выгоду, использование сухого молока в производстве молочных продуктов сдерживается предубеждениями отечественного потребителя. Подобные предубеждения сложились в годы, когда не существовало работающей системы контроля и борьбы с фальсификатом. В настоящее время благодаря мерам, предпринимаемым государством и отраслевыми союзами, доля молочного фальсификата присутствующего на рынке очень мала. Поэтому актуальность введения надежного метода

Таблица 2. Современные мультимаркерные методы выявления сухого молока

Маркерные вещества (признаки)	Методы исследований	Источник
3 категории маркерных метаболитов (пептиды, липиды и нуклеиновые кислоты), в том числе витамин B ₅ и его производные (никотинамид, цитидин, аденозин), фосфолипиды и продукты их распада, продукты гидролиза белка (пептиды)	UPLC-Q-TOF-MS, UPLC-MS/MS	[13]
15 биомаркеров липидного происхождения, включая триглицериды определенного состава, фосфолипиды (фосфатидилэтаноламин, лизофосфатидилэтаноламин, кардиолипин) и оксигирные кислоты (12- и 16-гидроксидекановые кислоты)	UPLC-Q-Exactive Orbitrap	[14]
33 маркерных пептида (преимущественно от С- и N-терминальных групп казеина), образовавшихся в процессе тепловой обработки при производстве УВТ-молока или при гидролизе белков нативной протеазой молока	UPLC-Q-TOF-MS	[15]
Интактные белки молока и пептиды, полученных при гидролизе с помощью трипсина, в частности гликозилированный полипептид из β-лактальбумина	UPLC-Q-TOF-MS	[16]
11 химических биомаркеров, в том числе L-карнитин, янтарная и уксусная кислоты	ЯМР	[17]
Специфические участки спектров в областях длин волн 1800–580 см ⁻¹ , 3700–2700 см ⁻¹ и 1800–580 см ⁻¹ + 3700–2700 см ⁻¹	ATR-FTIR	[18]
Специфичные спектральные данные по 1060 волновым точкам, отражающие поглощение инфракрасного излучения образцом молока в диапазоне 5008–925 см ⁻¹	FTIR	[19]
Величины пропорций «пик / плато» на вольтамперограммах, характеризующиеся наличием в составе образцов природных оксидов	Циклическая вольтамперометрия	[20]
Стабильные изотопы водорода (δ ₂ H), углерода (δ ¹³ C), азота (δ ₁₅ N) и кислорода (δ ₁₈ O)	Радиоизотопный анализ	[21]

Примечание: UPLC – сверхпроизводительная жидкостная хроматография; Q-TOF-MS – квадрупольный времяпролетный масс-спектрометрический детектор; MS/MS – tandemный масс-спектрометрический детектор; Q-Exactive Orbitrap – квадрупольный масс-спектрометрический детектор сверхвысокого разрешения с орбитальной ионной ловушкой; ЯМР – ядерный магнитный резонанс, ATR-FTIR – ИК-спектроскопия с уменьшенной полной отражательной способностью и преобразованием Фурье; FTIR – ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье.

выявления фальсификации сухим молоком сырого, питьевого молока и молочных продуктов связана не только с необходимостью борьбы с фальсификацией и достоверного информирования потребителя о сырьевом составе продукта, но и для восстановления позитивного имиджа сухого молока как продукта питания и компонента в составе различных пищевых продуктов. Регламентированный ТР ТС 033/2013 органолептический метод оценки не позволяет достоверно отличить питьевое молоко, полученное из сырого молока, от восстановленного. Надежные методы выявления сухого молока позволят защитить интересы потребителей, а также производителей сырого молока, молочных продуктов и сухого молока.

Разработка надежного метода выявления сухого молока в составе молочных продуктов представляет собой нетривиальную задачу ввиду присутствия в них тех же самых химических веществ, как и в сухом молоке. Современные научные знания дают ключ к решению этой задачи, представляющий собой проведение идентификации наличия сухого молока в продукте не по одному, а по множеству маркерных признаков (мультимаркерный подход). Мультимаркерные методы могут быть реализованы с помощью техники жидкостной хроматографии, совмещенной с масс-спектрометрией высокой разрешающей способности (ВЭЖХ-МС), а также при помощи инфракрасной спектроскопии, ядерного магнитного резонанса (ЯМР), циклической вольтамперометрии или радиоизотопного анализа. Все предложенные аналитические методы обладают высокой чувствительностью и надежностью, однако достаточно сложны в реализации и в настоящее время находятся на стадии лабораторных исследований.

Для сокращения времени на внедрение методов выявления сухого молока в отечественную практику целесообразно принять уже стандартизованные методы, адаптировав процедуру их применения с учетом присущих им особенностей. Для устранения риска дискредитации продукта из-за получения ложноположительной реакции при исследовании стандартизованным методом иммуноферментного анализа (ИФА) следует ввести систему испытаний из двух этапов. На первом этапе образец исследуется методом ИФА. Метод ИФА прост в реализации, не требует сложного лабораторного и аналитического оборудования и позволяет быстро проанализировать большое количество образцов. При получении отрицательного результата при исследовании методом ИФА, образец признается свободным от примеси сухого молока. В противном случае, для исключения вероятности ложноположительного результата анализа, образец передается на следующий этап испытаний с оценкой наличия сухого молока по содержанию лактулозы и фуросина по процедуре, аналогичной описанной в стандарте КНР NY/T939-2016.

Внедрение приборного метода, позволяющего дать объективную и точную оценку наличия сухого молока в составе молочных продуктов поможет решить два актуальных и взаимосвязанных вопроса – по раскрытию фальсификации молочной продукции, осуществляемой недобросовестными производителями, и по защите имиджа сухого молока и интересов добросовестных производителей, выпускающих сухое молоко или молочную продукцию с использованием сухого молока высокого качества и соблюдающих требования к маркировке своей продукции. ■

Поступила в редакцию: 18.03.2026

Принята в печать: 09.06.2026

DETECTING RECONSTITUTED MILK POWDER IN DAIRY PRODUCTS: CURRENT STATUS

Olga G. Kashnikova, Dmitry S. Myagkonosov

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

REVIEW ARTICLE

Milk powder is a natural product with high nutritional and biological value. However, its use in Russia is hampered by consumer prejudice; consumers tend to attribute poor sensory properties of milk to milk powder. Restoring a positive image of milk powder requires reliable methods for detecting it in raw milk, drinking milk, and other dairy products to prevent adulteration. This task is challenging because the composition of reconstituted milk powder is highly similar to that of pasteurized natural milk. This article describes a multimarker approach using liquid chromatography, mass spectrometry, and other cutting-edge methods. While such methods provide accurate results, they are difficult to implement routinely. Therefore, a two-stage protocol is feasible: an enzyme-linked immunosorbent assay screens out negative samples, while a multimarker method detects lactulose and furosine to confirm a positive reaction. This instrumental method addresses two pressing issues: uncovering milk adulteration and protecting reputable brands that utilize milk powder.

Keywords: milk powder, reconstituted milk, dairy products, adulteration, methods of analysis, markers

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барковская, И. А. Математическая оценка изменения углеводного и белкового профилей молока при термической нагрузке / И. А. Барковская [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55, № 4. С. 794–806. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-4-2607>
2. Мараева, О. Б. Некоторые биохимические характеристики молока / О. Б. Мараева, Е. Ю. Ухина, М. Н. Мараев // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 8. С. 36–38.
3. Кашникова, О. Г. Современное состояние вопроса применения сухого молока в пищевой промышленности / О. Г. Кашникова [и др.] // Пищевая промышленность. 2026. № 3. С. 128–133. <https://doi.org/10.52653/PPI.2026.3.3.025>
4. Топникова, Е. В. Вопрос-ответ. Определение сухого молока в питьевом / Е. В. Топникова // Молочная промышленность. 2018. № 10. С. 58–59.
5. Kelly, A. L. Manufacture and properties of milk powders / A. L. Kelly [et al.] // Advanced Dairy Chemistry Volume 1: Proteins. – New York, 2003. – P. 1027–1061. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8602-3_29
6. van den Oever, S. P. Analytical assessment of the intensity of heat treatment of milk and dairy products / S. P. van den Oever [et al.] // International Dairy Journal. 2021. Vol. 121. Art. no. 105097. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105097>
7. Fox, P. F. Vitamins in milk and dairy products / P. F. Fox [et al.] // Dairy Chemistry and Biochemistry. – Cham, 2015. – P. 271–297. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2_6
8. Clarke, H. J. Oxidative quality of dairy powders: Influencing factors and analysis / H. J. Clarke [et al.] // Foods. 2021. Vol. 10(10). Art. no. 2315. <https://doi.org/10.3390/foods10102315>
9. Deeth, H. C. Lactosylation and related modifications / H. C. Deeth // International Dairy Journal. 2026. Vol. 176. Art. no. 106567. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2026.106567>
10. Li, Y. Profiles of initial, intermediate, and advanced stages of harmful Maillard reaction products in whole-milk powders pre-treated with different heat loads during 18 months of storage / Y. Li [et al.] // Food Chemistry. 2021. Vol. 351. Art. no. 129361. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129361>
11. Li, M. Maillard reaction harmful products in dairy products: Formation, occurrence, analysis, and mitigation strategies / M. Li [et al.] // Food Research International. 2022. Vol. 151. Art. no. 110839. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110839>
12. Мяконосов, Д. С. Использование колориметрии с трехфазным коэффициентом отражения для выявления фальсификации свежего молока восстановленным сухим молоком / Д. С. Мяконосов [и др.] // Пищевые системы. 2025. № 8 (2). С. 296–305. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-296-305>
13. Tan, D. Establishing an untargeted-to-MRM liquid chromatography-mass spectrometry method for discriminating reconstituted milk from ultra-high temperature milk / D. Tan [et al.] // Food Chemistry. 2021. Vol. 337. Art. no. 127946. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127946>
14. Cui, J. Lipidomics Strategy for the Identification of Ultra-High Temperature and Reconstituted Milk by UPLC-Q-Exactive Orbitrap Mass Spectrometry / J. Cui [et al.] // Food Analytical Methods. 2021. Vol. 14. P. 1064–1073. <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01947-5>
15. Tan, D. Differentiating ultra-high temperature milk and reconstituted milk using an untargeted peptidomic approach with chemometrics / D. Tan [et al.] // Food Chemistry. 2022. Vol. 394. Art. no. 133528. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133528>
16. Du, L. Detection of milk powder in liquid whole milk using hydrolyzed peptide and intact protein mass spectral fingerprints coupled with data fusion technologies / L. Du [et al.] // Food Science & Nutrition. 2020. Vol. 8(3). P. 1471–1479. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1430>
17. Cui, J. The combined use of 1H and 2D NMR-based metabolomics and chemometrics for non-targeted screening of biomarkers and identification of reconstituted milk / J. Cui [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 99(14). P. 6455–6461. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9924>
18. Du, L. New insights into raw milk adulterated with milk powder identification: ATR-FTIR spectroscopic fingerprints combined with machine learning and feature selection approaches / L. Du // Journal of Food Composition and Analysis. 2024. Vol. 133. Art. no. 106443. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106443>
19. Chu, C. Rapid detection and quantification of melamine, urea, sucrose, water, and milk powder adulteration in pasteurized milk using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy coupled with modern statistical machine learning algorithms / C. Chu [et al.] // Heliyon. 2024. Vol. 10(12). Art. no. e32720. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32720>
20. Nikolaou, P. Application of chemometrics for detection and modeling of adulteration of fresh cow milk with reconstituted skim milk powder using voltammetric fingerprinting on a graphite/SiO2 hybrid electrode / P. Nikolaou [et al.] // Talanta. 2020. Vol. 206. Art. no. 120223. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2019.120223>
21. Jin, B. A stable isotope and chemometric framework to distinguish fresh milk from reconstituted milk powder and detect potential extraneous nitrogen additives / B. Jin [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2022. Vol. 108. Art. no. 104441. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104441>

**МОЛОЧНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**СЫРОДЕЛИЕ
МАСЛОДЕЛИЕ**

**ВНИМАНИЕ!
ПОДПИСКА**

В редакции
podpiska.kemsu@mail.ru

