УДК 637.333

Обзорная статья

Технология мягких сыров: обзор предметного поля*

Дмитрий Сергеевич Мамай, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
E-mail: dmamai@ncfu.ru
Сергей Петрович Бабенышев, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры
Ангелина Валерьевна Мамай, канд. техн. наук, инженер кафедры
Иван Алексеевич Евдокимов, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор, заведующий базовой кафедрой
Вячеслав Александрович Лисицын, аспирант
Даниил Романович Христенко, магистрант
Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь

В статье представлены результаты анализа открытых отечественных и зарубежных научно-практических публикаций в области производства творожной и сырной продукции. Цель исследования – формирование базы исходного материала и подбор прототипов для разработки инновационной малоотходной технологии мягкого сыра из натурального молока основных пород коров молочного направления Ставропольского края. Исследование построено на основе поиска на глубину 50 лет и последующего анализа научно-технической информации по ключевым словам, в базах данных (Scopus, WOS и др.) и в наиболее авторитетных изданиях (J. of Dairy Science, J. Membrane Science и пр.). В анализ также была включена патентная документация. В ходе исследования установлено, что наиболее перспективными прототипами для разработки инновационной малоотходной технологии мягкого сыра из натурального молока следует отметить патенты SU 683706 (способ производства сыра типа сулугуни) и RU 2214099 (способ получения сыра типа сулугуни «Донской»). Для импортозамещения путем расширения ассортимента выпускаемых в нашей стране мягких сыров с повышенной хранимоспособностью следует использовать новейший отечественный способ производства сыра группы «Pasta Filata», к которой относятся известные итальянские бренды «Моцарелла», «Проволоне», грузинский «Сулугуни», армянский «Чечил». Анализ полученной базы научно-технической информации позволяет сформулировать рабочую гипотезу о том, что новизна инновационной технологии производства мягких сортов сыра заключается в применении целенаправленного мембранного фракционирования натурального молока. Существует возможность увеличить выход готовой продукции за счет повышения сыропригодности молока и снижения технологических потерь исходного сырья. Экспериментальное подтверждение гипотезы даст возможность научно обосновать новый подход к организации экологически чистой малоотходной технологии переработки натурального молочного сырья, позволяющей расширить ассортимент сырных продуктов.

Ключевые слова: мягкие сыры, функциональные продукты, баромембранное фракционирование

Для цитирования: Технология мягких сыров: обзор предметного поля / Д. С. Мамай, С. П. Бабенышев, А. В. Мамай [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 1. С. 13–22. https://doi.org/10.21603/2073-4018-2025-1-15

Введение

Важнейшую роль в формировании здорового образа жизни человека играет ежедневный сбалансированный рацион питания. В нем сыры, содержащие примерно в 100 граммах суточную норму потребления кальция, занимают одну из основных позиций. Регулярное потребление сырной продукции способствует профилактике остеопороза, именуемого «молчаливой эпидемией 21 века». Это заболевание часто сопровождается остеопоротическими переломами, приводящими к потере трудоспособности [1]. По данным ФГБНУ НИИ Ревматологии им. В. А. Насоновой, еще 10 лет назад более 30 % взрослого населения нашей страны страдало остеопорозом[1]. При этом, до недавнего времени значительная часть сырной продукции, позволяющей восполнить недостаток кальция, импортировалась. Это обусловлено тем, что потенциал импортозамещения в сыродельной отрасли, прежде всего, определяется наличием в стране сыропригодного молока и обеспечением его ресурсосберегающей технологией переработки. Следует отметить, что больше всего кальция содержится в твердых сортах сыра – до 1000 мг/100 г продукта. В мягких (типа бри) – до 750 мг/100 г. Практически во всех странах мира, в том числе и в РФ, увеличился спрос на качественные и доступные по цене продукты питания, особенно мягкие сыры. Они пользуются повышенным спросом благодаря и своим функциональным свойствам, что обуславливает ежегодный прирост их доли потребления в сегменте продуктов питания, относящихся к «clean label». То есть содержащих только натуральные ингредиенты без искусственных добавок и консервантов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20084, https://rscf.ru/project/24-26-20084/
[1]Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания. Доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 89 с.

Источник изображения: freepik.com

Более половины компаний, входящих в десятку известных мировых лидеров (Nestle, Danone, Lactalis, Fonterra, FrieslandCampina, Dairy Farmers of America, Arla Foods) в производстве и реализации высококачественных мягких сыров, вырабатывают свою продукцию на основе белков, как правило, полученных в результате глубокой переработки натурального молочного сырья. Высокий потребительский спрос на такие продовольственные товары кроме доступной цены обусловлен их функциональными свойствами и высокой питательной ценностью. Использование только самых передовых научных достижений, в том числе и в области мембранного фракционирования молока обеспечивает их конкурентоспособность даже на внутреннем российском рынке по отношению к молочной продукции отечественного производства. Надо отметить, что в основе технологий производства высококачественных мягких сыров заложена высокая чистота используемых белковых фракций и, соответственно, современные способы их выделения из натурального молочного сырья. В настоящее время за рубежом самым эффективным методом, применяемым для получения высокоочищенных белковых, углеводных и минеральных фракций натурального молочного сырья, используемых в производстве безопасных и качественных функциональных, продуктов питания, является мембранное разделение. Однако, несмотря на то, что за рубежом ультрафильтрация молока в сыроделии применяется уже более 50 лет [2, 3], в нашей стране широкое применение мембранных процессов для фракционирования молочного сырья значительно сдерживается из-за низкой эффективности существующих в настоящее время методов их практического расчета и прогнозирования производительности соответствующего оборудования, что обуславливает актуальность проводимых исследований.

Цель работы – анализ российских и зарубежных научно-практических публикаций в области производства творожной и сырной продукции для разработки инновационной малоотходной технологии мягкого сыра из натурального молока.

Объекты и методы исследования

Проведение данных таких научных исследований требует, прежде всего, определиться с самим понятием «мягкий сыр» и обосновать использование показателей, характеризующие его основные свойства.

Поиск научно-технической информации осуществляли по базам данных (Scopus, WOS, ScienceDirect, Googlescolar и др.) и наиболее авторитетным изданиям (J. of Dairy Science, J. Membrane Science, J. Membranes). Анализировались публикации по теме исследования с 1974 по 2024 г. В материалы исследования была также включена патентная документация на сыры.

Результаты и их обсуждение

Растущее потребление сыра можно объяснить его высокой биологической ценностью, широкой гаммой вкусовых оттенков и способностью длительно храниться. Помимо общеизвестных данных о высокой пищевой ценности сыров появились сведения о том, что образующиеся при созревании натурального сыра короткие цепочки из аминокислот, так называемые олигопептиды, имеют такую же биологическую активность, как витамины и гормоны. При этом органолептические показатели готовой продукции определяются свойствами используемого молока[2]. Экспорт технологий в XX в. вызвал, прежде всего, необходимость искусственного культивирования смеси молочнокислых микроорганизмов определенного состава, а также выбора молочного сырья с определенными свойствами. В результате появилось большое количество новых разновидностей сыра. Так к началу XXI в. ассортимент сыров насчитывал уже более 600 наименований и продолжал увеличиваться[3, 4] [4]. А в 2006 г. ассортимент только мягких сыров насчитывал около 100 наименований [5]. В настоящее время основная часть мирового производства сыра сосредоточена в странах ЕС, в 2019 году там было выработано 10,03 млн т сыра. В США – 6,04 млн т при уровне годового потребления на душу населения около 16 кг. В России – примерно 1 млн т [6].

Источник изображения: freepik.com

Современные мембранные методы фракционирования молочного сырья дают практическую возможность в широких пределах проектировать требуемый технологами сыроделия его состав. С одной стороны, это открывает новые перспективы в области дальнейшего увеличения ассортимента готовой сырной продукции [7–9]. А с другой – обуславливает необходимость формирования нового подхода к классификации сыров. С этой точки зрения представляет интерес использования, во-первых, по А. Н. Королеву товароведческой и технологической классификации, а во-вторых, по З. Х. Диланяну принимать во внимание характер созревания (т. е. учитывать качественный состав микрофлоры, под влиянием которой формируется сыр). Тогда, согласно международному стандарту A-6 (FAO/WHO Codex Alimentarius Comission), каждый сыр следует характеризовать по: содержанию влаги (%) в обезжиренной сырной массе (очень твердые < 51, твердые 49–56, полутвердые 54–63, полумягкие 61–69, мягкие > 67 %); содержанию жира в сухом веществе сыра (высокожирные > 60 %, полножирные 45–60 %, полужирные 25–45 %, низкожирные 10–25 % и обезжиренные < 10 %); характеру созревания. Такой подход позволит, по нашему мнению, достаточно полно для достижения цели проводимого исследования проанализировать сущность отечественных и зарубежных научно-технических разработок в области производства мягких сыров. При этом следует ввести и некоторые граничные условия, прежде всего, это касается величины предприятия по производству сыра. Сыроделие как перерабатывающая отрасль пищевой промышленности, в настоящее время сконцентри-

[2]Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры / В. В. Кузнецов, Г. Г. Шилер. – СПб. ГИОРД, 2003. – 512 с.
[3]Там же.
[4]Оноприйко, А. В. Сыроделие на мини-заводах и специализированных модулях / А. В. Оноприйко, – СПб: ГИОРД, 2004. – 163 с.

Источник изображения: freepik.com

когда на заключительном этапе длительной высокотемпературной обработке (фактически пастеризации) подвергается вся сырная масса [3].

Надо отметить, что до XIX в. сыроделие почти целиком зависело от местных условий. Состав кормов и порода домашних животных обуславливали биохимический и микробиологический состав молочного сырья [13, 14], а климатические условия и традиции в технологии определяли, какими будут сыры, изготовляемые в конкретной местности. Так появились и сохранили свои отличительные признаки сыры эмментальский, гауда, костромской, голландский круглый, степной, рокфор, эдамский, латвийский, чеддер, пармезан, сулугуни, грузинский, чанах и многие другие. В XIX в. сыроделие стало терять локальный характер.

рована, как правило, в городах и удалена от производства молока. Это оказывает сильное влияние на качественные характеристики, количество и цену закупаемого сырья, своевременность его доставки на переработку, что определяет в конечном итоге конкурентоспособность готовой продукции. Производство же сыров в условиях предприятий малой мощности в непосредственной близости к производству молока позволяет выпускать продукцию более высокого качества и по меньшей цене за счет отсутствия транспортных расходов на доставку сырья. При этом допустима более гибкая система изменения ассортимента при меньших трудовых затратах на единицу продукции. Однако, с другой стороны, требуются начальные инвестиции в адаптированные или новые технологии, а также оборудование для производства сыров на таких сыроварнях. Тем не менее их перспективность и целесообразность достаточно давно и вполне обоснована [10–12]. Показана принципиальная возможность снятия ряда существенных ограничений по: нормализации исходного сырья по белку и жиру, использованию заквасок, форме и жирности готового сыра и т. п. В особенности преимущества малых сыроварен проявляются в производстве хорошо известных и пользующихся стабильным спросом на юге нашей страны сыров типа сулугуни (авторское свидетельство № 683706 «Способ производства сыра типа сулугуни»; авторское свидетельство № 553963 «Способ производства сыра типа "сулугуни"», патент № 2214099 «Способ получения сыра "Донской"»), качкавал (авторское свидетельство № 1551321 «Способ производства сыра типа качкавал»),

Но технологии традиционных сыров, которым, как правило, отдают свое предпочтение большинство любителей этого продукта во всем мире, сохранились и через десятилетия, а некоторые из них имеют вековые традиции. Соответственно способы производства таких сыров можно рассматривать как базовые, на основе которых впоследствии создавались инновационные технологии новых разновидностей сыров. Это и обуславливает принятие еще одного граничного условия: разработка производства группы функциональных продуктов на основе баромембранного фракционирования натурального молочного сырья базируется на уже апробированных технологиях сыра. Вместе с этим надо принять во внимание, что основную структуру сыра формируют казеины (это около 80 % всего молочного белка). Остальные 20 % – сывороточные белки, практически все переходят в сыворотку, но могут быть включены и в состав сыра, что повышает выход готового продукта. При ультрафильтрационном концентрировании молока сывороточные белки сохраняются в нативном виде, что обуславливало как корректировку уже апробированных технологий переработки такого сырья в производстве традиционных видов сыра, так и изменение их органолептических показателей, в том числе и при использовании сухих сывороточных концентратов в рецептуре [15–17]. В этой связи представляется оригинальным технологическое решение в производстве (без отделения сыворотки) египетского белого мягкого сыра Домиати с использованием комбинации сухого (до 40 %) и цельного коровьего молока При этом выход сыра увеличивался до 99,28 %. Кроме того, произведенный сыр

получил более высокие органолептические показатели. И этот способ дает возможность производить сыр непосредственно в упаковке для продажи [18].

Необходимо также принять во внимание, что за прошедшие несколько десятилетий в нашей стране структура производства и реализации сыров принципиально изменилась. От централизованных поставок и закладки продукции на длительное хранение сыродельные предприятия перешли к прямым договорам с торговыми сетями, ориентированных на продажу. Рост потребления сыров диктует необходимость не только увеличения объемов производства, но и сглаживания его сезонности, обуславливает острую потребность в создании технологий с короткими производственными циклами. С этой точки зрения производство мягких сыров, в сравнении с твердыми, имеет конкурентные преимущества: высокая биологическая ценность продукта больший выход готовой продукции с единицы производственной площади, возможность реализации некоторых видов такого сыра с коротким сроком созревания (или вообще без такового). Установлено, что производство мягких кислотно-сычужных сыров типа сулугуни отличается более полным использованием исходного сырья на единицу готовой продукции[5]. Соответственно, разработку научно-методических основ импортозамещающего производства сыра следует ограничить областью мягких сортов.

Будем исходить из того, что технология всех видов мягких сыров едина в своей основе, а различается рядом особенностей, что и обуславливает разнообразие их ассортимента. При этом микрофлора, применяемая при их выработке (сычужных, сычужно-кислотных, кисломолочных), определяет направление микробиологических, биохимических процессов, протекающих в молоке и сырной массе. В совокупности с условиями созревания формируются характерные особенности вкуса и запаха готового продукта (от близкого к свежему творогу, до выраженного сырного, со характерным запахом)[6, 7, 8]. Основываясь на данных[9] [19], для целей данного исследования можно выделить следующие основные группы мягких сыров: (табл. 1).

В основе технологии мягких кислотно-сычужных сыров лежит свертывание молока под влиянием свертывающих молоко ферментов и бактериальных заквасок, соотношение которых оказывает влияние на время процесса, кислотность сгустка, количество сыворотки и содержание сухих веществ в ней [20]. Результаты анализа экспериментальных данных [19] показывают, что скорость процесса свертывания молока прямо пропорциональна количеству внесенного фермента (при варьируемых дозах: фермента 0–3 г и закваски 0–6 г на 100 кг сырья). При этом более высокий рост (почти в два раза) интенсивности процесса наблюдался при температуре 25–35 °С в сравнении с диапазоном 35–45 °С. Но необходимо принять во внимание, что молоко, как и большинство биологических объектов, отличается непостоянством своих физико-химических показателей, что и подтверждается некоторыми различиями в данных Я. С. Зайковского, Г. С. Инихова, К. К. Горбатовой[10] и О. В. Сычевой [21–23]. Соответственно качественные и органолептические показатели сыра, в том

Таблица 1. Основные группы мягких сыров

Наименование	Характерные особенности
Кислотно-сычужные	Условия свертывания молока, технологические параметры производства, условия реализации
Выработанные с использованием термокислотной обработки молока	Условия термокислотного свертывания молока, технологические параметры производства
Выработанные с использованием плесеней	Вид плесени, технологические параметры производства, условия созревания
Комбинированные	Вид ингредиентов немолочного происхождения, технологические параметры производства

[5]Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства...
[6]Белова, Г. А. Технология сыра: Справочник / Г. А. Белова, И. П. Бузов, К. Д. Буткус [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 312 с.
[7]Диланян, З. Х. Сыроделие. Издание 3-е, переработанное и дополненное / З. Х. Диланян. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
[8]МакСуини, П. Л. Г. Практические рекомендации сыроделам. 197 Вопросов и ответов / П. Л. Г. МакСуинни – СПб.: Профессия. 2010. – 372 с.
[9]Бобылин, В. В. Научные и практические основы производства мягких кислотно-сычужных сыров / В. В. Бобылин // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1996. – 18 с.
[10]Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства...

числе и мягкого, выработанного одним и тем же способом, но из молока коров разных пород (при прочих равных условиях), могут варьироваться [24–26]. Это следует учесть в качестве граничного условия при определении сыропригодности сырья [27].

Если принять технологические особенности подготовки молока в качестве одного из основных влияющих факторов на процесс кислотно-сычужного свертывания молока, то при выработке мягких сыров (патент № 2609655 «Способ производства мягкого кислотно-сычужного сыра») [28, 29] можно выделить три основных варианта реализации технологии [19] (см. рис.).

Надо полагать, что динамика развития молочнокислой микрофлоры, а значит и органолептические показатели готового продукта в каждом из вариантов будут различаться, что подтверждается экспериментальными данными [19] (табл. 2).

Следовательно, изменяя способ созревания пастеризованного молока с закваской, можно разрабатывать и технологии новых видов мягких сыров.

Отдельного внимания заслуживает группа мягких сыров, вырабатываемых с использованием термокислотной обработки молока, характеризующаяся высокой скоростью коагуляции молочных белков с отделением сыворотки [30, 31]. Эти сыры, вне зависимости от технологии производства, не требуют очень высокого качества исходного молока (из-за высокой температуры при их выработке). Однако при этом энергозатраты могут существенно увеличить себестоимость готовой продукции, например, в сравнении с кислотно-сычужными сырами.

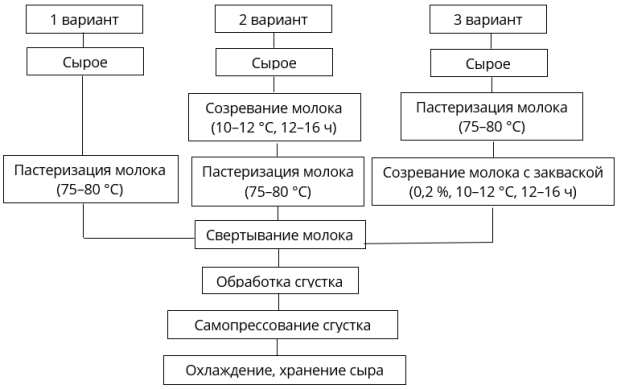

Рисунок. Технологическая схема различных вариантов производства мягких кислотно-сычужных сыров [19]

Если принять во внимание необходимость производства мягких сыров по программе импортозамещения, то коммерческий интерес может представлять группа мягких сыров, вырабатываемых с использование плесневыми грибами рода *Penicillium* (*P. roqueforti, P. camemberti, P. caseicolum*). Характерной особенностью таких сыров является наличие соединений, образующихся в результате глубокого гидролиза частей белковой и липидной фракций молока. Однако, несмотря на оригинальные привкусы (пикантный, грибной, перечный и т. п.), формирование устойчивого потребительского спроса в нашей стране на такую продукцию может потребовать времени. С этой точки зрения больший интерес представляет комбинированных группа мягких сыров (патент № 2129386 «Способ производства мягкого сыра "семейный"»; патент № 2818111 «Способ производства комбинированного сырного продукта»). Включение в их рецептуру немолочного, например растительного [32–35], сырья может, как повысить выход и срок хранения готовой продукции, расширить ее ассортимент, так и акцентировать положительные органолептические показатели мягких сыров (патент № 2770463 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2509474 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2308197 «Способ получения мягкого сыра»; патент № 2786695 «Способ получения мягкого сыра с белой плесенью»; патент № 2322068 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2414138 «Мягкий сычужный сыр "Колорит"»; патент № 2476074 «Способ получения мягкого сыра»; патент № 2542398 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2383140 «Способ производства сырного продукта») [36]. Использование при выработке мягких

Таблица 2. Органолептическая оценка сыров

Вариант сыра	Вкус и запах		Консистенция		Общий балл
	Характеристика	Балл	Характеристика	Балл	
1	Кислый, слегка горький	12,0	Удовлетворительная	7,5	24,5
2	Кислый	13,0	Удовлетворительная	8,0	26,0
3	Кисломолочный	14,3	Хорошая	9,0	28,3

сыров различных плодов, ягод [37], продуктов пчеловодства и других ингредиентов позволит производить сыры лечебно-профилактического назначения (патент № 2795986 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2612146 «Способ получения мягкого сыра, обладающего биологически активными свойствами»; патент № 2545964 «Способ получения мягкого сыра»; патент № 2491824 «Способ производства мягкого сыра с функциональными свойствами»; патент № 2325065 «Способ получения витаминизированного мягкого сыра»; патент № 2605322 «Способ получения сырного продукта для геродиетического питания»; патент № 2313947 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2575101 «Способ производства мягкого сыра»; патент № 2575096 «Способ производства сыра») [38–42]. Отдельный интерес в производстве комбинированных мягких сыров может представлять биомасса микроводорослей *Arthrospira platensis* и *Arthrospira maxima*, имеющих коммерческое название «Спирулина». В ней содержание белка в сухом веществе может достигать 70 %. Этот распространенный вид микроводорослей, характеризующийся высоким содержанием биологически активных соединений, хорошо изучен как потенциальный природный ингредиент для обогащения молочных продуктов [43]. Анализ данных использования спирулины в качестве функционального ингредиента (в количестве 0,25–0,5 %) в производстве свежего греческого сыра галотири [44] показал, что основная рецептура продукта и его свойства сохраняются. Есть и аналогичная новейшая отечественная разработка с рецептурой мягкого сыра, полученного из сырого коровьего молока, функционального ингредиента (*Spirulina plantesis*) и сублимата кобыльего молока [45]. Технологическая особенность производства такого комбинированного мягкого сыра заключается в добавлении сублимата в начале формирования сырного сгустка и разминания зерна для сохранения альбумина кобыльего молока (свертывается при 60 °С). При этом введение сухой спирулины создает на сырных зернах оригинальный рисунок.

Надо отметить, что в настоящее время использование методов математического моделирования, которые применяются для обоснования рецептур мягких сыров с заданными свойствами и сбалансированным по незаменимым компонентам составом, значительно улучшают результаты разработки сырных продуктов [46]. Однако, на наш взгляд, при всех положительных сторонах такого подхода к производству комбинированных мягких сыров, даже с учетом их, возможно уникальных, органолептических и других показателей риск неприятия такой продукции массовым потребителем очень высок. Это дает основание полагать, что при разработке инновационных технологий выработки мягких сыров следует использовать традиционные рецептуры. По крайней мере на начальном этапе их производства и продвижения на рынок сбыта. Поэтому для расширения ассортимента уже выпускаемой сырной продукции и повышения ее хранимоспособности (с учетом данных работ [47–49] особого внимания, на наш взгляд, заслуживает новейшая отечественная разработка способа производства сыра группы «Pasta Filata» – патент № 2818579 «Способ приготовления волокнистого сыра». К данной группе относятся, как известные итальянские сорта «Моцарелла», «Проволоне», «Качоковалло», «Скаморца», так и грузинский «Сулугуни», армянский «Чечил». Особенность технологии заключается в том, что только на заключительной стадии производства предусматривается копчение или обсыпка головок сыра пищевыми добавками и специями. Это могут быть самые различные рецептуры из смесей семян пажитника и/или черного, белого перца, корицы, гвоздики, мускатного ореха, пряных трав, кофе, какао и т. п. Основным их способом закрепления на головке сыра является использование защитного съедобного слоя клея на основе пектина. При этом сама основа товарного продукта остается неизменной и, соответственно, привычной для потребителя.

Источник изображения: freepik.com

Результаты анализа наиболее известных и апробированных в условиях промышленного производства способов практической реализации технологии мягких кислотно-сычужных сыров показывают, что на сегодняшний день отсутствует законченное решение проблемы повышения их рентабельности, а значит и обеспечения высокой конкурентоспособности готовой продукции.

В этой связи разработка научно-методических основ импортозамещающего производства мягких сортов сыра должна предусматривать:
- изучение сыропригодности натурального молока основных пород коров молочного направления Ставропольского края;
- разработку метода повышения сыропригодности на основе процесса мембранного разделения;
- определение кинетических зависимостей, позволяющих установить области оптимальных значений режимов процесса мембранного фракционирования натурального молока коров.

Выводы

Анализ существующих отечественных и зарубежных способов выработки различных видов мягкого сыра подтверждает необходимость дальнейшего совершенствования и развития технологий.

Среди наиболее перспективных прототипов для разработки инновационной малоотходной технологии мягкого сыра из натурального молока следует отметить авторское свидетельство № 683706 «Способ производства сыра типа сулугуни» и патент № 2214099 «Способ получения сыра "Донской"». Однако при этом следует принять во внимание и наиболее существенные, на наш взгляд, недостатки базовых разработок в области производства отечественных мягких сыров:
- отсутствует достаточно полное обоснование оптимальности использования молочного сырья, полученного от какой-либо породы коров;
- отсутствуют данные по повышению сыропригодности молока на основе его баромембранного фракционирования;
- отсутствуют достаточно полные рекомендации по адаптации апробированных базовых технологий мягкого сыра к условиям предприятий малой мощности, располагаемых в непосредственной близости к производству молока.

Источник изображения: freepik.com

Анализ полученной базы научно-технической информации в области производства мягких сыров позволяет сформулировать следующую рабочую гипотезу. Научная новизна инновационной технологии производства мягких сортов сыра заключается в применении целенаправленного мембранного фракционирования натурального молока коров, наиболее распространенных в хозяйствах Ставропольского края пород, что увеличит выход готовой продукции за счет повышения сыропригодности молока и снижения технологических потерь исходного сырья. Экспериментальное подтверждение гипотезы даст возможность научно обосновать новый подход к организации экологически чистой малоотходной технологии переработки натурального молочного сырья для производства новых сортов мягкого сыра. ■

Поступила в редакцию: 15.10.2024
Принята в печать: 28.11.2024

Soft Cheese Technology: A Review

Dmitriy S. Mamay, Sergey P. Babenyshev, Angelina V. Mamay, Ivan A. Evdokimov, Vyacheslav A. Lisitsyn, Daniil R. Khristenko
North-Caucasus Federal University, Stavropol

This review covers 50 years of open-access domestic and foreign scientific, practical, and patent publications on cottage and soft cheese production (Journal of Dairy Science, Journal of Membrane Science, etc.; Scopus, WOS, etc.) The research objective was to collect enough source material and prototypes to develop an innovative low-waste soft cheese technology that would involve milk obtained from the dairy cows bred in the Stavropol Region. The analysis revealed two promising prototypes: patent SU 683706 for a suluguni cheese production method and patent RU 2000105088 for a Donskoy suluguni cheese. The problem of import substitution could be resolved by expanding the domestic range of soft cheeses with long-term storage, e.g., the latest domestic method of Pasta Filata production, which includes such well-known brands as Italian mozzarella, provolone, Georgian suluguni, and Armenian chechil. The method of targeted membrane fractionation seems to be the most advanced novelty in the current soft cheese production. It makes milk suitable for cheese making and raises the cheese yield by reducing the raw material loss. If confirmed experimentally, the new approach will result in a sustainable and green technology for processing natural dairy raw materials and expanding the range of domestic cheese products.

Keywords: soft cheese, functional products, baromembrane separation

Список литературы

1. **Khramtsov, A. G.** Current methods of cheese enrichment with calcium salts / A. G. Khramtsov, V. A. Dinyakov, A. D. Lodygin // Modern Science and Innovations. 2022. Vol. 1(37). P. 68–79. https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.1.7; https://elibrary.ru/zveckb

2. **Chapman, H. R.** Use of milk concentrated by ultrafiltration for making hard cheese, soft cheese and yoghurt / H. R. Chapman [et al.] // International Journal of Dairy Technology. 1974. Vol. 27(3). P. 151–155.

3. **Fernandez, A.** Low moisture Mozzarella cheese from whole milk retentates of ultrafiltration / A. Fernandez, F. V. Kosikowski // Journal of dairy science. 1986. Vol. 69(8). P. 2011–2017. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80630-0

4. **McSweeney, P. L. H.** Diversity of cheese varieties: An overview / P. L. H. McSweeney [et al.] // Cheese: chemistry, physics and microbiology. 2004. Vol. 2. P. 1–23. https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80037-X

5. **Гаврилова, Н. Б.** Технология мягкого порционного сыра из восстановленного молока / Н. Б. Гаврилова, О. В. Пасько, Л. Г. Германская // Сыроделие и маслоделие. 2006. № 1. С. 33–34. https://elibrary.ru/kxdalh

6. **Larionov, G.** Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese 'Academicheskiy' / G. Larionov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cheboksary, 2020. P. 012032. https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012032; https://elibrary.ru/ckqvlu

7. **Schreier, K.** Application of cross-flow microfiltration to semi-hard cheese production from milk retentates / K. Schreier [et al.] // Desalination. 2010. Vol. 250(3). P. 1091–1094. https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.09.115; https://elibrary.ru/mmnmlc

8. **Яковченко, Н. В.** Разработка рецептуры и технологии мягкого сыра из ультрафильтрационного концентрата обезжиренного молока с растительными компонентами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Н. В, Яковченко. – СПб., 2017. – 170 с.

9. **Вотинцев, Ю. П.** Исследование и разработка технологии творожного продукта (пудинга) с использованием мембранных технологий: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Ю. П. Вотинцев. – Кемерово, 2017. – 139 с.

10. **Попова, О. С.** Потери минеральных веществ при производстве сыра в зависимости от содержания казеина и жира в козьем молоке / О. С. Попова, О. Е. Самсонова, А. Г. Нечепорук // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 373–377. https://elibrary.ru/nmower

11. **Суюнчев, О. А.** Разработка ресурсосберегающих технологий мягких сыров и других продуктов из коровьего и козьего молока: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / О. А. Суюнчев. – Ставрополь, 2006. – 342 с.

12. **Budreckiene, R.** Optimization of manufacturing technology of soft cheese / R. Budreckiene, A. Struzeckiene. – 9th Baltic Conference on Food Science and Technology «Food for Consumer Well-Being». Jelgava, LLU, 2014. 311–314 P.

13. **Волохов, И. М.** Влияние генотипа коров на их продуктивность, качество и технологические свойства молока / И. М. Волохов, О. В. Пащенко, Д. А. Скачков, А. С. Евдокимова // Молочная промышленность. 2006. № 7. С. 28–30. https://elibrary.ru/kvzyhr

14. **Орехова, А. С.** Повышение белковомолочности коров в зависимости от генетических и паратипических факторов: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / А. С. Орехова. – М., 2020. – 113 с.

15. **Baldwin, A.** Evaluation of Yield and Quality of Cheddar Cheese Manufactured from Milk with Added Whey Protein Concentrate / A. Baldwin [et al.] // Journal of Dairy Science. 1982. Vol. 69(10). P. 2543–2550. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80699-3

16. **Brown, R. J.** Incorporation of Ultrafiltration Concentrated Whey Solids into Cheddar Cheese for Increased Yield / R. J. Brown [et al.] // Journal of Dairy Science. 1982. Vol. 65(12). P. 2391–2395. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82514-9

17. **Guinee, T. P.** Rennet Coagulation Properties of Retentates Obtained by Ultrafiltration of Skim Milks Heated to Different Temperatures / T. P. Guinee [et al.] // International Dairy Journal. 1996. Vol. 6(6). P. 581–596. https://doi.org/10.1016/0958-6946(95)00061-5

18. **Gomah, N. H.** Production of White Soft cheese without whey separation / N. H. Gomah [et al.] // Journal of Biochemical Technology. 2019. Vol. 10(3-2019). P. 105–109.

19. **Остроумов, Л. А.** Особенности и перспективы производства мягких сыров / Л. А. Остроумов, И. А. Смирнова, Л. М. Захарова // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 4(39). С. 80–86. https://elibrary.ru/vbiuqd

20. **Картузова, О. В.** Пределение доли активности ферментов в различных молокосвертывающих препаратах / О. В. Картузова, А. Ю. Просеков, О. О. Шишко [и др.] // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2015. № 10-4. С. 107–110. https://elibrary.ru/udwpuj

21. **Сычева, О. В.** Молоко коров голштино-фризской породы в Ставропольском крае / О. В. Сычева, М. В. Веселова // Молочная промышленность. 2007. № 2. С. 20–21. https://elibrary.ru/hylthb

22. **Сычева, О. В.** Молоко коров симментальской породы в Ставропольском крае / О. В. Сычева, М. В. Веселова, В. А. Самойлов // Молочная промышленность. 2006. № 8. С. 20–21. https://elibrary.ru/kvzylx

23. **Сычева, О. В.** Сравнительная оценка молока коров разных пород / О. В. Сычева, Н. З. Злыднев // Сыроделие и маслоделие. 2005. № 2. С. 17–18. https://elibrary.ru/qbqctz

24. **Негреева, А. Н.** Качество сыра "Пошехонский" из молока коров разного генотипа / А. Н. Негреева, И. А. Скоркина, А. А. Хлупов // Сыроделие и маслоделие. 2007. № 1. С. 13–14. https://elibrary.ru/hywdpd

25. **Басонов, О. А.** Сыр из молока черно-пестрых коров отечественной, немецкой и датской селекции / О. А. Басонов, Н. П. Шкилев // Сыроделие и маслоделие. 2006. № 3. С. 18–19. https://elibrary.ru/kxekar

26. **Иванов, И. В.** Влияние породы скота на состав молока и производство сыра: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / И. В. Иванов. – Кемерово, 2007. – 123 с.

27. **Ларионов, Г. А.** Определение сыропригодности молока коров для производства сыра "Сулугуни" / Г. А. Ларионов, А. В. Ефимов, А. А. Жуков // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1(178). С. 189–196. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-189-196; https://elibrary.ru/cwzsgr

28. **Ворожищева, Е. А.** Разработка технологии мягкого кислотно-сычужного сыра с чеддеризацией и плавлением сырной массы: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Е. А. Ворожищева. – Кемерово, 2003. – 140 с.

29. **Смирнов, Д. А.** Исследование и разработка технологии нежирных мягких кислотно-сычужных и рассольных сыров с концентратами сывороточных белков: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Д. А. Смирнов. – Кемерово, 2013. – 151 с.

30. **Смирнова, И. А.** Исследование закономерностей формирования сыров с термокислотной коагуляцией / И. А. Смирнова. – Кемерово: КемТИПП, 2001. – 112 с.

31. **Смирнова, И. А.** Биотехнологические аспекты производства термокислотных сыров / И. А. Смирнова. – Кемерово: КемТИПП, 2002. – 208 с.

32. **Elkin Y. N.** Methylated flavones of the hairy root culture *Scutellaria baicalensis* / Y. N. Elkin [et al.] // Journal of plant physiology. 2018. Vol. 231. P. 277–280. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.10.009

33. **Bemer, H. L.** Vegetable organogels incorporation in cream cheese products / H. M. Berner [et al.] // Food Research International. 2016. Vol. 85. P. 67–75. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.016

34. **Rinaldoni, A. N.** Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates / A. N. Rinaldoni [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2014. Vol. 55(1). P. 139–147. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.003

35. **Родина, Н. Д.** Разработка технологии плавленых сыров с использованием биологически активных компонентов нетрадиционного растительного сырья / Н. Д. Родина, А. В. Мамаев, Е. Ю. Сергеева // Химическая кинетика и цепные реакции: теория и практика: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, к 125-летию со дня рождения академика Н. Н. Семенова. – Орел: ООО ПФ Картуш, 2020. С. 102–108. https://elibrary.ru/ocozmp

36. **Khalifa, S. A.** The effect of substituting milk fat by peanut oil on the quality of white soft cheese / S. A. Khalifa // International Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 12(1). 28. http://doi.org/ 10.3923/ijds.2017.28.40

37. **Terpou, A.** Novel cheese production by incorporation of sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L.) supported probiotic cells / A. Terpou [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2017. Vol. 79. P. 616–624. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.021

38. **Effat, B. A. M.** Production of novel functional white soft cheese / B. A. M. Effat [et al.] // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2012. Vol. 1(5). P. 1259–1278.

39. **Смирнов, Д. А.** Исследование и разработка технологии нежирных мягких кислотно-сычужных и рассольных сыров с концентратами сывороточных белков: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Д. А. Смирнов. – Кемерово, 2013. – 151 с.

40. **Белашова, О. В.** Разработка технологии творожной массы иммуномодулирующего действия с использованием биологически активных веществ *Scutellaria galericulata* L. и *Trifolium pratense* L: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / О. В. Белашова. – Кемерово, 2020. – 174 с.

41. **Abbas, H. M.** Antioxidant, Rheological and Sensorial Properties of Ultra-filtrated Soft Cheese Supplemented with Basil Essential Oil / H. M. Abbas [et al.] // International Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 12(5). P. 301–309. http://dx.doi.org/10.3923/ijds.2017.301.309

42. **Демидова, В. А.** Исследование и разработка биотехнологии мягкого творога с использованием функциональных ингредиентов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / В. А. Демидова. – Омск, 2018. – 114 с.

43. **Durmaz, Y. A.** Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties / Ya. Durmaz [et al.] // Algal Research. 2020. Vol. 47. 101811. https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101811

44. **Bosnea, L.** Incorporation of Spirulina platensis on Traditional Greek Soft Cheese / L. Bosnea [et al.] // Proceedings. 2020. Vol. 70(1). 99. http://doi.org/10.3390/foods_2020-07600

45. **Timakova, R. T.** Development of soft cheese of functional orientation / R. T. Timakova, I. V. Iliukhina // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 103(3). 00072. http://doi.org/10.1051/bioconf/202410300072

46. **Tultabayeva, T.** Formulation of multicomponent mixture in the production of combined soft cheese / T. Tultabayeva [et al.] // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2019. V. 29. P. 125–131.

47. **Marcuzzo, E.** Shelf Life of short ripened soft Cheese Stored under Various Packaging Conditions / E. Marcuzzo [et al.] // Journal of Food Processing and Preservation. 2013. Vol. 37(6). P. 1094–1132. https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00810.x

48. **Jalilzadeh, A.** Extension Shelf Life of Cheese: A Review / A. Jalilzadeh [et al.] // International Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 10(2). P. 44–60. http://doi.org/10.3923/ijds.2015.44.60

49. **Al-Hamdani, H. M. S.** Developing soft cheese industry supported with medicinal herbs as functional food // H. M. S. Al-Hamdanit [et al.] // Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection. 2021. Vol. 13(1). P. 1–13.