https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-3-61

https://elibrary.ru/JPHEJK

Оригинальная статья

Технологические параметры самопрессования кефира в лавсановых мешках

Анна Сергеевна Колбун, инженер-исследователь лаборатории технологий молочных продуктов
E-mail: a_kolbun@vnimi.org
Владимир Геннадьевич Блиадзе, младший научный сотрудник лаборатории технологий молочных продуктов
Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, г. Москва

При получении концентрированных кисломолочных продуктов важной технологической задачей является управление процессом отделения сыворотки, определяющим консистенцию, влагоудерживающую способность и выход продукта. Для кефира как продукта смешанного брожения представляет интерес мягкое концентрирование методом самопрессования, однако влияние характеристик лавсановых мешков на интенсивность процесса изучено недостаточно. Работа была направлена на установление рациональных параметров самопрессования кефира в лавсановых мешках по показателям отделения сыворотки. Объектом исследования являлся кефир, выработанный с использованием кефирных грибков. На первом этапе изучали отделение сыворотки в конических мешках из лавсана плотностью 110, 114, 125, 130 и 145 г/м^2. На втором этапе в цилиндрических мешках исследовали только ткани плотностью 114 и 125 г/м^2, отобранные по результатам первого эксперимента. Количество отделившейся сыворотки определяли гравиметрическим методом. Дополнительно оценивали содержание сухих веществ и органолептические характеристики сцеженного кефира. Установлено, что плотность лавсановой ткани существенно влияет на ход самопрессования кефира. Лавсан плотностью 110 г/м^2 признан технологически непригодным вследствие интенсивного просачивания кефира через поры ткани. Наиболее перспективными по результатам первого этапа оказались ткани плотностью 114 и 125 г/м^2. Дополнительная оценка цилиндрических мешков позволила уточнить выбор конструкции, наиболее рациональным вариантом признан конический мешок из лавсана плотностью 114 г/м^2. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании технологии производства концентрированного кефира с регулируемыми показателями консистенции и отделения сыворотки.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, кефир, самопрессование, синерезис, лавсан

Для цитирования: Колбун, А. С. Технологические параметры самопрессования кефира в лавсановых мешках / А. С. Колбун, В. Г. Блиадзе. // Сыроделие и маслоделие. 2026. № 3. С. 62–70. https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-3-61

Введение

Кефир и другие кисломолочные продукты сохраняют высокую технологическую и пищевую значимость как источники легкоусвояемых нутриентов и продукты ферментации со сложной микробной ассоциацией, формирующей их вкус, текстуру и функциональные свойства [1–3]. Современные публикации рассматривают кефир как динамичную дисперсную систему, свойства которой зависят от состава микрофлоры закваски, условий сквашивания и параметров последующей обработки [2, 3]. Для кисломолочных продуктов, в частности для кефира, одним из важнейших показателей качества является консистенция, тесно связанная со способностью белкового геля удерживать влагу. Самопроизвольное отделение сыворотки может рассматриваться как дефект структуры. Для решения данной проблемы в ряде случаев [4–7] применяют контролируемое удаление жидкой фазы, позволяющее получать концентрированные системы с более плотной текстурой и повышенным содержанием сухих веществ. Показано, что интенсивность отделения сыворотки определяется как структурой белковой матрицы, так и рядом факторов, включая состав молочной основы и способ сцеживания [4, 6, 7]. В связи с этим сохраняется интерес к разработке мягких способов концентрирования ферментированных молочных продуктов, основанных на естественном удалении части сыворотки без жесткого механического воздействия на сгусток. Для ряда концентрированных продуктов, например греческого йогурта и лабне, традиционным остается тканевое сцеживание, тогда как в промышленности также применяют мембранные и центробежные методы [5, 7, 8]. При этом выбор способа сцеживания влияет не только на выход продукта, но и на его текстурные характеристики, а также на количество образующейся сыворотки [7, 8].

Свойства фильтрующего материала и конструкция мешка выступают технологически значимыми факторами процесса концентрирования. Показано, что параметры фильтрующей поверхности, особенности пористой структуры и геометрия системы, применяемой для удаления влаги из продукта, могут изменять кинетику синерезиса, структуру геля и реологические характеристики концентрированного продукта [8–12]. Отечественные

исследования последних лет также подтверждают значимость комплексной оценки структурных и технологических параметров ферментированных молочных систем при разработке способов их концентрирования [13–15]. В то же время анализ современной литературы показывает, что основной массив работ посвящен йогурту, греческому йогурту, лабне и общим вопросам синерезиса ферментированных молочных систем [4–15]. Сведения о самопрессовании кефира в лавсановых мешках, в том числе о совокупном влиянии плотности ткани и формы мешка, представлены ограниченно. Это определяет актуальность исследований, направленных на обоснование рациональных параметров процесса применительно к кефиру.

Целью исследования являлось установление рациональных параметров самопрессования кефира в лавсановых мешках по показателям отделения сыворотки, содержанию сухих веществ в кисломолочном концентрате и органолептической оценке.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужил кефир, выработанный в соответствии с требованиями ГОСТ 31454-2012 Кефир. Технические условия с использованием кефирных грибков (производство ФГАНУ «ВНИМИ»). Во всех сериях эксперимента использовали один и тот же образец кефира с массовой долей жира 3,60 ± 0,08 % и массовой долей сухих веществ 12,25 ± 0,25 %. Отбор и подготовку проб осуществляли по ГОСТ 3622-68. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867-2023, массовую долю сухих веществ – по ГОСТ 3626-73.

В качестве фильтрующего материала применяли лавсановую ткань пяти вариантов плотности: 110, 114, 125, 130 и 145 г/м^2. Из ткани изготавливали мешки двух форм – конической (высота – 27,3 см, диаметр – 20,5 см) и цилиндрической (высота – 36 см, ширина – 24 см). Для оценки структуры тканей использовали микрофотографии образцов, полученные с использованием микроскопа «МИКМЕД-6» с камерой МС-8,3 (АО «ЛОМО», Россия).

В каждый сухой простерилизованный мешок помещали 1000 г кефира. Самопрессование проводили при температуре холодильной камеры 10 ± 2 °С, приближенной к технологическим условиям подпрессовки творогов на производственных площадках, в течение 1320 мин. Количество отделившейся сыворотки определяли гравиметрическим методом на весах Scientech SL 6000 (Scientech, Inc., США) через каждые 60 мин в течение первых 300 мин, после чего мешки оставляли в подвешенном состоянии до заключительного измерения. Результаты выражали в количестве отделившейся сыворотки.

Дополнительно определяли содержание сухих веществ в сцеженном кефире и проводили органолептическую оценку. Каждый вариант опыта выполняли в трехкратной повторности. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием стандартных методов математической статистики. Для каждого показателя рассчитывали среднее арифметическое значение и стандартное отклонение.

Результаты и их обсуждение

Исследование проводили в два последовательных этапа. На первом этапе изучали влияние плотности лавсановой ткани на отделение сыворотки при самопрессовании кефира в мешках конической формы. Для этого использовали пять вариантов лавсана плотностью 110, 114, 125, 130 и 145 г/м^2. Целью данного этапа являлся отбор наиболее перспективных вариантов фильтрующего материала по показателям отделения сыворотки, содержания сухих веществ и органолептическим показателям.

На втором этапе исследование продолжили с использованием мешков цилиндрической формы. Для этого были выбраны только две плот-

Источник изображения: magnific.com





Источник изображения: magnific.com

ности лавсановой ткани – 114 и 125 г/м², признанные оптимальными по результатам первого этапа. Лавсан плотностью 110 г/м² был исключен из дальнейшего исследования как технологически непригодный из-за интенсивного просачивания кефира через поры ткани. Использование вариантов плотностью 130 и 145 г/м² было признано нецелесообразным ввиду их меньшей технологической перспективности.

Влияние плотности лавсановой ткани на отделение сыворотки в конических мешках. На первом этапе исследования изучали процесс отделения сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках, изготовленных из лавсановой ткани плотностью 110, 114, 125, 130 и 145 г/м². Установлено, что плотность лавсана существенно влияла как на динамику отделения сыворотки, так и на технологическую пригодность материала для проведения процесса. Количественные показатели отделения сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках из лавсана различной плотности приведены в таблице 1.

Полученные данные отражают, что уже в первые 60 мин процесса масса отделившейся сыворотки существенно различалась в зависимости от плотности ткани. Наибольшее значение было зафиксировано для лавсана плотностью 110 г/м² и составило 671,3 ± 37,6 г, тогда как для остальных вариантов этот показатель находился в пределах от 180,7 ± 10,0 до 230,7 ± 13,0 г. К 1320 мин масса отделившейся сыворотки для варианта 110 г/м² достигала 773,7 ± 43,1 г, что значительно превышало значения для остальных образцов. Однако данный результат нельзя рассматривать как технологическое преимущество, поскольку высокая масса отделившейся фазы была обусловлена интенсивным просачиванием кефира через поры ткани. Среди остальных образцов наиболее интенсивное отделение сыворотки в начальный период процесса наблюдалось при использовании лавсана плотностью 130 г/м²: через 60, 120, 180 и 240 мин масса отделившейся сыворотки составляла соответственно 230,7 ± 13,0; 279,0 ± 15,5; 316,0 ± 17,5 и 342,0 ± 19,5 г. К 300 мин максимальное значение среди технологически пригодных вариантов было зафиксировано уже для лавсана плотностью 114 г/м² – 366,0 ± 20,5 г, тогда как для тканей плотностью 125, 130 и 145 г/м² этот показатель составлял соответственно 348,0 ± 19,5; 364,0 ± 20,5 и 359,3 ± 20,0 г. По итогам всего периода самопрессования наибольшая масса отделившейся сыворотки среди пригодных вариантов также была получена при использовании лавсана плотностью 114 г/м² – 546,7 ± 30,5 г. Для тканей плотностью 145, 130 и 125 г/м² конечные значения были ниже и составляли соответственно 519,0 ± 29,1; 509,7 ± 28,5 и 489,7 ± 27,5 г. Таким образом, результаты подтверждают, что вариант с плотностью 114 г/м² обеспечивал наиболее высокую итоговую массу отделившейся сыворотки среди технологически

Таблица 1. Масса отделившейся сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках из лавсана различной плотности, г

Время, мин	Плотность лавсана, г/м²				
	110	114	125	130	145
0	0	0	0	0	0
60	671,3 ± 37,6	180,7 ± 10,0	220,0 ± 12,5	230,7 ± 13,0	208,7 ± 12,0
120	689,3 ± 38,6	246,7 ± 14,0	263,7 ± 15,0	279,0 ± 15,5	262,7 ± 15,0
180	704,3 ± 39,6	294,0 ± 16,5	300,0 ± 16,5	316,0 ± 17,5	304,0 ± 17,5
240	714,3 ± 39,6	333,0 ± 18,5	324,0 ± 18,5	342,0 ± 19,5	333,0 ± 18,5
300	723,3 ± 40,6	366,0 ± 20,5	348,0 ± 19,5	364,0 ± 20,5	359,3 ± 20,0
1320	773,7 ± 43,1	546,7 ± 30,5	489,7 ± 27,5	509,7 ± 28,5	519,0 ± 29,1

пригодных образцов, тогда как лавсан плотностью 110 г/м² характеризовался высокими значениями вследствие просачивания продукта через ткань.

Для всех исследованных вариантов была характерна общая закономерность: наиболее интенсивное отделение сыворотки происходило на начальном этапе самопрессования, после чего скорость процесса постепенно снижалась. Подобный характер сцеживания объясняется тем, что в начальный период удаляется преимущественно свободная влага, тогда как на последующих этапах происходит удаление влаги, более прочно удерживаемой белковой матрицей сгустка. Аналогичные закономерности описаны в современных исследованиях сцеживания ферментированных молочных систем [4, 6, 12]. Характер изменения приращения массы отделившейся сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках из лавсана различной плотности представлен на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, различия между исследуемыми вариантами проявлялись как на начальном, так и на конечном этапах процесса, что позволило более полно оценить влияние плотности лавсановой ткани на эффективность самопрессования. При сравнении образцов было установлено, что уменьшение плотности ткани не всегда сопровождалось повышением технологической эффективности. Так, лавсан плотностью 110 г/м² был признан технологически непригодным, поскольку в ходе эксперимента наблюдалось интенсивное просачивание кефира через поры ткани. Это свидетельствует о недостаточной способности материала удерживать белковую фазу продукта и указывает на избыточную проницаемость фильтрующей поверхности. Ткани большей плотности, напротив, обеспечивали более надежное удерживание сгустка, однако при чрезмерном повышении плотности могли создавать дополнительное сопротивление выходу сыворотки и тем самым замедлять процесс самопрессования. Следовательно, влияние плотности лавсана носило оптимизационный характер: наиболее рациональными следует считать не крайние, а промежуточные значения, обеспечивающие баланс между проницаемостью ткани и сохранением структуры продукта. Для объяснения выявленных различий в технологическом поведении исследуемых материалов была проанализирована микроструктура лавсановых тканей различной плотности (табл. 2, рис. 2).

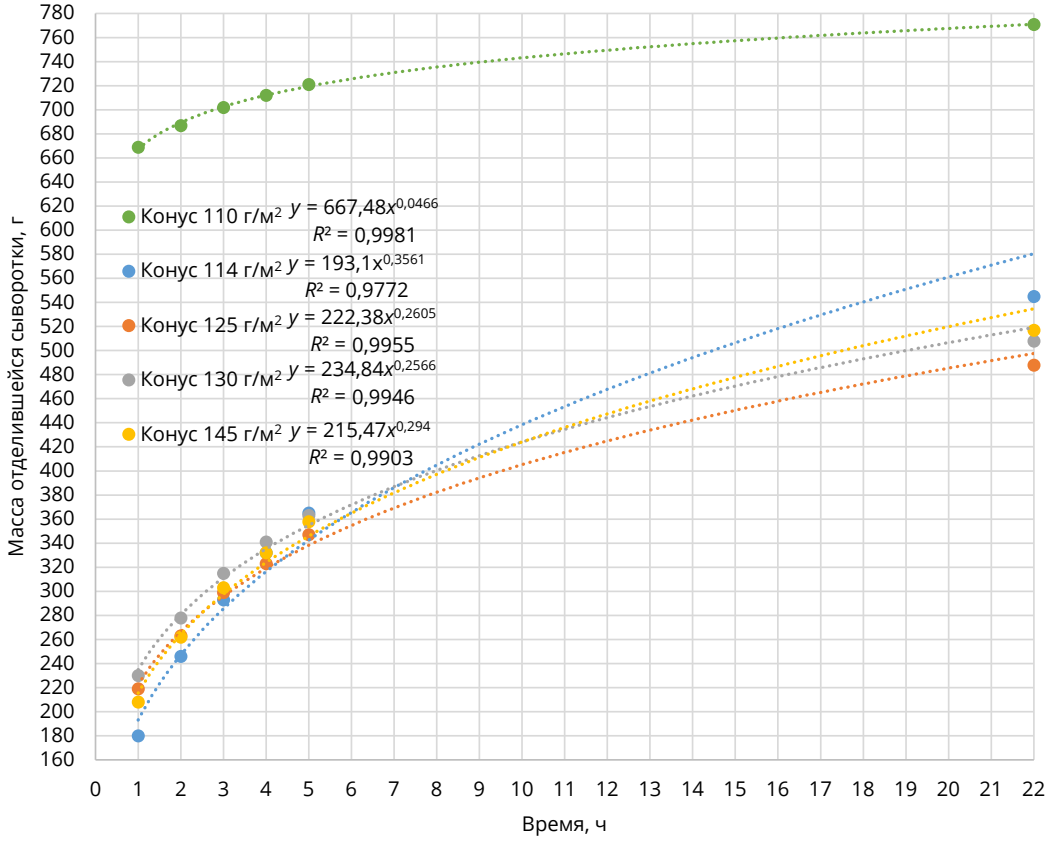


Рисунок 1. Приращение массы отделившейся сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках из лавсана различной плотности

Данные таблицы 2 и рисунка 2 подтверждают наличие различий в размере и распределении пор в зависимости от плотности ткани, что может обосновывать различную способность материалов удерживать белковую фазу продукта и пропускать сыворотку. В современных работах также показано, что свойства фильтрующего материала и параметры сцеживания способны существенно влиять на кинетику отделения сыворотки и качество концентрированных кисломолочных продуктов [8, 12]. По результатам первого этапа наиболее перспективными для дальнейшего исследования были признаны варианты лавсана плотностью 114 и 125 г/м^2, поскольку именно они обеспечивали наиболее рациональное сочетание интенсивности отделения сыворотки и технологической устойчивости кефирного сгустка.

Таблица 2. Размеры пор лавсановой ткани по данным микроскопии

Плотность лавсана, г/м^2	Размер пор, мкм
110	(52,7 ± 0,9) × (53,9 ± 4,9)
114	(49,7 ± 8,4) × (17,5 ± 4,7)
125	(21,8 ± 1,6) × (16,7 ± 2,5)
130	(8,5 ± 0,9) × (38,6 ± 5,0)
145	(4,8 ± 0,2) × (21,8 ± 3,0)

Влияние плотности лавсановой ткани на содержание сухих веществ и органолептические характеристики сцеженного кефира. Наряду с количеством отделившейся сыворотки учитывали свойства полученного сцеженного кефира. Для этого сопоставляли содержание сухих веществ в продукте после самопрессования в конических мешках из лавсана различной плотности, а также его органолептические характеристики (табл. 3).

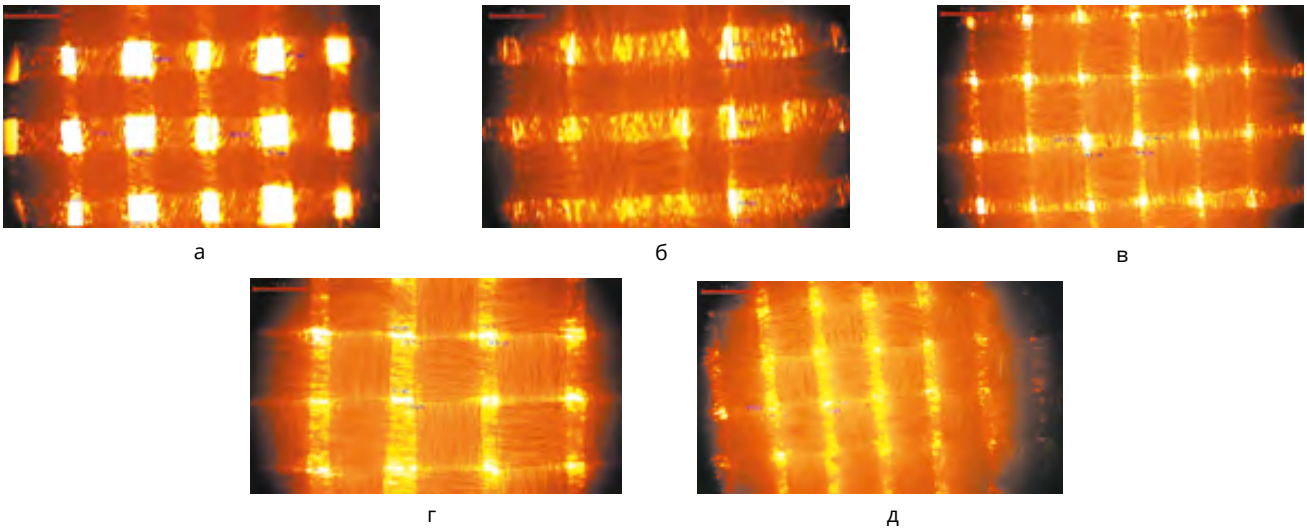


Рисунок 2. Микроструктура лавсановых тканей различной плотности: а) 110 г/м^2; б) 114 г/м^2; в) 125 г/м^2; г) 130 г/м^2; д) 145 г/м^2

Таблица 3. Содержание сухих веществ и органолептическая характеристика сцеженного кефира, полученного в конических мешках из лавсана различной плотности

Плотность ткани, г/м^2	Сухие вещества, %	Краткая органолептическая характеристика
110	23,9 ± 1,3	Консистенция густая, кремообразная, без комков и без выделения сыворотки; вариант технологически непригоден вследствие просачивания кефира через поры ткани
114	22,4 ± 1,3	Консистенция однородная, густая, кремообразная; поверхность гладкая; выделение сыворотки отсутствует; вкус и запах чистые кисломолочные; наиболее гармоничные свойства
125	24,7 ± 1,4	Консистенция в целом однородная; допускается слабая зернистость; поверхность преимущественно ровная; отделение сыворотки слабо выражено
130	23,8 ± 1,3	Консистенция в целом однородная, однако отмечаются легкая зернистость, незначительная неровность поверхности, заметные следы сыворотки
145	26,3 ± 1,5	Неполная однородность консистенции, выраженная зернистость, присутствуют признаки расслоения

Данные таблицы 3 отражают, что увеличение содержания сухих веществ не сопровождалось однозначным улучшением потребительских свойств сцеженного кефира. Наибольшее значение данного показателя отмечено в образце, полученном при использовании лавсана плотностью 145 г/м^2, однако именно этот вариант характеризовался наиболее выраженным ухудшением структуры: наблюдались зернистость, неоднородность консистенции и признаки расслоения. Следовательно, более высокая степень концентрирования продукта не может рассматриваться как преимущество, если она сопровождается ухудшением его органолептических характеристик. Образец, полученный в коническом мешке из лавсана плотностью 110 г/м^2, несмотря на достаточно высокое содержание сухих веществ и внешне удовлетворительную консистенцию сцеженного продукта, также не может быть положительно охарактеризован, поскольку в процессе самопрессования происходило просачивание кефира через поры ткани. Это подтверждает, что оценка пригодности фильтрующего материала должна основываться не только на характеристиках конечного продукта, но и на технологической надежности самого процесса. Наилучшее сочетание показателей получено при использовании лавсана плотностью 114 г/м^2. Несмотря на то что содержание сухих веществ в этом варианте было ниже, чем в отдельных других образцах, сцеженный кефир характеризовался однородной густой кремообразной консистенцией, гладкой поверхностью, отсутствием выделения сыворотки и чистым кисломолочным вкусом и запахом. Совокупность этих признаков позволяет рассматривать данный вариант как наиболее предпочтительный с точки зрения формирования потребительски ценной структуры продукта. Вариант с лавсаном плотностью 125 г/м^2 также представлял практический интерес. Содержание сухих веществ в этом образце было выше, чем при плотности 114 г/м^2, а органолептические показатели в целом оставались приемлемыми, хотя отмечались слабая зернистость и слабо выраженное отделение сыворотки. Таким образом, по совокупности характеристик данный вариант уступал варианту 114 г/м^2, но сохранял технологическую пригодность и потому мог рассматриваться как перспективная альтернативная плотность для дальнейшего сравнения. Образец, полученный при использовании лавсана плотностью 130 г/м^2, характеризовался менее благоприятными показателями: наряду с приемлемым содержанием сухих веществ у него отмечались легкая зернистость, незначительная неровность поверхности и заметные следы сыворотки. Для варианта 145 г/м^2 структурные дефекты были выражены еще сильнее. Выявленные различия в свойствах сцеженного кефира согласуются с особенностями пористой структуры исследованных тканей, представленных на рисунке 2. Сопоставление содержания сухих веществ и органолептических характеристик показало, что лавсан плотностью 114 г/м^2 являлся наилучшим вариантом по совокупности технологических и потребительских показателей, а плотность 125 г/м^2 сохраняла достаточную технологическую перспективность как ближайшая альтернатива. Именно поэтому для дальнейшей оценки влияния формы мешка были выбраны варианты 114 и 125 г/м^2.

Оценка цилиндрических мешков при плотности лавсана 114 и 125 г/м^2. На втором этапе исследовали процесс самопрессования в мешках цилиндрической формы, изготовленных из лавсановой ткани плотностью 114 и 125 г/м^2. Указанные варианты были выбраны на основании результатов первого этапа, тогда как дальнейшее использование остальных плотностей было признано нецелесообразным: лавсан

Источник изображения: magnific.com



плотностью 110 г/м² был исключен как технологически непригодный, а варианты 130 и 145 г/м² не были включены в дальнейшее исследование из-за менее благоприятного сочетания структурных и органолептических характеристик готового продукта. Сравнительные данные по массе отделившейся сыворотки в мешках различной формы приведены в таблице 4.

Для лавсана плотностью 114 г/м² в первые 180 мин цилиндрический мешок обеспечивал несколько более высокие значения по сравнению с коническим: через 60 мин масса отделившейся сыворотки составляла 191,0 ± 8,2 г против 180,7 ± 10,0 г, через 120 мин – 250,7 ± 17,0 г против 246,7 ± 14,0 г, через 180 мин – 300,3 ± 14,6 г против 294,0 ± 16,5 г. Однако в дальнейшем различия нивелировались, и к завершению процесса преимущество имел уже конический мешок: через 1320 мин масса отделившейся сыворотки составила 546,7 ± 30,5 г против 522,0 ± 26,6 г в цилиндрическом варианте. Для лавсана плотностью 125 г/м² конический мешок демонстрировал преимущество на всех этапах самопрессования. Уже через 60 мин масса отделившейся сыворотки составляла 220,0 ± 12,5 г против 161,3 ± 8,5 г в цилиндрическом мешке. Через 300 мин значения достигали 348,0 ± 19,5 и 315,3 ± 17,5 г соответственно, а к 1320 мин – 489,7 ± 27,5 и 466,0 ± 26,0 г. Следовательно, для плотности 125 г/м² коническая форма обеспечивала более интенсивное и более полное отделение сыворотки на протяжении всего процесса.

Полученные данные показывают, что цилиндрическая форма не имела преимуществ по итоговой массе отделившейся сыворотки по сравнению с конической. Несмотря на то что для плотности 114 г/м² в начальный период процесса цилиндрический мешок характеризовался несколько более высокими значениями, по завершении самопрессования более эффективным оказался конический вариант. Это дополнительно подтвердило целесообразность выбора конического мешка из лавсана плотностью 114 г/м². Вероятно, подобный эффект обусловлен различиями в распределении кефирного сгустка внутри мешка, толщине слоя продукта и условиях стекания жидкой фазы по фильтрующей поверхности. В литературе, посвященной концентрированным кисломолочным продуктам, отмечается, что геометрия системы сцеживания, площадь фильтрующей поверхности и гидродинамические условия отвода сыворотки способны изменять кинетику процесса и свойства конечного продукта [5, 7, 8].

Результаты второго этапа следует интерпретировать с учетом экспериментальной схемы. Цилиндрические мешки исследовали только для двух предварительно отобранных плотностей – 114 и 125 г/м², поэтому в данном случае корректно говорить не о полном сопоставлении всех плотностей в двух формах, а об уточняющей технологической оценке цилиндрической формы для наиболее перспективных вариантов ткани. Органолептические показатели сцеженного кефира, полученного в цилиндрических мешках плотностью 114 и 125 г/м², в целом оставались удовлетворительными, однако консистенция продукта была менее плотной по сравнению с образцами, полученными в конических мешках. Это можно связать с большим количеством остаточной сыворотки, сохранившейся в продукте после завершения самопрессования. Следовательно, даже при приемлемых вкусоароматических характеристиках цилиндрическая форма мешка уступала конической по способности формировать более плотную и устойчивую структуру сцеженного кефира.

Таблица 4. Масса отделившейся сыворотки при самопрессовании кефира в мешках различной формы, г

Время, мин	Плотность лавсана, г/м²			
	114		125	
	Конус	Цилиндр	Конус	Цилиндр
0	0	0	0	0
60	180,7 ± 10,0	191,0 ± 8,2	220,0 ± 12,5	161,3 ± 8,5
120	246,7 ± 14,0	250,7 ± 17,0	263,7 ± 15,0	220,3 ± 11,5
180	294,0 ± 16,5	300,3 ± 14,6	300,0 ± 16,5	260,3 ± 14,5
240	333,0 ± 18,5	331,7 ± 16,2	324,0 ± 18,5	289,7 ± 16,0
300	366,0 ± 20,5	361,3 ± 18,6	348,0 ± 19,5	315,3 ± 17,5
1320	546,7 ± 30,5	522,0 ± 26,6	489,7 ± 27,5	466,0 ± 26,0

Для более детальной оценки процесса самопрессования в цилиндрических мешках были проанализированы приращения массы отделившейся сыворотки. Соответствующие данные представлены на рисунке 3.

Данные рисунка 3 показывают, что при использовании цилиндрических мешков различия между вариантами плотности 114 и 125 г/м² сохранялись как в начале, так и в конце процесса самопрессования.

Выводы

Проведенное исследование показало, что эффективность отделения сыворотки при самопрессовании кефира определяется совокупным действием плотности лавсановой ткани и формы мешка.
На первом этапе показано, что при использовании конических мешков из лавсана различной плотности технологически пригодные варианты существенно различались по массе отделившейся сыворотки. Среди них наибольшее итоговое значение получено для лавсана плотностью 114 г/м² – 546,7 ± 30,5 г, тогда как лавсан плотностью 110 г/м², несмотря на максимальную массу отделившейся жидкой фазы 773,7 ± 43,1 г, был признан непригодным вследствие просачивания кефира через ткань.

Оценка сухих веществ и органолептических характеристик показала, что наибольшее содержание сухих веществ не всегда соответствует наилучшему качеству продукта, а наиболее гармоничные свойства сцеженного кефира формируются при использовании лавсана плотностью 114 г/м². На втором этапе установлено, что для плотностей 114 и 125 г/м² коническая форма мешка обеспечивала более высокую итоговую массу отделившейся сыворотки по сравнению с цилиндрической и способствовала формированию более плотной консистенции продукта. Полученные данные согласуются с современными представлениями о том, что синерезис в ферментированных молочных системах зависит одновременно от свойств белкового геля, параметров фильтрующего материала и геометрии системы отвода сыворотки [4, 6, 8–12].

Установлено, что плотность лавсановой ткани существенно влияет на процесс отделения сыворотки при самопрессовании кефира в конических мешках. Лавсан плотностью 110 г/м² признан технологически непригодным для дальнейшего применения вследствие интенсивного просачивания кефира через поры ткани. По результатам первого этапа наиболее перспективными вариантами были признаны ткани плотностью 114 и 125 г/м². Сопоставление данных по отделению сыворотки, содержанию сухих веществ и органолептическим характеристикам показало, что наиболее рациональным является конический мешок из лавсана плотностью 114 г/м², обеспечивающий однородную густую консистенцию продукта без выделения сыворотки и без потерь через ткань. Дополнительная проверка цилиндрических мешков для плотностей 114 и 125 г/м² уточнила конструктивные параметры системы сцеживания и подтвердила преимущество конической формы. Практическая

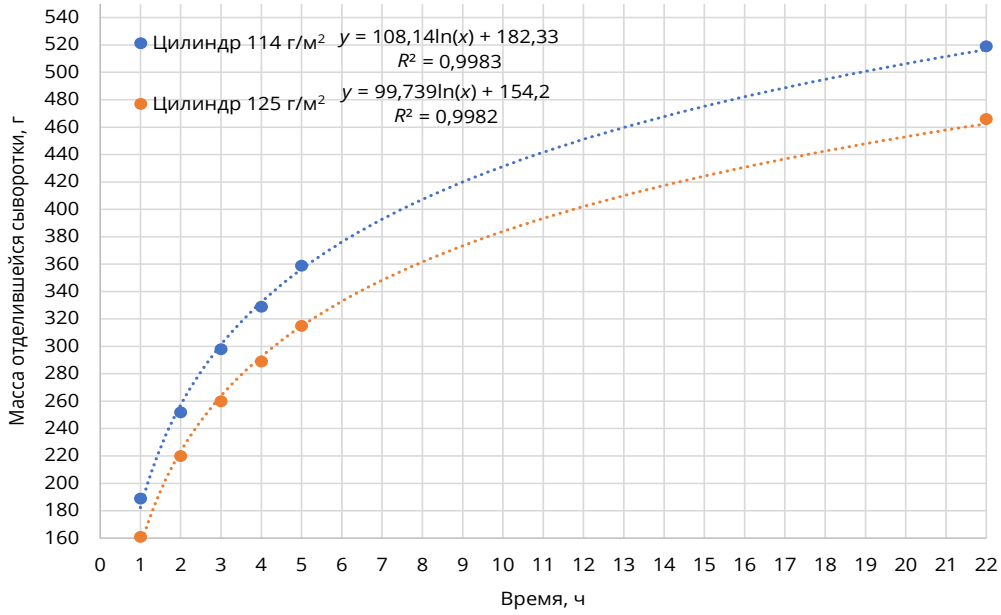


Рисунок 3. Приращение массы отделившейся сыворотки при самопрессовании кефира в цилиндрических мешках из лавсана плотностью 114 и 125 г/м²

значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при разработке технологии мягкого концентрирования кефира. В перспективе результаты исследования могут быть использованы при разработке ресурсосберегающих технологий производства сцеженных и концентрированных кисломолочных продуктов, расширении ассортимента продукции молочной отрасли и повышении стабильности ее качества за счет управления процессом отделения сыворотки. ■

Поступила в редакцию: 15.04.2026

Принята в печать: 04.08.2026

Technological Parameters of Kefir Self-Pressing in Polyester Bags

Anna S. Kolbun, Vladimir G. Bliadze

All-Russian Dairy Research Institute, Moscow

Controlled whey separation, or syneresis, is a key technological task in the production of strained and concentrated fermented dairy products because it determines texture, water-holding capacity, and product yield. Kefir is a mixed-fermentation dairy product that requires gentle concentration by self-pressing. However, the effects of filtering fabric parameters and polyester bag design on process efficiency remain insufficiently studied. The aim of the work was to determine the most rational parameters of polyester bags for kefir self-pressing based on whey separation, total solids content, and sensory properties of the strained product. It featured kefir produced with kefir grains. At the first stage, the syneresis was evaluated in conical polyester bags with fabric densities of 110, 114, 125, 130, and 145 g/m^2. The second stage focused on the 114 and 125 g/m^2 samples. The amount of separated whey was determined gravimetrically. Other parameters included total solids content and sensory properties of strained kefir. Polyester fabric density was found to affect both the course of self-pressing and the properties of the final product. The 110 g/m^2 fabric proved to be technologically unsuitable because kefir leaked through the pores. Based on the overall set of indicators, a conical bag made of 114 g/m^2 polyester was identified as the most rational option. These findings can be applied to develop and improve technologies for strained and concentrated fermented dairy products with controlled texture and syneresis properties.

Keywords: fermented milk products, kefir, self-pressing, syneresis, polyester

Список литературы

1. **Yerlikaya, O.** A review of fermented milks: Potential beneficial effects on human nutrition and health / O. Yerlikaya // African Health Sciences. 2023. Vol. 23(4). P. 498–507. https://doi.org/10.4314/ahs.v23i4.54

2. **Justel, M. A.** Production of kefir and kefir-like beverages: Fundamental aspects, advances, and future challenges / M. A. Justel, E. B. Outeiriño, N. P. Guerra // Processes. 2026. Vol. 14(1). Art. no. 73. https://doi.org/10.3390/pr14010073

3. **Bengoa, A. A.** Exopolysaccharide-producing Lacticaseibacillus paracasei strains isolated from kefir as starter for functional dairy products / A. A. Bengoa [et al.] // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. Art. no. 1110177. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1110177

4. **Arab, M.** A comprehensive review on yogurt syneresis: effect of processing conditions and added additives / M. Arab [et al.] // Journal of Food Science and Technology. 2023. Vol. 60(6). P. 1656–1665. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05403-6

5. **Gyawali, R.** A review of factors influencing the quality and sensory evaluation techniques applied to Greek yogurt / R. Gyawali [et al.] // Journal of Dairy Research. 2022. Vol. 89(2). P. 213–219. https://doi.org/10.1017/S0022029922000346

6. **Le Ba, T.** A Review of processing techniques and rheological properties of yogurts / T. Le Ba [et al.] // Journal of Texture Studies. 2025. Vol. 56(1). Art. no. e70006. https://doi.org/10.1111/jtxs.70006

7. **Karastamatis, S.** Effect of modified manufacturing conditions on the composition of greek strained yogurt and the quantity and composition of generated acid whey / S. Karastamatis [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11(24). Art. no. 3953. https://doi.org/10.3390/foods11243953

8. **Mehyar, G. F.** Application of polyamide microfilters as an alternative to cheesecloth in labneh production: Effects on processing efficiency and product quality / G. F. Mehyar [et al.] // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2025. Vol. 75(4). P. 336–350. https://doi.org/10.31883/pjfns/211767

9. **Cardenete-Fernández, M.** Designing spoonable milk kefir gels: From fermentation optimization to clean-label gel structuring with psyllium / M. Cardenete-Fernández [et al.] // Gels. 2025. Vol. 11(9). Art. no. 693. https://doi.org/10.3390/gels11090693

10. **Ahmadi, E.** Influence of heating temperature and ph on acid gelation of micellar calcium phosphate-adjusted skim milk / E. Ahmadi, T. Vasiljevic, T. Huppertz // Foods. 2024. Vol. 13(11). Art. no. 1724. https://doi.org/10.3390/foods13111724

11. **Cheng, Z.** Combined effect of acidification temperature and different acids on microstructure and textural properties of heat and acid-induced milk gels / Z. Cheng [et al.] // International Dairy Journal. 2025. Vol. 161. Art. no. 106117. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106117

12. **Famelart, M.-H.** Drainage of acid-rennet gels: Rheological and microstructural study of milk heat treatment and milk proteins/whey protein aggregates ratio effects / M.-H. Famelart [et al.] // Journal of Food Engineering. 2025. Vol. 391. Art. no. 112457. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112457

13. **Каледина, М. В.** Формирование белковых структур молочных систем с концентратом мицеллярного казеина в технологии греческого йогурта / М. В. Каледина [и др.] // Индустрия питания. 2025. Т. 10, № 2. С. 57–66. https://doi.org/10.29141/2500-1922-2025-10-2-6; https://elibrary.ru/rxoagy

14. **Гербер, Ю. Б.** Исследование влияния режима гомогенизации на энергетические затраты и сроки хранения йогурта с добавлением пюре кизила / Ю. Б. Гербер [и др.] // Инженерные технологии и системы. 2024. Т. 34, № 4. С. 615–628. https://doi.org/10.15507/2658-4123.034.202404.615-628; https://elibrary.ru/ocjlyv

15. **Урбах, М. С.** Оптимизация процесса сквашивания при производстве кисломолочных продуктов / М. С. Урбах, Ю. Г. Стурова // Ползуновский вестник. 2024. № 2. С. 175–181. https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.022; https://elibrary.ru/czilla