

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гавриша Алексея Викторовича
на тему «Разработка технологии переработки нанофльтрационного пермеата
молочного сырья методом обратного осмоса»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

Реализация ресурсосберегающих технологий в молочной отрасли стала возможна благодаря применению мембранных методов, которые хорошо зарекомендовали себя не только в процессах обработки молока, но и в переработке побочных молочных ресурсов, а также стоков пищевых предприятий. По сравнению с традиционными методами обработки молочного сырья мембранные процессы протекают без энергоемких фазовых превращений и характеризуются низкими температурными режимами обработки (10-15°C). Внедрение мембранных технологий позволяет интенсифицировать производство и получить дополнительную прибыль за счет экономии ресурсов как сырьевых, так и энергетических, снижая себестоимость готового продукта. Однако использование мембранной фильтрации при переработке молочного сырья характеризуется необходимостью дополнительных вложений для утилизации побочных потоков.

В этой связи диссертационная работа Гавриша А.В. представляет собой обширное исследование, направленное на решение важной народно-хозяйственной проблемы – вовлечение нанофльтрационного (НФ) пермеата молочного сырья как отхода от основного производства в замкнутый технологический цикл переработки исходных ресурсов. Актуальность темы диссертации также подтверждается финансовой поддержкой выполненных исследований в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства «Создание первого в России высокотехнологичного производства пребиотика лактулозы и функциональных молочных ингредиентов для импортозамещения в медицине, ветеринарии, детском питании, производстве лечебно-профилактических продуктов для людей и животных», выполняемого АО «Молочный комбинат «Ставропольский» и ФГАОУ ВО СКФУ при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (договор № 075-11-2022-021 от 07.04.2022 г.).

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Содержащиеся в диссертационной работе Гавриша А.В. научные подходы, выводы и рекомендации основаны на фундаментальных научных изысканиях, общепринятых теоретических закономерностях и являются

следствием полученных автором экспериментальных данных. Степень их обоснованности подтверждается глубоким анализом отечественных и зарубежных литературных источников, верной методологией исследования, основанной на научных принципах обеспечения качества вырабатываемой пищевой продукции. Представленные результаты теоретических, аналитических и экспериментальных исследований выполнены на высоком научном и методическом уровне с применением современных приборов и методов анализа, математического планирования, моделирования и статистической обработки полученных результатов. Соискателем получен и систематизирован значительный объем экспериментальных данных; результаты диссертационной работы успешно апробированы в производственных условиях, достоверность которых не вызывает сомнений.

Научная новизна полученных результатов исследований

Заключается в установлении закономерностей изменения содержания сухих веществ, удельной электропроводности, рН и титруемой кислотности обратноосмотического (ОО) пермеата в зависимости от режимов получения НФ пермеата, а также от содержания сухих веществ в ОО ретентате; оценке микробиологической стабильности ОО пермеата в условиях, моделирующих промышленное хранение; обосновании возможности применения ОО ретентата в рецептуре молочных продуктов с гетероферментативным брожением. Автором экспериментально установлено, что снижение селективности НФ мембран в процессе длительной эксплуатации (около 700 производственных циклов) привело к увеличению содержания лактозы в сухом веществе НФ пермеата на 35 % по сравнению с пермеатом, полученным на новых мембранах (до 100 производственных циклов), при этом эксплуатация НФ мембран не оказывала существенного влияния на концентрацию кальция и магния в НФ пермеате (не более $6,6 \pm 4,1$ мг/кг и $1,9 \pm 1,2$ мг/кг соответственно; около 700 производственных циклов).

Теоретическая и практическая значимость

Состоит в расширении научных представлений о составе и свойствах пермеата, полученного в процессе нанофильтрации смеси УФ пермеатов подсырной и творожной сыворотки, обезжиренного молока. Установленные закономерности позволяют прогнозировать изменения удельной электропроводности ОО пермеата в зависимости от давления и содержания сухих веществ в ОО ретентате при обратноосмотической переработке НФ пермеата, что может быть использовано при промышленной реализации процесса для оперативного контроля качества ОО пермеата на выходе из мембранного элемента. Практическая значимость результатов работы заключается в разработке технологии переработки НФ пермеата методом обратного осмоса для получения ОО пермеата, пригодного для использования в технологических процессах, а также в разработке технологии производства айрана с 50%-ной

заменой поваренной соли ОО ретентатом, обеспечивающей снижение содержания натрия в продукте без изменения органолептических показателей и возникновения пороков продукта. На основании проведенных исследований разработана техническая документация ТУ 10.51.52–130–00437062–2025 «Айран с добавлением минеральных веществ молока», а также ТУ 10.51.56–129–00437062–2025 «Продукт переработки молока безбелковый. Обратносмотический ретентат», получен патент РФ на изобретение № 2827192 «Способ получения технической воды из нанофильтрационного пермеата молочного сырья». Аprobация технологии ОО пермеата по ТР 10.51.56.490–014–02067965–2024 и айрана с добавлением ОО ретентата, проведены в условиях АО «Молочный комбинат «Ставропольский».

Структура диссертации и автореферата, оценка содержания

Диссертация Гавриша А.В. написана грамотным научным языком, характеризуется внутренним единством и соответствует п. 5, 12, 36 паспорта научной специальности 4.3.3. Пищевые системы. Работа состоит из введения, 5 глав экспериментального и аналитического материала, заключения, списка использованных источников, включающего 167 наименований, 9 приложений.

Во введении обоснована актуальность решаемой научной проблемы, обозначена цель и научные задачи исследований, их новизна, практические результаты и ценность, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор относительно современного состояния переработки побочных потоков молокоперерабатывающих предприятий с применением ультра-, нанофильтрации, а также обратного осмоса. На основании проведенного анализа литературных данных сформулирована научная проблема, цели и задачи исследований, а также подтверждена актуальность темы.

Во второй главе приведена схема организации эксперимента, охарактеризованы объекты и методы исследований (в том числе ВЭЖХ, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, апробированные математические методы обработки результатов экспериментальных данных).

Третья глава посвящена исследованиям влияния параметров переработки НФ пермеатов методом обратного осмоса на скорость фильтрования, химический состав и микробиологические показатели разделяемых потоков при применении новых и изношенных мембранных элементов. Также приведены исследования по коррозионной активности ОО пермеата при контакте со сталью AISI 304 (08X18H10).

В четвертой главе описаны результаты по подбору рецептуры и исследованию свойств айрана, выработанного с применением ОО ретентата.

В пятой главе представлена аппаратно-технологическая схема переработки НФ пермеата и производства айрана с применением ОО ретентата,

приведена оценка экономической эффективности внедрения разработанных технологий.

В приложениях к диссертации приведены материалы, подтверждающие научную новизну, практическую значимость, а также достоверность полученных результатов исследований.

Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание, структуру и результаты диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями ВАК при Минобрнауки РФ.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Заключается в развитии теоретических основ комплексной и глубокой переработки молочного сырья в ингредиенты с заданным химическим составом, а также экспериментально-прикладном обосновании применения мембранных методов для утилизации побочных продуктов молочной отрасли, организации замкнутого производственного цикла и снижения экологической нагрузки на промышленные предприятия.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Представленные результаты теоретических и экспериментальных исследований, приведенные в диссертационной работе, могут служить основой для дальнейшего совершенствования ресурсосберегающих технологий в молочной отрасли.

Научные выводы диссертации могут быть использованы при написании специальной литературы, имеющей отраслевое значение.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований могут быть внедрены в учебный процесс при реализации основных образовательных программ подготовки бакалавров и магистров по направлению 19.03.03 и 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения».

Полнота опубликования основных положений и результатов диссертационной работы

По материалам диссертационной работы опубликовано лично автором и в соавторстве 7 научных работ, в том числе 2 статьи в журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки РФ для публикации результатов диссертационных исследований, 1 патент РФ на изобретение, которые в полной мере отражают объем и содержание диссертации.

Вопросы, замечания и пожелания по работе

Оценивая положительно диссертационную работу в целом, считаю необходимым сделать следующие замечания и высказать пожелания:

1. В работе не приведена характеристика нанофильтрационных мембран, которые применяли для проведения нанофильтрации. Поэтому не ясно,

насколько идентичным был фильтрующий материал по своим свойствам, проницаемости и селективности. Насколько корректно в таком случае сравнивать химический состав полученных НФ-пермеатов?

2. В п. 3.4 диссертации (С. 69) представлены результаты изучения коррозионных процессов металла при хранении ОО пермеата в емкостях из нержавеющей стали, которые проводили по методике стандартов ASTM G31-21 и ASTM G1-90(1999)e1. Почему исследования были проведены согласно американским стандартам, а не ГОСТ 9.908-85 «Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости»? Почему выбран ускоренный весовой метод определения коррозии и насколько допустимо его применение к нержавеющей стали? Не ясно почему в таком случае не были определены скорость коррозии, глубина ее проникновения и коэффициент ее неравномерности? Какой фактор при проведении экспериментов по оценке коррозионной стойкости был контролирующим?

3. Из текста диссертации на С. 72 не понятно, чем руководствовались при формулировании заключения о коррозионной пассивности ОО воды относительно стали AISI 304? Из каких нормативных документов это следует?

4. Автору следует пояснить, почему рецептуры опытной смеси для заквашивания, приведенные в таблицах 4.13 и 4.14 диссертации, отличаются? Какая рецептура айрана была применена для апробации в промышленных условиях?

5. Из текста диссертации не ясно, изучено ли влияние изменения соотношения К/Na в нормализованной смеси для производства айрана на развитие заквасочной микрофлоры, т.к. минеральный состав контрольной и опытной смеси существенно различался (С. 83 – 89).

6. Как автор может объяснить различия в изменении активной кислотности контрольного и опытного образцов айрана сразу после выработки и в процессе хранения, указанные в табл. 4.15 диссертации?

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку выполненной диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Гавриша А.В. является законченной научно-квалификационной работой. В ней обоснованы режимы и разработана технология переработки нанофильтрационного пермеата молочного сырья методом обратного осмоса, что позволяет решить важную народнохозяйственную задачу комплексной, экономически обоснованной и экологически безопасной переработки молочного сырья и вносит значительный вклад в развитие предприятий молочной отрасли страны в целом. Работа в достаточной мере отражена в периодической печати.

Диссертационная работа включает необходимые элементы квалификационной работы кандидата наук, носит прикладной характер и соответствует требованиям пп. 9 – 14 «Положения о присуждении учёных степеней»,

утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Гавриш Алексей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук по специальности
05.18.04 – Технология мясных, молочных и
рыбных продуктов и холодильных производств,
профессор кафедры технологии продуктов
животного происхождения ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет
инженерных технологий», доцент



Екатерина Викторовна Богданова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий» (ФГБОУ ВО ВГУИТ)
394036, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19
раб. телефон +7 (473) 255-27-65,
моб телефон +7-920-406-38-25,
e-mail: e.bogdanova@vsuet.ru, ek-v-b@yandex.ru
« 13 » мая 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»	
Подпись т.	<i>Богданова Е.В.</i>
ЗАБЕРЯЮ	
Начальник управления кадров	<i>Л. Дроздова</i>
« 13 » мая 2026 г.	

