

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Лазарева Владимира Александровича на диссертационную работу **Гавриша Алексея Викторовича** на тему **«Разработка технологии переработки нанофильтрационного пермеата молочного сырья методом обратного осмоса»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы

Актуальность темы диссертационного исследования

Современная молочная промышленность характеризуется значительным водопотреблением и образованием больших объемов сточных вод, содержащих органические и минеральные вещества. В данных условиях высокую значимость приобретают технологии переработки, направленные на глубокую безотходную переработку вторичных сырьевых ресурсов. Особенно актуально это в условиях перехода Российской Федерации к биоэкономике в рамках действующего национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», направленного на рациональное использование биологических ресурсов и применение новых технологий в производственной деятельности предприятий пищевой промышленности.

Наиболее предпочтительными для этого, безусловно, являются баромембранные процессы, позволяющие проводить глубокую безотходную переработку молочного сырья и вторичных сырьевых ресурсов в щадящем температурном режиме, сохраняя компоненты в нативном состоянии, при минимальных энергетических затратах, по сравнению с другими методами, эффективно разделять компоненты и получать продукты с заданными свойствами. Вместе с тем, отдельные аспекты применения баромембранных процессов в части глубокой переработки нанофильтрационного (НФ) пермеата молочного сырья и использования продуктов его дальнейшей переработки в научной литературе освещены недостаточно.

Научно-практическую значимость работе придает комплексный подход, предусматривающий получение очищенной воды для технологических задач и разработку технологии производства нового продукта с заданным минеральным составом, что соответствует современным принципам ресурсосбережения, безотходного производства и формирования функциональных продуктов питания.

Актуальность диссертационной работы Гавриша А.В. заключается в решении научно-практической задачи, направленной на повышение эффективности использования вторичных ресурсов молочной промышленности

за счет разработки технологии переработки НФ пермеата и создания на его основе новых продуктов с заданными функциональными свойствами.

Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе

Научная новизна диссертационной работы заключается в установлении закономерностей изменения состава и физико-химических свойств НФ пермеата молочного сырья в зависимости от условий его получения и степени износа мембранных элементов. Показано, что длительная эксплуатация НФ мембран приводит к снижению их селективности по лактозе и изменению минерального состава пермеата.

Автором обоснованы и экспериментально подтверждены рациональные режимы обратноосмотической (ОО) переработки НФ пермеата, установлена линейная зависимость потока пермеата от давления ($R^2 \geq 0,9821$) и определено оптимальное содержание сухих веществ в ретентате на уровне до 3%.

Получены новые научные данные о составе и свойствах ОО пермеатов и ретентатов. Установлены закономерности изменения содержания сухих веществ, рН, титруемой кислотности и удельной электропроводности ОО пермеата в зависимости от давления и степени концентрирования, что позволяет прогнозировать качество пермеата при различных режимах обратного осмоса.

Научно обоснована возможность использования ОО ретентата в качестве солезаменителя в рецептуре кисломолочного продукта айран с целью улучшения его минерального состава.

Проведена оценка коррозионной активности ОО пермеата полученного из НФ пермеата молочного сырья, установлено отсутствие его воздействия на нержавеющую сталь AISI 304. Получены данные о микробиологической стабильности ОО пермеата при различных условиях хранения. Разработана рецептура и технология производства айрана с частичной заменой поваренной соли ОО ретентатом.

Ценность для науки и практики результатов диссертационного исследования

Теоретическая значимость работы заключается в расширении и систематизации научных представлений о составе и свойствах нанофльтрационного пермеата молочного сырья, а также в установлении закономерностей изменения показателей качества ОО пермеата в зависимости от технологических параметров процесса.

Практическая значимость работы определяется разработкой технологии переработки НФ пермеата методом обратного осмоса с получением очищенного пермеата, пригодного для повторного использования в технологических процессах, а также ОО ретентата, содержащего минеральные вещества молока, пригодного к использованию в качестве солезаменителя в рецептуре кисломолочного продукта айран.

Автором разработаны технология и комплект нормативно-технической документации, включая технические условия ТУ 10.51.52–130–00437062–2025 «Айран с добавлением минеральных веществ молока» и ТУ 10.51.56–129–00437062–2025 «Продукт переработки молока безбелковый. Обратноосмотический ретентат». Разработанные авторские решения запатентованы и прошли апробацию в условиях производства на предприятии АО «Молочный комбинат «Ставропольский».

Экономическая эффективность разработанной технологии подтверждается расчетами: показано, что себестоимость получения 1 м³ ОО пермеата составила 82,5–89,6 Р против 112,6–115,9 Р при использовании сетевой воды, что обеспечивает экономический эффект 26,3–30,0 Р/м³.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечены комплексным подходом к решению поставленных задач и не вызывает сомнений. Автором проведен обширный анализ отечественных и зарубежных источников, отражающих современное состояние вопроса в области мембранных технологий переработки молочного сырья.

Экспериментальная часть работы выполнена с использованием современных методов физико-химического анализа, включая высокоэффективную жидкостную хроматографию, энергодисперсионную рентгеновскую спектроскопию и классические методы. Применение статистических методов обработки данных подтверждает корректность интерпретации полученных результатов.

Экспериментальные исследования выполнены с моделированием условий, приближенных к промышленным, включая длительные циклы работы (до 700 циклов) и варьирование степени концентрирования сырья, что повышает практическую значимость результатов. Полученные зависимости изменения состава и свойств продуктов ОО переработки хорошо согласуются с теоретическими представлениями о баромембранных процессах и подтверждены

экспериментально. Проведенные промышленные испытания свидетельствуют о воспроизводимости результатов и их практической значимости.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа А.В. Гавриша соответствует п.п. 5, 23, 36 паспорта научной специальности 4.3.3 Пищевые системы.

Оценка объема, структуры и содержания работы

Диссертационная работа изложена на 142 страницах машинописного текста, включает введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения, содержит 33 рисунка и 40 таблиц. Список литературы включает 167 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна и практическая значимость.

В первой главе представлен анализ современных подходов к переработке побочных потоков молочной промышленности с использованием мембранных технологий. Рассмотрены особенности применения баромембранных процессов и переработки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий. Особое внимание уделено перспективам использования ОО ретентата переработки молочного сырья в качестве солезаменителя в технологии айрана, что позволило обосновать направление собственных исследований.

Во второй главе приведена общая схема проведения научных исследований, подробно охарактеризованы объекты и методы исследований, а также используемое технологическое оборудование. Описаны условия проведения мембранных процессов, что обеспечивает достоверность полученных результатов.

В третьей главе представлены результаты исследования состава и свойства НФ пермеатов, влияния давления и продолжительности фильтрации на производительность, а также закономерности изменения качественных характеристик пермеата и ретентата. Рассмотрены процессы коррозионной активности пермеата и его микробиологическая стабильность при хранении.

В четвертой главе приведены результаты практической реализации полученных научных данных. Обоснованы направления использования ОО пермеатов и ретентатов, проведен анализ некоторых коммерческих образцов кисломолочного продукта айрана, разработана рецептура продукта с частичной заменой поваренной соли ОО ретентатом и дана оценка его органолептических и микробиологических показателей.

В пятой главе приведена разработанная автором технология переработки НФ пермеата и производства айрана с использованием ОО ретентата, приведена технологическая схема процесса. Оценена экономическая эффективность внедрения, составившая 26,3–30,0 Р/м³.

Работа изложена последовательно, логично, материал структурирован и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным исследованиям. Автореферат отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

1. На страницах 37 и 81 диссертационной работы автором приведено рекомендованное ВОЗ значение соотношения потребления калия и натрия, составляющее 1,75 (1,04). Рекомендуется дополнить данные сведениями из отечественной практики физиологии питания, например, из учебника Гигиена питания: Руководство для врачей / А. А. Королев. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3706-3, в котором показано, что при поступлении с пищей калия и натрия в молярном соотношении 1:1 (например, 3900 мг К и 2300 мг Na) поддерживается оптимальный баланс этих электролитов.

2. На странице 59 диссертационной работы (табл. 3.4) показаны значения титруемой кислотности образцов ОО ретентатов. Чем обусловлен непропорциональный (скачкообразный) рост данного показателя для образца с 3% СВ?

3. В подразделе 4.2 диссертационной работы подробно рассматривается практическое использование ОО ретентата для частичной замены поваренной соли в технологии айрана. При этом заменяется не только поваренная соль, но и вода. Можно ли сертифицировать продукт, произведенный по модифицированной технологии с внесением ОО ретентата на соответствие ГОСТ 31702–2013 или же потребуется разработка ТУ?

4. Можно ли масштабировать указанную технологию применения соледержащих ОО ретентатов для других пищевых продуктов?

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям

Диссертационная работа является завершенным научно-квалификационным исследованием, направленным на решение актуальной задачи повышения эффективности переработки вторичного молочного сырья баромембранными методами.

По своему содержанию и уровню выполнения диссертация соответствует требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции).

Автор диссертационной работы, Гавриш Алексей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 «Пищевые системы».

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой биотехнологии и инжиниринга
Федерального государственного бюджетного
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный экономический университет»,
кандидат технических наук по специальности
05.17.18 – Мембраны и мембранная технология, доцент

«14» мая 2026 г.



Лазарев Владимир Александрович

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45,
тел. 8 (343) 283-11-38
E mail: lazarva@usue.ru

Подпись	<u>В. А. Лазарев</u>
удостоверяю	<u>Е.А. Надеина</u>
Ученый секретарь ученого совета УрГЭУ	

