

В диссертационный совет по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук 24.1.515.01
при ФГАНУ «ВНИМИ»

Всероссийский научно-исследовательский
институт молочной промышленности
г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35к7

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, руководителя отдела физико-химических и биохимических исследований ВНИИМС – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН Логиновой Ирины Вячеславовны
на диссертационную работу Рыскина Дмитрия Сергеевича
«Структурное моделирование рециклинга нереализованной молочной продукции», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы

Актуальность темы

Диссертационная работа Рыскина Д.С. посвящена решению практически значимой задачи сокращения объема пищевых отходов в молочной отрасли за счет разработки интеллектуальных инструментов маршрутизации рециклинга. По данным, представленным в диссертации, ежегодный объем пищевых отходов составляет около 17 млн тонн, при этом нереализованная молочная продукция в силу коротких сроков годности и высокого влагосодержания формирует значительную долю возвратных потоков. Преобладающее направление утилизации – захоронение и уничтожение без извлечения ресурсного потенциала.

Направленность исследования полностью соответствует государственным приоритетам, установленным Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ, Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20), Национальным проектом «Экологическое благополучие» (Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309) и Стратегией научно-технологического развития РФ.

Создание предиктивных инструментов, обеспечивающих автоматизированный выбор технологического маршрута для смешанных молочных систем переменного состава, является актуальной научно-технической задачей, не имеющей на сегодняшний день комплексного решения в отечественной практике.

Степень обоснованности и достоверности результатов

Достоверность результатов обеспечена применением стандартизованных физико-химических, хроматографических (ГЖХ-метил-эфиров жирных кислот, капиллярный электрофорез органических кислот) и статистических методов исследований. Трехкратная повторность экспериментов и обработка данных с использованием дисперсионного анализа

(ANOVA и PERMANOVA) при уровне значимости 0,05 с пост-хок тестом Тьюки обеспечивают воспроизводимость и статистическую надежность полученных данных. Высокие коэффициенты детерминации регрессионных уравнений ($R^2 = 0,898$ для PV; $R^2 = 0,905$ для AV) подтверждают адекватность разработанных математических моделей.

Результаты исследований опубликованы в 4 печатных работах, в том числе 3 статьях в журналах перечня ВАК РФ. Зарегистрировано свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Основные положения диссертации доложены на конференциях различного уровня. Научные положения, представленные в диссертации, обоснованы и подтверждены результатами экспериментальных исследований и производственных испытаний.

Научная новизна

Научная новизна работы состоит в нескольких взаимосвязанных аспектах. Впервые разработана многоуровневая система цифрового профилирования нереализованной молочной продукции на основе каскадного принципа «признак – критерий – желательность», включающая три признака с обоснованными весовыми коэффициентами. По результатам анализа 16 групп молочных продуктов установлен приоритет переработки сливок (0,72), сметаны (0,70) и кефира (0,69).

Новым является разработанный предиктивный подход к моделированию рециклинга, учитывающий динамику деградации жировой фазы смешанных молочных систем. На основе кластерного анализа методом Уорда установлена доминирующая роль исходной матрицы продукта (35% объясненной дисперсии). Выявлены биомаркеры маршрутизации – значения кислотного (AV) и перекисного (PV) чисел, а также профиль летучих жирных кислот, – позволяющие дифференцировать субстраты между тремя маршрутами утилизации. Разработанный цифровой СТО 0023498–022–2025 и зарегистрированное программное обеспечение составляют завершённый инструментарий для реализации системы рециклинга на предприятиях молочной промышленности.

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертационная работа выполнена в соответствии с требованиями ВАК РФ и содержит введение, аналитический обзор, методическую часть, пять глав экспериментальных исследований, основные результаты и выводы, список использованных источников и приложения. Работа изложена на 129 страницах, содержит 18 таблиц, 13 рисунков и 2 приложения; список литературы включает 156 источников. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК РФ.

Введение: обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость. Определена методология, представлена апробация.

Первая глава содержит систематический анализ мирового опыта в области рециклинга пищевых отходов. Рассмотрены иерархические подходы к утилизации, методы валоризации возвратных молочных потоков и применение интеллектуальных систем для управления зацикленной экономикой. Аналитический обзор свидетельствует о широкой эрудиции автора в данной области.

Вторая глава описывает методологию и организацию исследований. Объектами послужили сливки (ГОСТ 31451–2013), сметана (ГОСТ 31452–2012), кефир (ГОСТ 31454–2012) и их бинарные смеси в соотношении 50/50. Применены физико-химические, реологические, хроматографические и статистические методы.

Третья глава посвящена разработке модели цифрового профилирования нереализованной продукции. Особого внимания заслуживает применение метода Саати для определения весовых коэффициентов с привлечением 18 экспертов ($CR = 0,057$). Модель реализована в виде облачного программного обеспечения.

Четвертая глава представляет полнофакторный эксперимент по ускоренному хранению (32 °С, 0–144 ч). Разработаны регрессионные уравнения прогнозирования PV и AV. Введен биомаркер на основе содержания ЛЖК > 1000 мг/л, построена фазовая диаграмма с «тройной точкой» равной рентабельности трех маршрутов (109 ч, pH 5,27).

Пятая глава содержит разработку инвариантной технологической схемы с тремя маршрутами утилизации и ее апробацию на предприятиях молочной промышленности. Экономический расчет для системы сметана+кефир (50/50) при предельном сроке хранения показывает: маршрут «Технический жир + L-лактат» (+5,82 руб./л), анаэробное сбраживание (+1,97 руб./л), кормовая сушка (–2,84 руб./л).

В целом, положения диссертации последовательно аргументированы и подтверждены экспериментальными данными.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

В целом впечатление от диссертационной работы Рыскина Д.С. положительное. Вместе с тем по результатам детального анализа работы к ней имеется ряд вопросов.

1. В разделе 2.3 диссертации для определения условной вязкости образцов указаны ГОСТ 8420-2022 и вискозиметр ВЗ-246. Вместе с тем ГОСТ 8420-2022 носит наименование «Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости» и относится к сфере лакокрасочной промышленности. Каким нормативным документом регламентируется применение вискозиметра ВЗ-246 применительно к пищевым молочным системам?
2. В разделе 2.4 указано совместное применение методов ANOVA и PERMANOVA, однако не разграничены массивы данных, к которым применялся каждый из методов. Принципиальное различие между ними

- состоит в типе обрабатываемых данных: ANOVA предназначен для одномерных откликов, PERMANOVA – для многомерных профилей. К каким конкретно переменным применялся PERMANOVA и чем обоснован его выбор?
3. В разделе 2.5 описывается прогнозное моделирование сырьевых потоков с применением методов машинного обучения, однако архитектура моделей, состав и объем обучающих выборок, а также метрики качества прогнозирования (MAE, RMSE, R^2) в основном тексте не раскрыты. Представляется затруднительным оценить адекватность и обобщающую способность разработанных моделей для данных, выходящих за рамки обучающей выборки.
 4. В разделе 5.2 при описании кормового маршрута указано, что скармливание продукции, содержащей антибиотиков, не допускается. Вместе с тем в перечне применявшихся методов контроль на ингибирующие вещества отсутствует. Каким образом обеспечивается отсутствие антибиотиков в исходном сырье, направляемом на кормовой маршрут?
 5. В главе 4 «тройная точка» равной рентабельности трех маршрутов утилизации определена как координата (109 ч, pH 5,27). Метод ее вычисления – аналитический или численный – в тексте не раскрыт, и не приводится оценка устойчивости данной точки к изменению рыночных цен на конечные продукты переработки. Как изменится положение «тройной точки» при колебании цены технического лактата на $\pm 20\%$?
 6. В разделе 2.5 применение закрытой тары обосновывается необходимостью избежания «катализации фотоиндуцированного прогоркания посредством фотоинициации медь-хлорофиллового комплекса». Медь-хлорофилловый комплекс является синтетической пищевой добавкой (E141) и в молочных продуктах в значимых концентрациях не присутствует; основным фотосенсибилизатором в молочном жире служит рибофлавин. Является ли примененная формулировка терминологической неточностью?

Перечисленные замечания носят частный или дискуссионный характер и ни в коей мере не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение

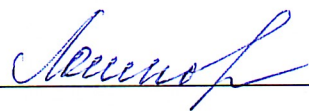
Используемые в работе Рыскина Д.С. современные методы исследований подтверждают высокий научно-методический уровень рассматриваемой диссертации. Результаты, полученные диссертантом, достоверны. Сформулированные положения и выводы обоснованы. Данные, представленные в диссертации, неоднократно докладывались на представительных научных мероприятиях. Опубликованные печатные работы и автореферат правильно отражают содержание диссертации.

По совокупности актуальности, научной новизны, содержания, оформления и практической значимости диссертационная работа Рыскина Дмитрия Сергеевича «Структурное моделирование рециклинга нереализованной молочной продукции» соответствует пп. 3, 19, 35, 36

паспорта специальности 4.3.3 «Пищевые системы», а также требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы.

Официальный оппонент,

Логинова Ирина Вячеславовна



/И.В. Логинова

«10» августа 2026 г.

Адрес: 152613, Ярославская область, г. Углич, ул. Красноармейский бульвар, д. 19

Тел.: +7 (48532) 5-09-43 E-mail: i.loginova@fncps.ru

Место работы: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Должность: руководитель отдела физико-химических и биохимических исследований

Подпись руки

Логиновой Ирины Вячеславовны

подтверждаю отдел кадров



О. А Аристова