

ОТЗЫВ

официального оппонента – профессора факультета биотехнологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», доктора технических наук, профессора **Верболоз Елены Игоревны** на диссертационную работу **Макарова Александра Викторовича** на тему: «Совершенствование способа конвективно-радиационной сушки желатина из отходов рыбопереработки», представленную в совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук диссертаций Д 212.035.01 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Актуальность темы исследований

Учитывая рост объемов вылова и выращивания рыбы и, соответственно, объемов ее переработки, вопросы утилизации отходов рыбопереработки являются важными для пищевой промышленности. Отходы рыбопереработки богаты коллагеном и перспективны в качестве источника сырья для производства желатина. Желатин – востребованный в различных отраслях промышленности коллаген. Желатин, получаемый из рыбного сырья, является уникальным и широко востребованным продуктом, который обладает ценными свойствами. Для развития производств желатина необходимы разработка и внедрение обоснованных ресурсо- и энергосберегающих технических решений, позволяющих интенсифицировать производство, снизить себестоимость при сохранении высокого качества готового продукта.

Диссертационная работа посвящена совершенствованию способа конвективно-радиационной сушки желатина из отходов рыбопереработки за счет изучения и анализа физико-химических свойств концентратов желатина, моделирования и анализа процессов тепломассообмена, разработки

рационального режима обезвоживания и конструкции сушильной установки. Решение поставленных задач дает возможность усовершенствовать существующие и создать новые промышленные производства желатина из нетрадиционного коллагенсодержащего сырья.

Стоит отметить, что исследования выполнялись в соответствии с тематическим планом НИОКР в рамках государственного задания и согласно плану научно-исследовательской работы кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет».

Таким образом, считаю, что диссертационная работа является актуальной и имеет важное теоретическое и прикладное значение.

Цель диссертационной работы – совершенствование способа конвективно-радиационной сушки желатина из отходов рыбопереработки за счет изучения и анализа физико-химических свойств концентратов желатина, моделирования и анализа процессов тепломассообмена, разработки рационального режима обезвоживания и конструкции сушильной установки.

Научная новизна

Автором установлены и проанализированы функциональные зависимости для расчета структурно-механических, теплофизических и гигроскопических характеристик концентратов желатина из отходов переработки рыбы. Исследованы сорбционные явления при контакте концентратов желатина из отходов переработки рыбы с водой и установлены соответствующие математические зависимости для оценки видов и энергий связи влаги с сухими веществами экстракта.

В ходе комплекса исследований установлены кинетические закономерности тепломассопереноса при конвективно-радиационной сушке вспененного бульона желатина. Реализована математическая модель внутреннего тепломассопереноса при конвективно-радиационной сушке желатинового бульона с учетом свойств материала, технологических,

термодинамических параметров процесса и кинетических закономерностей влагоудаления.

Макаровым А.В. выполнен анализ удельных затрат тепловой энергии на сушку желатина из отходов рыбопереработки с учетом термодинамических потерь тепла и проанализированы внутренний тепломассоперенос и фазовые превращения в процессе сушки вспененного бульона желатина.

Практическая значимость работы

В ходе комплекса теоретических и экспериментальных исследований рекомендован способ сушки желатинового бульона и разработан рациональный режим. Разработана конструкция комплексной конвективно-радиационной сушильной установки и получен патент на полезную модель 195336 РФ для практического внедрения.

Разработаны и апробированы рекомендации по практическому использованию результаты проектно-технических решений и научных исследований. ООО «БИОПОЛИМЕР-НЕО», АО «ОРЕЛПРОДУКТ», ООО «Инновационные технологии продуктов питания», «ПКФ «АСТРАХАНСКИЕ КОНСЕРВЫ», ООО «ЭЛЕКТРОН», ООО «ЛАГУНА PPP» и Ассоциация Астраханских рестораторов и кулинаров внедрили и используют результаты и рекомендации диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Научные выводы и рекомендации, получены при исследовании поставленных проблем и базируются на основополагающих физических закономерностях. Степень достоверности полученных данных подтверждается применением апробированных современных эмпирических методических подходов, тщательной проработкой опубликованных в данной области материалов, обоснованной опытной серией, а также публикацией материалов, отражающих суть исследования. Выявленные расчетные зависимости протестированы эмпирически при усредненной погрешности не более 10-12%.

Оценка содержания работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов и заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 147 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц, 31 рисунок, список литературы из 158 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. Приложения на 18 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость исследований. Поставлена цель и сформулированы задачи диссертационной работы.

В первой главе дана общая характеристика сырья и конечному продукту, проанализированы традиционные технологии получения желатина, рассмотрены перспективы производства и области использования желатина, а также исследованы перспективы использования коллагенсодержащего рыбного сырья для его производства. Значительное внимание было уделено исследованию традиционных способов и конструкторских решений для сушки желатиновых бульонов и намечены пути интенсификации процесса. Предложена проблемно - концептуальная схема исследований.

Во второй главе изложены результаты анализа оптических и терморadiационных, гигроскопических и теплофизических свойств концентратов желатинового бульона из отходов переработки рыбы как объекта сушки.

В третьей главе приведены результаты экспериментально-аналитических исследований кинетики процесса сушки желатинового бульона и анализа тепломассообменных процессов. Рекомендован способ конвективно-радиационной пеносушки желатинового бульона и разработан рациональный режим его реализации.

В четвертой главе представлены результаты математического моделирования тепломассопереноса при конвективно-радиационной пеносушке желатинового бульона. Математическая модель основана на решении методом конечных разностей дифференциального уравнения

переноса тепла с учетом кинетики процесса сушки, свойств материала, термодинамических параметров и др.

В пятой главе рассмотрены вопросы практического применения результатов научных исследований и проектно-технических решений. Предложена конструкция комплексной конвективно-радиационной сушильной установки. Доказано, что разработанный способ обезвоживания дает возможность интенсифицировать процесс сушки при сохранении качественных параметров готовой продукции, что подтверждено качественным анализом. Представлена информация о промышленном внедрении и практическом использовании результатов исследований на предприятиях отрасли.

Выводы отражают основные результаты диссертационной работы.

В приложении представлены программа для ЭВМ, результаты исследований и анализа качественных показателей продукции, а также материалы, подтверждающие практическое внедрение результатов работы.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 4 статьи в журналах рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент РФ.

Соответствие автореферата основным положениям

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Работа соответствует п. 2, 3 и 4 паспорта специальности 05.18.12 - «Процессы и аппараты пищевых производств».

Степень завершенности

Диссертационная работа Макарова А.В. представляет собой завершенное научное исследование. Диссертация обладает логическим единством, все ее элементы служат достижению цели.

Замечания к диссертации:

1) Разработанный автором в ходе исследований рациональный режим сушки желатина из отходов рыбопереработки, очевидно, требует корректировки для организации процессов промышленного выпуска продукции.

2) Необходимо обосновать выбор диапазона варьирования температуры продукта при исследовании его гигроскопических характеристик.

3) В качестве основных факторов, влияющих на удельный выход сухого желатина с единицы площади рабочей поверхности в единицу времени при конвективно-радиационном энергоподводе и различной плотности теплового потока (глава 3), были приняты начальный диаметр штранга пены и начальная влажность вспененного желатинового бульона. Считаю это недостаточным, необходимо в план эксперимента ввести ряд других факторов, например, начальную температуру бульона и т.д.

4) Автором получены зависимости для плотности концентратов желатина, дополнительно, следовало бы изучить вязкость продукта, поскольку этот параметр требуется учитывать при выборе способа нанесения материала на рабочую поверхность в сушильной камере.

5) В библиографическом списке встречаются устаревшие литературные источники.

6) По тексту диссертации имеются орфографические и синтаксические ошибки, стилистические неточности и опечатки.

Приведенные замечания носят больше рекомендательный характер для дальнейших исследований и не снижают ценности и общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

Заключение

Диссертационная работа *Макарова Александра Викторовича* на тему: «Совершенствование способа конвективно-радиационной сушки желатина из

отходов рыбопереработки» представляет собой актуальное и завершённое научное исследование. В работе представлены обоснованные решения для совершенствования способа конвективно-радиационной сушки желатина из отходов рыбопереработки, внедрение которых внесет значительный вклад для развития существующих и создания новых промышленных производств желатина. Диссертация соответствует профилю специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученой степени», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор *Макаров Александр Викторович* заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Официальный оппонент:

Профессор факультета биотехнологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»
доктор технических наук, профессор

Верболоз
Елена Игоревна

« ___ » _____ 2020 г.

Россия, 197101, Санкт-Петербург,
Кронверкский пр., д. 49, литер А
eiverboloz@itmo.ru
+7 (812) 572-18-99

Подпись доктора технических наук, профессора Верболоз Елены Игоревны заверяю. Директор мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем, доктор технических наук, профессор



И.В. Баранов