

## **Отзыв официального оппонента**

о диссертационной работе

**Брюханова Максима Андреевича**

на тему **«Разработка технологии вакуумной сушки полутвердых сыров с различными способами подвода теплоты»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 - **Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств**

Рецензируемая научная работа состоит из введения, трех глав, включающих литературный обзор, организацию экспериментов и методы исследований, результаты экспериментальных исследований, а также выводы, список литературы и приложения. Список литературы насчитывает 151 источник. Основной текст работы изложен на 147 страницах, включая список использованной литературы и выводы. Работа содержит 25 таблиц и 55 рисунков. Анализ текста диссертации и автореферата Брюханова Максима Андреевича позволил дать следующий отзыв.

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

В настоящее время наблюдается необходимость в качественных преобразованиях техники и технологий пищевой промышленности для обеспечения экономического роста производства и повышения рентабельности предприятий. Разработка новых технологий и совершенствование уже имеющихся должна проводиться с обязательным учетом влияния технологических факторов на степень сохранности термолабильных компонентов продуктов.

Сыры являются ценным источником микронутриентов и содержат в себе большое количество липидов, белков, витаминов, минеральных солей и

незаменимых аминокислот. Это концентрированный, легкоусвояемый белковый продукт, который к тому же обладает хорошими органолептическими свойствами. Сыр рекомендуется потреблять людям различных возрастов и занятым разными видами труда. Его включают в рацион питания больных диабетом, хроническим гепатитом, при малокровии и других заболеваниях. Относительно высокое содержание влаги в нем обуславливает низкие сроки хранения в свежем виде.

Решить данную проблему можно за счет вакуумной сушки. По сравнению с другими видами сушки вакуумная дает возможность интенсифицировать удаление влаги за счет создания разряжения в камере, что позволяет осуществлять процесс при невысокой температуре и сократить продолжительность обезвоживания. Множеством исследований была научно доказана эффективность использования вакуумной сушки для ряда пищевых продуктов. При этом на эффективность вакуумной сушки влияет множество факторов, одним из которых является способ подвода теплоты.

Под способом подвода теплоты подразумевают тип используемого устройства для нагрева продукта, а также его режимы работы. Рассматривая вакуумную инфракрасную сушку можно отметить не только температуру нагрева и плотность теплового потока, но и длину волны излучения, а также расположение сушильных ламп относительно продукта. Последние два параметра изучены довольно слабо, поэтому автором была выбрана актуальная и востребованная тема диссертационного исследования, направленная на подбор эффективных параметров вакуумной инфракрасной сушки полутвердых сыров, включая способ подвода теплоты.

Актуальность темы диссертационного исследований обусловлена также востребованностью сухих сыров в ряде сегментов потребительского рынка пищевых продуктов. Так, например, весьма остро ощущается нехватка молока и молочных продуктов в Закавказье, на Крайнем Севере и Дальнем

Востоке. Для туристов сухие сыры это идеальный вариант, потому что сухие продукты долго хранятся, занимают минимум места, быстро готовятся, к тому же эти продукты очень питательны.

### **Новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

На основе большого объема проведенных исследований автором были выявлены наиболее эффективные режимы вакуумной сушки полутвердых сыров, такие как температура, остаточное давление, плотность теплового потока, толщина слоя сушки, а также способ подвода теплоты. Автором было научно обоснованы режимы трехстадийной вакуумной сушки с изменением длины волны излучателя. Проанализированы формы связи влаги в сырах, сорбционные свойства сухих сыров, а также микроструктура сыров до и после вакуумной сушки. Исследованы усадочные явления в процессе сушки, получены математические уравнения, позволяющие определить линейную усадку сыров при различном содержании влаги.

Автор провел анализ влияния длины волны излучения на распределение температуры по объему кусочков продукта, изучил кинетику процесса сушки при изменении типа сушильных ламп с различной длиной волны в ходе обезвоживания. На основе исследований предложен способ многоступенчатой сушки обеспечивает последовательный прогрев продукта от периферии к центру и удаление влаги из всего объема.

На основании проведенных исследований автором была разработана технологическая схема производства сухих сырных продуктов методом вакуумной сушки, были сформулированы выводы, которые в краткой форме отражают суть работы.

## **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Выводы опираются строго на результаты экспериментальных исследований. Основные результаты диссертации отражены в семи выводах, которые в достаточной степени передают достижения соискателя.

Достоверность выводов опирается на большой объем проведенных исследований, позволяющих обоснованно сформулировать выводы а также использованием методов математического анализа, с помощью которого автором удалось вывести уравнения, позволяющие рассчитать содержание влаги в полутвердых сырах в любой момент времени вакуумной сушки. Собранные автором данные исследований включают графики зависимости массы продукта от продолжительности сушки, температуры нагрева, остаточного давления, плотности теплового потока, толщине слоя сушки, длины волны излучателя, расположения сушильных ламп, а также дериватограммы, фотографии микроструктуры сыров, полученные под электронным микроскопом и др.

## **Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям**

Работа соискателя направлена на разработку эффективной технологии сушки сыров, обеспечивающей снижение продолжительности и энергозатрат на данный процесс. Это позволит повысить эффективность выработки сухих продуктов и повысить рентабельность производства. Поэтому заявленная тема является важной и должна решаться на основе научных исследований.

Соискателем были решены все поставленные задачи, поэтому можно считать рецензируемую работу полностью законченным научным исследованием, имеющим практическую ценность. Обработка результатов

исследований была выполнена на хорошем уровне. Автором были четко сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Основные положения докладывались автором на всероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах и семинарах, проводимых в г. Кемерово, Уфе, Новокузнецке, Праге и других городах.

По результатам диссертационного исследования автором были опубликованы 11 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, получено 2 патента РФ.

Таким образом, работа соискателя соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

### **Замечания**

В процессе анализа данной работы возникли следующие замечания:

1. Не проведены исследования по определению сроков годности сухих сыров. Поскольку главная задача сушки – удалить избыточную влагу и повысить сроки хранения, то данный показатель является важным, на что следовало обратить внимание.

2. На рис. 2.1 на схеме не приведен блок по разработке технологии вакуумной сушки сыров.

3. Не указан метод математического анализа при получении уравнений регрессии, описывающих изменение влагосодержание полутвердых сыров в ходе сушки.

4. Желательно было указать технические характеристики используемых сушильных ламп.

5. При сушке сыров происходит не только удаление влаги, но и вытапливание жира наружу, что ведет к уменьшению массы кусочков сыра. Однако из описаний методики проведения экспериментов следует, что в опытах данный фактор не учитывался, так как замерялся вес всего поддона с

продуктом. Поэтому реальная масса кусочков сыра меньше чем показывает датчик массы, что следовало учесть.

6. Возможно, следовало бы изучить сушку продукта, измельченного не только в виде «кубиков», но и, например, в форме пластин, параллелепипеда и др.

7. Не указано в каких повторностях проводили исследования по вакуумной сушке с одними и теми же режимами.

Указанные замечания носят в основном дискуссионный характер и не снижают научной ценности проведенного автором исследования.

### **Заключение**

Соискателем было выбрано важное направление исследований – совершенствование технологии вакуумной сушки пищевого сырья. В рамках данного направления автор актуально поднимает вопрос о влиянии длины волны сушильных ламп на кинетику процесса и распределение температурного поля в обезвоживаемом продукте. Разработанный автором принцип многостадийной сушки с изменением длины волны излучения может использоваться для обезвоживания не только сыров, но и других видов пищевых продуктов.

В работе в умеренном количестве использовать иллюстративный материал, облегчающий восприятие результатов исследований. Выводы являются достоверными и обоснованными. Автором был опубликован ряд работ, которые в полной мере отражают результаты диссертации. Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

Таким образом, считаю, что диссертационная работа Брюханова Максима Андреевича на тему «Разработка технологии вакуумной сушки полутвердых сыров с различными способами подвода теплоты» соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых

степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями от 11 сентября 2021 г.), предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 - Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,

профессор кафедры теплохладотехники

ФГБОУ ВО Кемеровский

государственный университет



Расцепкин Александр Николаевич

Расцепкин Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент

Шифр по докторской специальности 05.18.04 - Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет».

Адрес: 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Телефон/факс: 8 (384-2) 58-38-85. E-mail: technoholod@mail ru.

