

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента Харенко Елены Николаевны, доктора технических наук, доцента**

**на диссертационную работу Тимаковой Розы Темерьяновны «Научно-практические аспекты идентификации и обеспечения сохраняемости пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)**

**Актуальность исследований.** Вопросы сохранения пищевого сырья и продуктов его переработки в общемировом масштабе относятся к значимым аспектам обеспечения продовольственной безопасности, что предопределяет поиск эффективных технологий. В XX веке наряду с развитием ядерных технологий в энергетике, военной промышленности и в медицине, учеными предложена принципиально новая технология – обработка пищевой продукции ионизирующим излучением, что позволяет предотвратить определенные нежелательные процессы, влияющие на качество и безопасность пищевых продуктов при хранении. С 80-х годов прошлого столетия за рубежом действуют радиационные центры по обработке продукции животного и растительного происхождения, в которых процедура облучения пищевых продуктов и дозиметрии регламентированы нормативными документами. В России только открываются первые центры, где осуществляется обработка ионизирующим излучением. При этом нормативными документами не регламентированы оптимальные дозы излучения для различных видов пищевых продуктов, обеспечивающие безопасность. Учитывая вышеизложенное, представляются актуальными исследования, проведенные автором, в частности, разработка методики количественного определения поглощенной дозы дифференцированными частями пищевой продукции и ее идентификации после обработки разными дозами излучения, изучение вопросов продления сроков годности.

**Научная новизна и достоверность выводов.** Научная новизна работы определяется разработанными автором методикой пробоподготовки и методикой количественного определения поглощенной дозы ионизирующего излучения по дифференцированным частям разных видов пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением.

Научно обоснована возможность проведения качественной и количественной идентификации обработанной разными дозами ионизирующего излучения пищевой продукции, на примере мясного сырья и объекта аквакультуры (карпа), плодов свежих и пряностей молотых, с помощью метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) через 12-18 месяцев хранения.

Установлена с высокой степенью достоверности зависимость параметров ЭПР-сигнала от дозы излучения, поглощенной дозы – от дозы излучения и площади ЭПР-сигнала.

Спроектированы математические модели для расчета поверхностной поглощенной дозы ионизирующего излучения в зависимости от технологических параметров и вида пищевой продукции.

Доказана эффективность технологии обработки ионизирующим излучением для продления сроков годности пищевой продукции, ее безопасности и возможность идентификации пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением.

**Теоретическая и практическая значимость.** Теоретическая значимость определяется разработкой методологии идентификации пищевой продукции, ранее обработанной ионизирующим излучением. Обоснованием зависимости параметров ЭПР-сигнала от дозы излучения, поглощенной дозы – от дозы излучения и площади ЭПР-сигнала. Установлением положительного влияния ионизирующего излучения на сохраняемость и увеличение срока годности пищевой продукции. Доказанным отсутствием острого токсического действия на организм мышей включенной в пищевой рацион продукции, обработанной ионизирующим облучением.

Практическая значимость заключается в разработке методики пробоподготовки и методики расчета поглощенной дозы ионизирующего излучения. Доказана эффективность обработки ионизирующим излучением пищевой продукции. Экспериментальным путем обосновано пролонгирование сроков годности. Результаты исследований использованы при разработке технических условий (11 ТУ, Приложение В) и проектов ГОСТ, разработанных Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации 534 «Обеспечение безопасности сельскохозяйственной продукции и продовольственного сырья на основе принципов НАССР» (6 проектов, приложение Г).

Приведенные в диссертационной работе результаты экспериментальных исследований по применению ионизирующего излучения для обработки пищевых продуктов животного и растительного происхождения представляют собой новые научно-теоретические и экспериментальные данные, имеющие важное значение для органов по стандартизации, надзорных органов в области обеспечения безопасности и качества пищевой продукции, предприятий АПК, центров по обработке ионизирующим излучением пищевой продукции и для органов таможенного контроля.

Результаты исследований используются в учебном процессе на кафедре пищевой инженерии для студентов направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Уральского государственного экономического университета.

**Оценка содержания диссертации.** Диссертационная работа изложена на 371 странице машинописного текста, состоит из введения, аналитического обзора, описания объектов и методов исследования, четырех глав

собственных практических исследования, заключения, списка литературы и приложений.

Во *введении* обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна, дана характеристика теоретической и практической значимости работы.

В *первой главе* работы «Концептуальный подход к выбору радиационных технологий для обработки продовольственного сырья и пищевых продуктов» обосновано применение обработки пищевых продуктов ионизирующим излучением. Представлены аналитические данные сравнительной оценки зарубежной и отечественной нормативной базы, регламентирующей процедурные процессы обработки и методы идентификации, включая метод ЭПР. В нормативных документах не в полной мере учтены технические возможности современного оборудования для качественной идентификации, отсутствуют методики количественной идентификации.

Во *второй главе* диссертационной работы «Организация эксперимента, объекты и методы исследования» представлено обоснование направлений исследований, объектов исследований, методов исследования, дано описание организации проведения экспериментальных исследований.

В *третьей главе* «Качественная и количественная идентификация пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, с использованием метода ЭПР» представлены экспериментальные данные по качественной и количественной идентификации разных видов пищевой продукции, обработанной разными дозами ионизирующего излучения. Представлены математические модели поверхностной поглощенной дозы ионизирующего излучения для разных видов пищевых продуктов и графически результаты интерпретированы по профилям поверхностной поглощенной дозы технологической загрузки. Разработаны методика пробоподготовки для разных видов пищевых продуктов и методика количественного определения поглощенной дозы по разным составным частям пищевых продуктов. Установлена зависимость параметров ЭПР-сигнала от величины дозы излучения, представленная в виде полиномиальных моделей ЭПР-спектров с установленными коэффициентами аппроксимации.

В *четвертой главе* «Исследование влияния ионизирующего излучения на сохраняемость пищевой продукции животного происхождения» обоснована безопасность мясного сырья и карпа обыкновенного (объект аквакультуры), обработанных разными дозами ионизирующего излучения, на разных сроках хранения. Представлены данные по товароведной оценке мясного сырья и карпа, пищевой ценности, аминокислотному и жирнокислотному составу, исследованы показатели свежести и микробиологические показатели, определяющие эффективность обработки ионизирующим излучением. Впервые проведены исследования по оценке теплофизических свойств мясного сырья и карпа, обработанных ионизирующим излучением, на опытной установке; полученные результаты

имеют практическое значение при дальнейшем использовании такого сырья. Проведено исследование антиоксидантной активности потенциометрическим методом с использованием медиаторной системы. Предложены оптимальные дозы ионизирующего излучения, обеспечивающие продление сроков годности и сохранения качества пищевых продуктов.

В *пятой главе* «Исследование влияния ионизирующего излучения на сохраняемость пищевой продукции растительного происхождения» приведены результаты комплексной оценки показателей качества пряностей и яблок свежих, обработанных разными дозами ионизирующего излучения, на разных сроках хранения (органолептическая оценка; химический состав, в том числе для яблок – содержание витамина С, являющегося мощным антиоксидантом; антиоксидантная активность; микробиологические показатели; токсические вещества). Обосновано применение доз ионизирующего излучения, обеспечивающих безопасность и продление сроков годности.

В *шестой главе* «Исследование острой токсичности и безопасности пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, на примере мясного сырья» представлены результаты оценки безопасности пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, по результатам исследований на лабораторных животных.

Структура диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук. Автореферат диссертации Тимаковой Р.Т. полностью отражает содержание диссертации, включает все основные результаты исследований, полученных соискателем. Противоречия и разночтения отсутствуют. Материалы публикаций автора полностью согласуются с содержанием диссертационной работы и автореферата.

### **Замечания по работе:**

1. В 1 главе п. 1.2. «Характеристика и теоретическое обоснование применения радиационных технологий для обработки продовольственного сырья и пищевых продуктов» представлен обзор эффективности применения технологий, использующих ионизирующее излучение, на основании данных по влиянию на микробиологическую безопасность, химический состав и биологическую ценность продуктов, но отсутствует теоретическое обоснование биохимических процессов, объясняющих природу этого воздействия. Если это не входило в задачи исследований, то в чем тогда заключается теоретическое обоснование?

2. Автор ссылается на ГОСТ 34154-2017 «Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов», в котором представлены дозы излучения, используемые для сокращения популяции микробов и паразитов в водных беспозвоночных и рыбах. При этом облучаемый продукт должен быть не зараженным и не заселенным паразитами. Возможное повышение микробной обсемененности при нарушении условий хранения продукции не вызывает

сомнения, и ее подавление оправдано. Но каким образом могут появиться паразиты в продукции из рыбы при хранении, подлежащие подавлению излучением, вызывает вопросы. Хотелось бы услышать мнение автора по этому поводу.

3. В качестве одного из объектов исследований является карп обыкновенный охлажденный. Полученные данные не позволяют распространить в целом на рыбное сырье и продукцию из него установленные параметры ионизирующего излучения (Заключение п.5 на 302 стр. диссертации – «увеличение срока годности продукции животного происхождения»). Известно, что у рыбы, как добываемой в морских и пресноводных водах, так и объектах аквакультуры, а промысловых более 700 видов, различны размерно-массовые характеристики, теххимические свойства, морфометрические и морфологические характеристики, в т.ч. чешуя (плакоидная, ганоидная, циклоидная и ктеноидная). Например, у карпа обыкновенного циклоидная чешуя, а у зеркального карпа практически нет чешуи, соответственно режимы излучения вероятнее всего должны быть разные даже для одного вида рыбы.

4. Автор в работе использует термины «облученный», «радиационно-обработанный», «обработанный ионизирующим излучением» – необходимо дать пояснения по использованию этих терминов, поскольку в литературном обзоре рекомендовано упорядочить понятийный аппарат в этой области.

5. Свинина и говядина разделяется на категории и классы в зависимости от массовой доли жира и мышечной ткани, что оказывает влияние на скорость окислительных процессов. Поясните, какая категория и класс свинины и говядины использованы в работе, и как это влияет на дозы ионизирующего излучения?

6. В таблице 11 главы 4 пп.4.1.1, а также Приложение И показано изменение цвета поверхности говядины и свинины охлажденной, с повышением дозы облучения, от светло-красного до темно красного и от светло-розового до темно-розового. Какими биохимическими процессами автор может объяснить изменение цвета поверхности объектов исследования, особенно при дозах облучения 10, 12 кГр?

7. На стр. 163, 167 диссертации указано, что через 12 месяцев облучения интенсивность ЭПР-сигналов сохраняется в образцах свежих яблок, кожицы обработанных яблок, рыбы охлажденной. В каких условиях хранили образцы для получения достоверных результатов? И можно ли называть через 12 месяцев хранения яблоки свежими, а рыбу охлажденной?

8. В главе 4 п.4.1.2. стр. 187 диссертации отмечается снижение содержания жира в образцах мясного сырья обработанного различными

дозами ионизирующего излучения при хранении 39 суток. Автор объясняет это разрушением триглицеридов и накоплением свободных жирных кислот. Однако не представлен фракционный состав липидов, позволяющий сделать такое заключение. Кроме того, не понятно, как изменение фракционного состава липидов продукта влияет на общее содержание жира и почему выбрано 39 суток хранения?

9. В главе 4 в пунктах 4.1.6, 4.2.5 и 5.2.4 приведены данные по исследованию изменения антиоксидантной активности (АОА) в пищевых продуктах животного и растительного происхождения, обработанных ионизирующим излучением и выявлен отрицательный тренд данного показателя с увеличением дозы облучения. Поясните, как влияет на сроки годности пищевых продуктов снижение антиоксидантной активности при обработке ионизирующим излучением?

10. В соответствии с п. 20 ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» - «не допускается реализация пищевой рыбной продукции, употребляемой в пищу, части которой поражены видимыми паразитами». Производитель должен гарантировать отсутствие в рыбной продукции живых личинок гельминтов, которые могут представлять угрозу для жизни и здоровья потребителей. Конкретные режимы обеззараживания представлены в СанПиН 3.2.3215-14 "Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации" (с изменениями на 29 декабря 2015 года). Могут ли обеспечить нежизнеспособность гельминтов в рыбе разработанные автором режимы ионизирующего излучения?

### **Заключение о соответствии диссертационной работы критериям Положения о присуждении ученых степеней.**

Диссертационная работа **Тимаковой Розы Темерьяновны** «Научно-практические аспекты идентификации и обеспечения сохранности пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением» соответствует Паспорту научной специальности ВАК РФ 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки).

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, научно-теоретической и практической значимостью, является законченным научным трудом, выполненном на высоком профессиональном уровне. Выносимые на защиту положения имеют однозначные формулировки. Выводы не вызывают сомнений, отличаются своей логичностью и вытекают из результатов проведенных автором исследований.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Тимаковой Розы Темерьяновны соответствует требованиям Положения о

присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Тимакова Роза Темерьяновна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки).

Заместитель директора по научной работе  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства и океанографии»,  
доктор технических наук, доцент

28.10.2020

Е.Н. Харенко

107140, Россия, г. Москва, Верхняя Красносельская, д. 17  
Телефон: +7 (499) 264-9387; +7 (499) 264-9265  
e-mail: harenko@vniro.ru

Подпись заверяю  
Ученый секретарь  
ФГБНУ «ВНИРО»



*М.В. Ситникова*

*/М.В. Ситникова/*