

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Елисейевой Людмилы Геннадьевны 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 темы диссертационной работы.** Создание и внедрение современных технологий хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, а также разработка современных методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия входит в задачи Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. В связи с этим, необходимо научное и практическое обоснование широкого внедрения радиационных технологий хранения, путем обработки ускоренными электронами продовольственного сырья и пищевых продуктов. Вопросы идентификации пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением определяет необходимость разработки методик количественного определения поглощенных доз излучения.

В связи с этим, проведение исследований, направленных на обоснование безопасности и продолжительности хранения пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением, и определения поглощенных доз ионизирующего излучения разными видами пищевой продукции является актуальным и перспективным направлением научных исследований.

Несомненно важной проблемой является разработка методики идентификации пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением.

### **Содержание диссертационной работы и ее завершенности**

Диссертационная работа изложена на 371 странице, содержит 81 рисунок и 57 таблиц, 15 приложений, список литературы включает в себя 534 источника, из них 225 зарубежных. Структура работы, определяемая схемой исследования, отличается своей логичной последовательностью и сопоставимостью, что позволяет обосновать целесообразность и безопасность применяемых доз ионизирующего излучения для обработки пищевых продуктов.

Во **введении** сформулирована актуальность темы, поставлена цель работы и сформулированы задачи диссертационного исследования, определена научная новизна, обоснована теоретическая и практическая ценность полученных результатов исследований, что свидетельствует о личном вкладе автора работы в проведение эксперимента и анализ полученных результатов исследований.

В *первой главе* «Концептуальный подход к выбору радиационных технологий для обработки продовольственного сырья и пищевых продуктов» проанализированы литературные, патентные и нормативные документы по вопросам применения ионизирующего излучения для обработки пищевых продуктов ионизирующим излучением и последующей идентификации, в том числе методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). По результатам сравнительного исследования зарубежных и отечественных стандартов автором установлена их тождественность, в тоже время отмечается их теоретико-повествовательный характер. Так, установление факта облучения осуществляется только путем визуализации и сопоставления с представленными в стандартах рисунками ЭПР-сигналов, не учитываются возможности адаптации специализированных программ к современным ЭПР-спектрометрам; в стандартах отсутствует единая терминология и применяется разное толкование общеупотребительных терминов, например «доза излучения» «поглощенная доза излучения» в нормативной и исследовательской литературе. Проведенный анализ позволил обосновано сформулировать цель и задачи собственного эксперимента.

Во *второй главе* «Организация эксперимента, объекты и методы исследования» представлена схема экспериментальных исследований, обоснован выбор объектов и методов исследования. Методы исследований выбраны в соответствии с рекомендациями стандартов. Описаны принципы действия и методика измерения при использовании облучателя УЭЛР-10-10С, ЭПР-спектрометра, опытная установка для исследования теплофизических свойств исследуемых объектов.

В *третьей главе* работы «Качественная и количественная идентификация пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, с использованием метода ЭПР» автор приводит графический материал по исследованию основных параметров ЭПР-спектра по составным частям разных видов пищевых продуктов с последующим его анализом для установления зависимости их численных значений от дозы ионизирующего излучения в виде полиномиальных моделей ЭПР-спектров. Представлены результаты по выполнению прогнозного моделирования поверхностной поглощенной дозы ионизирующего излучения для разных видов пищевых продуктов, отличающихся своей структурной неоднородностью. Представлена разработанная автором методика пробоподготовки для разных видов пищевых продуктов, подтверждена достоверность результатов, полученных при повторных исследованиях. Соискателем впервые разработана методика количественного определения поглощенной дозы, показано, что численное значение поглощенной дозы ионизирующего излучения с высокой степенью достоверности зависит от дозы излучения и площади ЭПР-спектра.

В *четвертой главе* работы «Исследование влияния ионизирующего излучения на сохраняемость пищевой продукции животного происхождения» приведены результаты органолептической оценки, исследования пищевой и биологической ценности. Рассчитаны показатели качественной оценки

сбалансированности аминокислотного состава белка. По показателям свежести (аминоаммиачный азот, перекисное число, кислотное число) и микробиологическим показателям обоснована безопасность пищевой продукции животного происхождения, обработанной разными дозами ионизирующего излучения, в процессе ее хранения. Впервые проведены исследования, характеризующие влияние ионизирующего облучения на антиоксидантную активность продукции животного происхождения.

По результатам исследования теплофизических свойств мясного и рыбного сырья, анализа изменения состава основных нутриентов разработаны рекомендации по регламентации использования режимов ионизирующего облучения в перерабатывающей промышленности. На основании полученных экспериментальных данных обоснованы оптимальные дозы ионизирующего излучения, обеспечивающие безопасность продукции и продление их сроков годности. Полученные результаты соответствуют рекомендациям, представленным в стандартах Кодекса Алиментариуса.

**В пятой главе** «Исследование влияния ионизирующего излучения на сохраняемость пищевой продукции растительного происхождения» представлены данные товароведной оценки качества пряностей и яблок свежих, обработанных разными дозами ионизирующего излучения, изучена динамика показателей, характеризующих лежкоспособность продукции в процессе хранения. Изучено влияние разных доз ионизирующего излучения на показатели потребительских свойств и некоторые показатели химического состава и изучена эффективность обработки. Для установления оптимальных доз излучения для яблок свежих учтены результаты изменения антиоксидантной активности, а также содержания витамина С, как одного из важных антиоксидантов. Экспериментально обоснованы безопасные дозы ионизирующего излучения для сохранения качества и продления сроков хранения свежих плодов яблок сорта Ренет Симиренко.

**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 данным доклинических исследований на лабораторных животных.

**В заключении** сделаны выводы по поставленным в диссертационной работе задачам.

Диссертационная работа включает в себя все основные компоненты самостоятельного научного исследования и может считаться законченным научным трудом.

Структура представленной 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, выводы и рекомендации. Результаты

исследований в полной мере отражены в публикациях по теме данной диссертационной работы.

### **Новизна научных исследований, обоснованность и достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны согласно пунктам 3,4,5 и 9 Паспорта специальности 05.18.15:

- предложена методика пробоподготовки для разных видов пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, по составным частям;
- обоснована методика количественного определения поглощенной дозы ионизирующего излучения по расчетной формуле;
- установлена зависимость параметров ЭПР-сигнала от дозы излучения и поглощенной дозы от дозы излучения и площади ЭПР-сигнала для разных видов пищевых продуктов по образцам костной и мышечной ткани для мясного и рыбного сырья, по образцам кожи с чешуей – для рыбного сырья, по образцам кожицы – для яблок, по образцам молотых плодов пряностей;
- предложены математические модели для расчета поверхностной поглощенной дозы ионизирующего излучения в зависимости от технологических параметров при облучении и вида пищевой продукции;
- по данным комплексной оценки качества пищевой продукции животного и растительного происхождения, обработанных ионизирующим излучением, в процессе хранения научно обоснованы и экспериментально подтверждены оптимальные дозы ионизирующего излучения для разных видов пищевых продуктов, обеспечивающих увеличение сроков годности;
- экспериментальным путем доказана безопасность пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, на лабораторных животных *in vivo*.

Основные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе Тимаковой Р.Т., теоретически обоснованы, соответствуют известным теоретическим данным отечественных и зарубежных исследователей, соискателем подтверждена воспроизводимость полученных результатов экспериментальных исследований.

Обоснованность предложенных автором методик, научных положений, представленных выводов и рекомендаций подтверждены комплексным подходом при решения поставленных задач.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается полученными результатами комплексных исследований с применением современных стандартных и модифицированных методов исследований. Представленные выводы научно обоснованы и согласуются с результатами экспериментальных исследований. Рекомендации имеют практическую значимость для государственных надзорных органов в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья и контроля ввозимой на территорию РФ пищевой продукции, обработанной ионизирующим облучением.

Результаты исследований и выводы обоснованы и имеют достоверный характер, что подтверждается патентными, теоретическими и



экспериментальными исследованиями, полученных с использованием современного исследовательского оборудования с обработкой данных органолептическими и физико-химическими методами и методами вариационной статистики и стандартными компьютерными программами.

Результаты исследований апробированы и используются в учебном процессе для студентов по направлениям подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» в УрГЭУ.

### **Значимость результатов исследований**

Результаты диссертационных исследований отличаются своей теоретико-методологической значимостью. Разработанная автором методика пробоподготовки и методика количественного определения поглощенных доз может быть использована при разработке нормативной документации в области обработки ионизирующим излучением пищевых продуктов.

Практическая значимость заключается:

- в воспроизводимости результатов исследований в соответствии с разработанными методиками пробоподготовки и расчета поглощенной дозы ионизирующего излучения;

- в использовании результатов экспериментальных исследований по установлению оптимальных доз ионизирующего излучения, что нашло подтверждение в проектах стандартов: «Мясо и мясные продукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанного мяса, содержащего костную ткань. Определение поглощенных доз»; «Мясо и мясные продукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанного бескостного мяса. Определение поглощенных доз»; «Рыба и рыбопродукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанной рыбы, содержащей костную ткань и чешую. Определение поглощенных доз»; «Рыба и рыбопродукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанной рыбы по мышечной ткани. Определение поглощенных доз»; «Пряности. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанных пряностей. Определение поглощенных доз»; «Плоды и ягоды свежие и переработанные. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанных плодов. Определение поглощенных доз»;

- в обосновании продолжительности хранения пищевой продукции по результатам оценки органолептических показателей, пищевой и биологической ценности, показателей сбалансированности аминокислотного состава (для мясного и рыбного сырья), показателей свежести, микробиологических показателей, содержания токсических веществ, антиоксидантной активности, теплофизических свойств (для мясного и рыбного сырья).

Социальная значимость работы определяется обоснованным подходом к разработке оптимальных доз ионизирующего излучения, что позволит производить пищевую продукцию, безопасную для употребления в пищу.

Результаты исследований могут быть рекомендованы для органов по стандартизации, Роспотребнадзора, АПК, других служб, осуществляющих контроль продукции на потребительском рынке, и для таможенных органов, осуществляющих фитосанитарный и ветеринарный контроль импортно-экспортных товаров и сырья.

По результатам диссертационных исследований автором опубликовано 57 научных работ, в том числе 8 – в журналах и конференциях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus, 23 – в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки России; получен один патент на изобретение.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к объему докторской диссертации, автореферат диссертации отражает содержание диссертационной работы и соответствует установленным требованиям.

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ВАК РФ.

#### **Замечания и вопросы по диссертационной работе:**

1. При выборе объектов исследования, по нашему мнению, необходимо было сконцентрироваться на более узком круге объектов, например на пищевых продуктах или животного, или растительного происхождения.

2. Автору следовало было уточнить насколько вариативна величина поглощенной дозы при обработке ионизирующим излучением туш/полутуш говядины, свинины?

3. В диссертации при исследовании химического состава (глава 4, пункты 4.1.2, 4.2.2; глава 5, п. 5.1.2, 5.2.2) приведено содержание основных веществ, были бы интересны результаты исследований содержания других биологически активных веществ.

4. Плоды свежие, в частности яблоки свежие, являются ценным источником антиоксидантов. В диссертации (глава 5, п. 5.2.4) представлены результаты исследования антиоксидантной активности по комплексу антиоксидантов. Желательно было представить данные содержания аскорбиновой кислоты и других антиоксидантов в продукте на стр. 288 (глава 5, п. 5.2.2), для обоснования антиоксидантной активности, определить влияние разных доз ионизирующего облучения на активность дыхания и естественную убыль плодов.

5. В диссертации проведен анализ потребительского рынка Свердловской области на предмет обнаружения нарушений российского законодательства и установления присутствия пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением (охлажденная рыбная продукция, некоторые виды пряностей и плодов импортного производства) до

официальной регламентации радиационных технологий. Данная информация представляет большой интерес для обеспечения защиты прав потребителей и регулирования ассортимента, поэтому в работе можно было выделить отдельный подраздел по данному вопросу.

6. При определении влияния обработки ионизирующим излучением дозой 12 кГр исследуемых видов пряностей на сроки годности продукции, было бы желательно представить данные, характеризующие динамику изменения контролируемых микробиологических показателей, подтверждающих вывод автора о возможности увеличения срока годности в 1,5 раза. Аналогично при определении срока хранения яблок сорта Ренет Смиренко, обработанного дозой ионизирующего излучения до 3 кГр, также необходимо представить динамику исследуемых критериев лежкоспособности, подтверждающую что предложенные режимы обработки позволяют сохранить высокое качество яблок свежих и пролонгировать срок хранения до 6 мес., т.к. в соответствии с ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия», срок лежкости составляет 5 мес. Насколько эффективно использование ионизирующего облучения для увеличения срока хранения на 1 месяц. При этом было бы желательно уточнить, на сколько увеличивается срок хранения плодов исследуемого сорта яблок, выращенных в разных географических и почвенно-климатических условиях. Для получения высокого уровня достоверности полученных автором результатов, было бы желательно провести исследования на более широком спектре помологических сортов.

7. При проведении анализа органолептических показателей яблок, обработанных дозой ионизирующего излучения в пределах от 1 до 12 кГр, автор дает профилограммы, характеризующие индивидуальные показатели по пяти бальной шкале, и не объясняет, почему результирующий балл, характеризующий комплексный показатель качества также находится в диапазоне от 1 до 5 баллов. Если речь идет не о комплексном показателе, тогда нужно указать по какому критерию проводилась оценка лежкоспособности. Учитывая, что соискатель приводит результаты исследований других ученых, указывающих на то, что ионизирующее излучение приводит к изменению пигментов, вызывает солубилизацию пектинов, целлюлозы, гемицеллюлозы, крахмала и в результате плоды становятся более мягкими, следовало бы указать, какие изменения показателей, характеризующих цвет и консистенцию, были установлены соискателем.

Высказанные замечания не снижают общую значимость и оценку выполненных исследований и носят дискуссионный характер.

Полученные результаты приобретают повышенную актуальность на территории РФ в связи разработкой и внедрением нормативно-технической базы для использования в разных отраслях АПК технологии обработки пищевых продуктов и сырья ионизирующим излучением.



## Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа **Тимаковой Розы Темерьяновны** «Научно-практические аспекты идентификации и обеспечения сохраняемости 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).

Результаты исследований, изложенные в диссертационной работе Тимаковой Розы Темерьяновны, представляют несомненную значимость для ученых, исследователей и специалистов в области производства и хранения пищевой продукции, а также для контролирующих органов при осуществлении надзора за продукцией, обработанной ионизирующим облучением. Работа выполнена автором самостоятельно на актуальную и перспективную тему, представляет собой завершённый научно-исследовательский труд, выполненный на высоком профессиональном уровне

Диссертационная работа по своей актуальности, научному уровню и практической значимости 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).

Доктор технических наук, 05.18.15 - «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания», профессор кафедры «Товароведения и товарной экспертизы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»

117997, Российская Федерация, г. Москва,  
Стремянный пер. 36  
e-mail: Eliseeva.LG@rea.ru  
(903) 761-94-47; (499) 237- 94-97

