

веществ, в частности фенольных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Извлечение, изучение и практическое применение растительных компонентов из вторичного сырья соответствует принципам экономики замкнутого цикла и позволяет получать продукты с добавленной стоимостью.

В этой связи, диссертационная работа Н.В. Купаевой, посвященная комплексному изучению антиоксидантного потенциала продуктов переработки репчатого лука и применению полученных антиоксидантов при производстве мясного паштета для придания антиоксидантных свойств, является актуальной и имеет научное и практическое значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

При постановке цели и определении задач диссертационной работы Н.В. Купаевой был изучен и принят во внимание научный и практический опыт таких известных ученых, как А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха, В.К. Мазо, Г.А. Донская, А.А. Кочеткова, А.С. Дыдыкин, Е.Б. Бурлакова, С.В. Золотокопова, Г.И. Косьянов, Rita Celano, Cha Yong-Jun, Kumar Manoj, E. Vijay и других. Анализ большого количества существующей научно-технической литературы, а именно 309 источников, из которых 217 – иностранных, свидетельствует о глубокой проработке существующих исследований и тенденций в области изучения антиоксидантного потенциала растительного сырья, разработки пищевых продуктов антиоксидантного действия и исследований их биологических свойств.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что при подборе методов изучения антиоксидантного потенциала растительного сырья учитывался механизм действия антиоксидантов со свободными радикалами, а также были разделены понятия общей антиоксидантной емкости и антиоксидантной активности. Впервые комплексно изучены антиоксидантные свойства шелухи красного, желтого и белого репчатого лука, установлено соотношение типов антиоксидантов по силе их действия и определена клеточная антиоксидантная активность.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в экспериментальной демонстрации роли соотношения типов антиоксидантов по силе их действия и их антиоксидантной активности при изучении антиоксидантного потенциала растительного сырья. Полученные результаты подтверждают, что количественное определение антиоксидантов не пропорционально их активности и важно учитывать при выборе наиболее перспективных источников растительных антиоксидантов соотношение типов антиоксидантов по силе их действия. Установлено, что общая антиоксидантная емкость водно-этанольного экстракта шелухи репчатого лука является величиной динамической и взаимовосполняемой за счёт разных механизмов действия антиоксидантов, входящих в состав исследуемого образца.

Практическая значимость работы обусловлена теоретическим обоснованием и экспериментальным подтверждением эффективности использования шелухи желтого лука репчатого в качестве источника натуральных антиоксидантов для придания антиоксидантных свойств пищевым продуктам на примере мясного паштета.

Полученные в диссертации научные результаты могут быть рекомендованы для ознакомления и внедрения в образовательных и научных организациях, а также на предприятиях, где ведутся исследования и разработки в области создания новых и совершенствования существующих рецептур пищевых продуктов и технологий их промышленного изготовления.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»

На рассмотрение представлена диссертационная работа, состоящая из введения, обзора литературы, методологической части, описания полученных результатов, заключения, а также списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и приложений. Основной текст диссертации изложен на 144 страницах и содержит 56 таблиц и 29 рисунков.

Структура работы имеет классический вид и выстроена логично, грамотно подобрана методологическая база. Автореферат и печатные работы Н.В. Купаевой в достаточной мере отражают основные положения и содержание диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность темы работы, представлены сформулированная цель и обозначенные задачи исследований. В разделе изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы приведены результаты анализа литературных данных, посвященных изучению антиоксидантов и их свойствам. Проанализированы существующие термины, классификации и биологическая роль экзогенных антиоксидантов в организме человека. Рассмотрены возможности использования вторичного растительного сырья в качестве источника натуральных антиоксидантов для производства технических вспомогательных средств и функциональных ингредиентов для различных отраслей промышленности. Изучены и описаны принципы наиболее популярных современных методов определения антиоксидантного потенциала растительного сырья.

По результатам аналитического обзора было показано, что во всем мире стремительно растет интерес к антиоксидантам, полученным из вторичного растительного сырья. Предложен методологический подход к определению антиоксидантного потенциала растительного сырья, включающий четыре основных этапа исследований и апробированный на примере вторичного сырья переработки красного, желтого и белого лука репчатого.

Вторая глава посвящена описанию организации эксперимента, объектов исследований и выбранных методов анализа. Подробно описаны используемые реактивы, приборы и приведены сведения о методах исследований.

В третьей главе представлены и детально описаны полученные результаты проведенных исследований.

В первом разделе продемонстрированы результаты определения антиоксидантного потенциала вторичного сырья переработке красного, желтого и

белого лука репчатого. Общую антиоксидантную емкость исследуемых образцов изучали двумя методами, направленными на оценку способности антиоксидантов ингибировать кислородосодержащие свободные радикалы (метод ORAC) и восстанавливать ионы переходных металлов (метод FRAP). Были идентифицированы основные антиоксиданты, установлено соотношение типов антиоксидантов по силе их действия и определена клеточная антиоксидантная активность экстрактов шелухи лука репчатого. По результатам экспериментов было показано, что количество антиоксидантов не характеризует активность антиоксидантов, которая в свою очередь коррелирует с соотношением типов антиоксидантов по силе их действия. Научно обоснован выбор шелухи желтого лука репчатого в качестве перспективного альтернативного источника растительных антиоксидантов.

Во втором разделе третьей главы представлена и описана технологическая схема получения 70 %-ного водно-этанольного экстракта шелухи желтого лука репчатого, предназначенного для обогащения пищевой продукции антиоксидантами. Приведены результаты изучения изменчивости антиоксидантного потенциала трех экстрактов, полученных из разного сырья, в течение 15 недель тремя методами анализа. По полученным данным было установлено, что температура хранения не влияла на изменение антиоксидантного потенциала, а величина общей антиоксидантной емкости является динамической и взаимовосполняемой за счет разных механизмов действия антиоксидантов. Кроме того, в данном разделе представлены результаты определения показателей безопасности экстракта в соответствии с нормативными документами. На основании полученных данных были разработаны технологические документы (ТИ и ТУ) по производству экстракта шелухи желтого лука репчатого, характеризующегося общей антиоксидантной емкостью по методу FRAP в диапазоне 6,5-8,5 ммоль-экв.кв./л в зависимости от сырья.

Третий раздел посвящен научному обоснованию применения экстракта шелухи желтого лука репчатого при производстве мясного паштета. Представлены результаты сохранности основных антиоксидантов экстракта и их

антиоксидантных свойств при внесении его в мясную матрицу. Изучена изменчивость общей антиоксидантной емкости паштета в отношении азотосодержащих свободных радикалов (метод DPPH) и способности восстанавливать ионы переходных металлов (метод FRAP). На основании экспериментальных данных установлено оптимальное количество внесения экстракта в мясной паштет для увеличения его общей антиоксидантной емкости в течение 21 суток хранения.

Представлена технологическая схема и описан технологический процесс производства мясного паштета с внесением экстракта шелухи желтого лука. В разделе продемонстрированы, описаны и сопоставлены данные показателей качества и безопасности продукта, результаты установления сроков годности и рассчитанная экономическая эффективность от производства паштета с внесением экстракта шелухи лука. По результатам экспериментов установлено, что разработанный паштет соответствует требованиям паштета «Говяжий» по ГОСТ Р 55334-2012, а внесение экстракта обеспечивает не менее 31,5 % флавонолов и их гликозидов от адекватного уровня потребления в течение 7 суток и не менее 25,0 % в течение 21 суток. Установленный рекомендованный срок хранения паштета антиоксидантного действия, выпускаемого в непроницаемой искусственной оболочке, составил 15 суток.

Четвертый раздел третьей главы диссертации содержит экспериментальные данные изучения влияния экстракта шелухи желтого лука и мясного паштета с его внесением на организм лабораторных грызунов и без такового. Представлены результаты определения классических показателей клинического и биохимического анализа крови, а также параметров антиоксидантной системы не только крови, но и печени, мозга и мышц животных. Для обработки и анализа полученных данных был применен метод главных компонент, по результатам которого была отмечена взаимосвязь изменчивости показателей и их взаимодействие друг с другом. По результатам эксперимента *in vivo* показано, что стимулировать антиоксидантную систему организма животных экзогенными

антиоксидантами шелухи желтого репчатого лука связано с изменением липидного профиля и уровня глюкозы в сыворотке крови.

Замечания и рекомендации

При анализе диссертационной работы и автореферата Н.В. Купаевой были отмечены следующие замечания и вопросы:

1. В табл. 1 на стр. 24 представлены данные по объемам сборов основных сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. Исходя из приведенной информации, количество выращиваемых овощей существенно ниже, чем зерновых и зернобобовых культур, а также сахарной свеклы, и даже среди овощей репчатый лук уступает томатам и капусте. Почему в рамках работы было выбрано вторичное сырье именно лука?

2. В случае промышленной реализации технологии, каким образом предполагается осуществлять сбор и хранение шелухи лука? Имеются ли необходимые мощности по переработке репчатого лука, и позволяет ли современная технология его переработки получить кондиционную шелуху? Какие показатели качества предполагается оценивать в шелухе как сырье для получения антиоксидантов?

3. В разделе 1.2. литературного обзора следовало бы добавить описание работ, посвященных изучению свойств антиоксидантов шелухи лука при внесении их в продукты питания.

4. Чем обоснован выбор параметров экстракции: концентрация этанола в экстрагенте, гидромодуль, продолжительность и температура экстракции?

5. Продукт представляет собой водно-спиртовой раствор экстрагируемых из луковой шелухи веществ. Содержит ли продукт балластные вещества (не антиоксиданты)? Является ли данная форма удобной для хранения и применения, а также рациональной с точки зрения оборота органического растворителя? Могли ли этанол повлиять на результаты исследования антиоксидантной активности *in vitro* и *in vivo*?

6. Главные компоненты 1 и 2 (рис. 29) описывают не более 49,8 % неопределенности. В данном случае обычно учитывают вклад последующих компонентов.

7. Экстракт шелухи лука содержит большое количество этилового спирта. Почему нет предложений по использованию технологических подходов для уменьшения расхода этанола?

Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость работы и носят дискуссионный характер.

Заключение по диссертации

Диссертационная работа Н.В. Купаевой на тему: «Научное обоснование и практическое применение антиоксидантов растительного сырья при производстве мясного паштета» соответствует паспортам научных специальностей 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (по направлениям исследования «16. Ресурсосберегающие биотехнологии продуктов питания, в том числе функциональных и специализированных, пищевых ингредиентов, биологически активных добавок пищевого и кормового назначения» и «29. Биотехнологии переработки вторичных сырьевых ресурсов») и 4.3.3. Пищевые системы (по направлениям исследования «12. Новые виды ресурсов и их применение в пищевых системах» и «15. Химия и физика пищевых продуктов, физико-химические процессы и их влияние на свойства пищевых систем»). Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержатся новые научно обоснованные технические и технологические решения по комплексному использованию в технологии пищевых продуктов побочных продуктов переработки сельскохозяйственных культур, что имеет существенное значение для пищевой биотехнологии и повышения ресурсоэффективности пищевой промышленности. Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), а ее автор – Купаева

Надежда Владимировна – заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальностям 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ и 4.3.3. Пищевые системы.

Отзыв составлен заведующим кафедрой биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, доктором технических наук, профессором В.И. Панфиловым и доцентом кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, кандидатом технических наук Б.А. Кареткиным.

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены на заседании кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева 21.05.2024 года, протокол № 13. В заседании участвовало 16 человек, в обсуждении приняло участие 4 человека. Результаты голосования: за – 16, против – нет, воздержавшихся нет.

Заведующий кафедрой биотехнологии
РХТУ им. Д.И. Менделеева,
доктор технических наук, профессор

Виктор Иванович Панфилов

Доцент кафедры биотехнологии
РХТУ им. Д.И. Менделеева,
кандидат технических наук

Борис Алексеевич Кареткин

Подписи В.И. Панфилова и Б.А. Кареткина удостоверяю
Ученый секретарь РХТУ им. Д.И. Менделеева,
доктор технических наук, профессор



Н.А. Макаров

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)

125047, г. Москва. Миусская площадь, д. 9

Тел.: +7 (495) 495-23-79,

e-mail: panfilov.v.i@muctr.ru

Web-сайт: <https://www.muctr.ru/>