

ОТЗЫВ

официального оппонента Верещагина Александра Леонидовича на диссертационную работу Калининой Ирины Валерьевны «Научное и практическое обоснование модификации растительного антиоксиданта для эффективного использования в производстве пищевых продуктов», 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»

Актуальность темы. Работа посвящена проблеме разработки и увеличения выпуска новых качественных и безопасных продуктов питания общего и специализированного назначения, содержащих растительные пищевые ингредиенты антиоксидантного действия.

В работе рассмотрено применение модифицированного дигидрокверцетина в хлебопечении.

Область исследования. Содержание диссертационной работы соответствует области исследования п. 4.11. Разработка методологии проектирования и продвижения на потребительский рынок пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения с заданными свойствами с учетом индивидуальных особенностей и потребительских предпочтений отдельных групп населения» Паспорта номенклатуры специальностей научных работников (технические науки).

Цель исследования заключалась в разработке научно обоснованного методологического подхода к модификации растительного антиоксиданта дигидрокверцетина на основе ультразвуковой микронизации и инкапсуляции для обеспечения его эффективности в составе пищевой матрицы хлебобулочных изделий.

Поставленная цель достигается путем решения следующих задач:

1. На основании анализа научной информации по применению растительных антиоксидантов в технологиях пищевых производств предложить методологию разработки продуктов с доказанной эффективностью функциональных пищевых ингредиентов.

2. Оценить качество, обосновать необходимость и провести технологическую модификацию растительного антиоксиданта дигидрокверцетина с применением ультразвуковой микронизации и инкапсуляции для увеличения его эффективности.

3. Теоретически обосновать и экспериментально подтвердить возможность применения в оценке качества пищевых продуктов индексов биодос-

тупности и биоактивности на стадии доклинических исследований эффективности ФГИ дигидрокверцетина.

4. Изучить ассоциативные взаимодействия в модельных системах, содержащих модифицированный растительный антиоксидант дигидрокверцетин, и получить прогностические модели, адекватно описывающие их биоактивные свойства, на основе применения методов молекулярного моделирования и квантово-химических расчетов.

5. Разработать экспериментальную модель факторов потребительского поведения в отношении продуктов антиоксидантной направленности, установить основные предикторы выбора и барьерные факторы покупки продуктов антиоксидантного действия, изучить ассортиментные предпочтения и оценить товарное предложение в данном сегменте.

6. Разработать рецептуры и провести товароведную оценку качества хлебобулочных изделий, содержащих модифицированный растительный антиоксидант дигидрокверцетин, с учетом оценки его адаптации в системе продукта и эффективности.

7. Провести апробацию результатов исследования в условиях реального производства, оценить социальный эффект и экономическую эффективность внедрения разработанных пищевых продуктов.

Научная новизна.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках п. 3, 4, 5, 6 и 9 Паспорта специальности 05.18.15:

- предложена методология разработки пищевых продуктов с доказанной эффективностью функциональных пищевых ингредиентов в их составе, базирующаяся на конвергенции методов *in vitro*, *in silico* и *in vivo* (п. 3 Паспорта специальности 05.18.15);
- научно обоснованы методы модификации растительного антиоксиданта дигидрокверцетина для повышения его качества и функциональных свойств на основе применения ультразвуковой обработки, лиофильной сушки и инкапсуляции; определены рациональные режимы модификации. Впервые установлено и описано влияние ультразвукового воздействия и лиофильной сушки на формирование потребительских свойств и качества пищевой добавки дигидрокверцетина (п. 4 Паспорта специальности 05.18.15);
- для оценки показателей качества пищевых продуктов, в том числе продуктов функционального и специализированного назначения, научно обоснована целесообразность использования доклинической оценки функциональных свойств пищевого ингредиента дигидрокверцетина на основе определения индексов биодоступности и биоактивности в модели пищеварения *in vitro* (п. 9 Паспорта специальности 05.18.15);

- доказана целесообразность применения метода QSAR для изучения механизма влияния ультразвуковой обработки, лиофильной сушки и инкапсуляции на функциональные свойства пищевого ингредиента дигидрокверцетина. Впервые получены и описаны пространственные модели модифицированных комплексов дигидрокверцетина и установлены прогностические модели, адекватно описывающие их антиоксидантные свойства, потенциальную биоактивность и биодоступность (п. 9 Паспорта специальности 05.18.15);
- получены новые данные о факторах, определяющих потребительские предпочтения в отношении продуктов антиоксидантной направленности, определены основные предикторы выбора и барьерные факторы покупки продуктов с антиоксидантами (п. 6 Паспорта специальности 05.18.15);
- научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования модифицированного дигидрокверцетина в качестве функционального пищевого ингредиента при производстве хлебобулочных изделий; установлено положительное влияние модифицированного дигидрокверцетина на антиоксидантную активность хлебобулочных изделий при сохранении их качества и безопасности. Изучены процессы, происходящие при хранении хлебобулочных изделий; доказано, что их антиоксидантные свойства сохраняются в течение всего срока хранения (п. 4, 5 Паспорта специальности 05.18.15).

Практическая значимость. Теоретическая и практическая значимость работы.

Получены зависимости, определяющие закономерности процессов повышения эффективности растительных антиоксидантов в составе пищевых систем. Их применение в практической деятельности даст реальный эффект экономии средств на исследования и позволит выявить направленность мероприятий по обеспечению заданных свойств пищевых продуктов с антиоксидантами. В результате теоретических и экспериментальных исследований разработаны и предложены:

- методика *in vitro* оценки потенциальной эффективности пищевых ингредиентов антиоксидантной направленности и продуктов на их основе;
- адаптированная методика спектрофотометрического метода количественного определения дигидрокверцетина, рекомендованная для использования в лабораторной практике;
- математические модели, адекватно описывающие влияние режимов ультразвукового воздействия на показатели антиоксидантной активности, биодоступности и биоактивности дигидрокверцетина при его модификации;
- рецептуры хлебобулочных изделий, обогащенных модифицированным дигидрокверцетином, с доказанной эффективностью антиоксидантного действия.

Обоснованные технико-технологические результаты исследования апробированы в условиях реального производства на предприятиях Уральского региона, что подтверждено соответствующими актами аprobации.

По результатам исследований разработаны и утверждены комплекты технической документации на новые виды продуктов, утвержденные ООО «Биотехнологические исследования».

Материалы данных исследований широко используются в учебном процессе при чтении лекций, при курсовом и дипломном проектировании работ студентов, обучающихся по основным образовательным программам подготовки бакалавров 38.03.07 «Товароведение», магистров 19.04.01 «Биотехнология», 19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». Теоретические результаты диссертации включены в учебный процесс при чтении цикла лекций и проведении лабораторных работ по дисциплинам «Иновации в пищевой биотехнологии», «Практикум по инновациям в пищевой биотехнологии», «Химия и функциональные ингредиенты в пищевой отрасли» на кафедре «Пищевые и биотехнологии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

Оценка содержания диссертации. Структура диссертации. Диссертация состоит из 7 глав, включающих введение, методическую часть, результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований. Основное содержание изложено на 309 страницах, включает 65 таблиц, 89 рисунков, 335 источников литературы, в том числе 223 зарубежных авторов, 5 приложений.

Основные положения диссертации, вынесенные на защиту:

- методология разработки пищевых продуктов с доказанной эффективностью функциональных пищевых ингредиентов в их составе;
- методы модификации растительного антиоксиданта дигидрокверцетина на основе применения ультразвуковой обработки, лиофильной сушки и инкапсуляции для повышения его эффективности;
- метод оценки эффективности функциональных пищевых ингредиентов на основе определения индексов биодоступности и биоактивности в модели пищеварения *in vitro*;
- пространственные модели молекул модифицированных комплексов дигидрокверцетина, полученных с применением ультразвуковой обработки, лиофильной сушки и инкапсуляции, и прогностические модели, описывающие их биоактивные свойства;
- экспериментальная модель факторов потребительского поведения и ассортиментные предпочтения в отношении продуктов антиоксидантного действия;

– результаты практических решений по разработке хлебобулочных изделий с повышенной антиоксидантной активностью и доказанной эффективностью антиоксиданта дигидрокверцетина.

Характеризуя диссертацию в целом, считаю необходимым отметить следующее:

- диссертация оформлена на достаточно высоком научном уровне;
- представленная в работе совокупность новых теоретических данных является достоверной и интерпретированной. Основные положения, выносимые на защиту, теоретически обоснованы и соответствуют полученным материалам;
- в диссертации на качественно новом уровне предложены пути, и методологические подходы для повышения антиоксидантной активности хлебобулочных изделий.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с имеющимися требованиями. Содержание автореферата и опубликованных трудов согласуется с содержанием диссертации.

Замечания:

1. Существо модификации молекул дигидрокверцетина в работе заключается в обработке ультразвуком растворенных в воде молекул дигидрокверцетина с их последующей лиофильной сушкой. В результате ультразвуковой обработки происходит изменение изомерного состава, а последующая лиофильная сушка создает высокодисперсный продукт, что в совокупности и определяет биологическую активность полученного препарата.

2. В связи с этим не происходит измельчения частиц дигидрокверцетина, и термин микронизация не применим к рассматриваемому варианту обработки.

3. В работе отсутствует анализ изомерного состава дигидрокверцетина, - обязательного показателя ГОСТ 33504-2015 на дигидрокверцетин. Проведение этого анализа позволило бы вполне определенно ответить на вопрос, что именно произошло с молекулами дигидрокверцетина после ультразвукового облучения, поскольку антиоксидантная активность их неожиданно возросла.

4. Почему происходит повышение АОА после ультразвуковой обработки ДГК, а не наоборот?

5. С возможным изменением изомерного состава ДГК связано, по-видимому, и изменение температуры плавления образцов, внятного объяснения которому соискатель не дал, ограничившись качественной интерпретацией данных термического анализа.

6. Цель работы заключалась в создании продукта с максимально возможной АОА, и логичным представляется использование добавки с максимальным

значением АOA, тогда почему для натурных исследований был выбран образец с промежуточной АOA?

7. В работе имеется ряд неудачных выражений, например, заголовок раздела 3.2.3 «Инкапсуляция на основе ультразвукового воздействия» (С.108). или 3.2.2 «Микронизация на основе ультразвукового воздействия»(С.90).

8. Не вполне корректно представлены параметры ультразвуковой обработки и применявшимся приборов.

9. Имеются замечания по оформлению диссертации. Опечатки, неправильные стилистические выражения, непредставление полных данных в списке литературы.

Высказанные замечания существенно не снижают общую значимость и оценку выполненных исследований.

Заключение

Совокупность научных положений и аналитических решений, теоретически и экспериментально обоснованных диссидентом, направлена на получение хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности за счет использования модифицированного дигидрокверцетина.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа **Калининой Ирины Валерьевны «Научное и практическое обоснование модификации растительного антиоксиданта для эффективного использования в производстве пищевых продуктов»**, соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора наук по специальности 05.18.15 - «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания».

Заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, д.х.н., профессор

 Верещагин А.Л.

659305, ул. Трофимова, 27, г. Бийск Алтайского края, тел.: 8(3854) 43-53-23, yal@btu.secna.ru

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова

Подпись Верещагина А.Л. «удостоверяю»

Ученый секретарь БТИ АлтГТУ, к.т.н.



Сыпин Е.В.

13 ноября 2019 г.