

В совет по защите диссертаций  
на соискание ученой степени кандидата наук,  
соискание ученой степени доктора наук  
Д 212.035.04 на базе ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
университет инженерных технологий»,  
394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19

## О Т З Ы В

официального оппонента, профессора кафедры технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доктора технических наук, профессора **Запорожского Алексея Александровича** на диссертационную работу **Попова Евгения Сергеевича** на тему: “*Нутриентные корректоры пищевого статуса на основе продуктов глубокой переработки низкомасличного сырья: получение, свойства, новые технологии применения*”, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

### Актуальность темы диссертационной работы

В условиях экономической нестабильности структура питания населения РФ в значительной степени дефектна и пищевой статус имеет существенные отклонения от формулы сбалансированного питания, прежде всего, по уровню потребления витаминов, минеральных веществ, в особенности микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот.

Международный опыт свидетельствует о том, что практически невозможно в силу различных причин достигнуть быстрой коррекции структуры питания населения традиционным путем за счет увеличения объемов производства и расширения ассортимента продовольственных товаров. Поэтому многие ведущие отечественные и зарубежные нутрициологи считают, что наиболее быстрым, экономически приемлемым и научно обоснованным путем решения обсуждаемой проблемы является широкое применение в повседневной практике питания биологических активных добавок к пище.

Настоятельная необходимость изыскания новых видов физиологически и технологически эффективных пищевых ингредиентов, развитие производства продуктов питания, обогащенных незаменимыми компонентами, продуктов функционального назначения, предусматривается государственной политикой РФ в области здорового питания населения на период до 2020 года.

Комплексной программой развития биотехнологий в РФ на период до 2020 года предусмотрено применение побочного отечественного сырья пище-

вой и перерабатывающей промышленности для производства полноценных продуктов питания.

В этой связи продукты глубокой переработки низкомасличного сырья представляют значительный интерес, поскольку содержат повышенное количество биологически активных компонентов, в том числе особенно дефицитные  $\omega$ -3 жирные кислоты.

Однако создание полноценных пищевых продуктов с высоким уровнем безопасности требует совершенствования основных технологических процессов их производства с использованием экономически выгодных инновационных способов воздействия на перерабатываемое сырье.

В указанном контексте решение диссертантом задач, связанных с исследованием физико-химических, функционально-технологических и физиологических свойств новых нутриентных корректоров пищевого статуса на основе ресурсов низкомасличного сырья с применением щадящей термической обработки, является актуальным и социально значимым научным изысканием.

Следует отметить, что диссертационная работа выполнялась в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы кафедры сервиса и ресторанных бизнесов ФГБОУ ВО ВГУИТ «Разработка ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельхозсырья» (№ ГР 01201253867).

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Содержащиеся в диссертационной работе *Попова Е.С.* научные подходы, выводы и рекомендации основаны на фундаментальных научных изысканиях, общепринятых теоретических закономерностях и являются следствием полученных автором экспериментальных данных.

Концептуально научная новизна работы состоит в теоретическом и экспериментальном обосновании гипотезы о принципиальной возможности создания биокорректирующих пищевых систем с применением продуктов переработки низкомасличного растительного сырья, стабильного качества и prolongированного срока хранения.

Диссидентом научно обоснован и спроектирован компонентный состав четырех функциональных композиций (ФК) на основе жмыхов зародышей пшеницы, семян амаранта, тыквы и льна со сбалансированным соотношением жирных кислот ( $\omega$ -6 к  $\omega$ -3) в диапазоне от 5:1 до 10:1. Проектирование проведено с помощью специально разработанного программного продукта (язык программирования Ruby 2.2, Ruby on Rails 4.2) на основе обобщенных информационных сведений о количественном содержании незаменимых и минорных веществ в продуктах глубокой переработки низкомасличного сырья. Для подтверждения целевых свойств ФК всесторонне изучен их биотехнологический потенциал. Получены экспериментальные данные о биологической ценности белкового и жирового компонента, содержании микронутриентов, определена

степень удовлетворения суточной потребности организма в витаминах, макро- и микроэлементах при употреблении 100 г ФК.

В целях обоснования возможности применения разработанных ФК в качестве функционально-технологического агента в составе биокорректирующих пищевых продуктов изучен процесс гидратации биополимеров ФК при различной степени их дисперсности, значениях активной кислотности, в различных технологических средах, а также функционально-технологические свойства. Анализ полученных кинетических характеристик показал взаимосвязь между изменением соотношений форм связи влаги, температурой и рецептурно-компонентными решениями.

Исследована специфика окислительных и микробиологических процессов при хранении муки из жмыхов зародышей пшеницы, семян амаранта, тыквы и льна, с включением композиций пряностей и биологически активных добавок. Установлено и оценено антибактериальное и антиоксидантное действие смесей пряно-ароматического растительного сырья, БАД «Селексен», «Флавоцен (дигидрокверцетин)» и их бинарной смеси. С применением методов нейросетевой аппроксимации разработана модель процесса хранения ФК, позволяющая прогнозировать изменение показателей качества и безопасности в процессе хранения при варьировании состава рецептурных ингредиентов, условий хранения, вида и концентрации стабилизатора.

Диссертант с научно обоснованных позиций подошел к вопросу интенсификации процесса тепловой обработки биокорректирующих пищевых систем. На основании полномасштабных исследований характеристик животного и растительного сырья в процессе LT-обработки комбинированных пищевых систем с применением ФК, разработана математическая модель, позволяющая анализировать и оптимизировать режимы LT-обработки сырьевых компонентов, обладающих различными физико-химическими и теплофизическими свойствами, в зависимости от их геометрических форм и размеров. Изучены органолептические характеристики и содержание макро- и микронутриентов в биокорректирующих пищевых системах на всех этапах LT-обработки. Установлено, что применение LT-технологий обеспечивает снижение массы дегидратационной влаги растительных и животных объектов (на 15-20 %) с увеличением доли связанной влаги (в 1,2-2,6 раза), что способствует снижению потерь биологически активных водорастворимых веществ, максимальному сохранению биопотенциала конечных пищевых продуктов.

Необходимо отметить, что возможность нутриентной коррекции пищевого статуса при употреблении масла и муки из жмыха зародышей пшеницы, входящей в состав ФК, доказана в опытах *in vivo* на примере групп населения в возрасте от 18 до 65 лет.

Новизна принятых в работе научных и технико-технологических решений подтверждена 10 охранными документами на изобретения, что также позволяет судить о законченности исследования и полноте реализации его результатов.

Степень обоснованности научных положений и выводов диссертационной работы обеспечивается большим объемом выполненных исследований с применением современных общих и специальных методов и приборов.

Достоверность выполненных исследований и полученных результатов подтверждается правильным методологическим подходом и разносторонней статистической и математической обработкой экспериментальных данных.

Следует отметить, что результаты, изложенные в диссертации, являются либо личными исследованиями соискателя, либо выполнены им в соавторстве с достаточно высокой степенью участия.

### **Практическая значимость и реализация результатов работы**

Теоретическая ценность и практическая значимость исследований определяется совокупностью следующих результатов, полученных соискателем ученой степени.

Разработана научно-практическая база для производства широкого ассортимента и технологий нутриентноадекватных пищевых систем стабильного качества и пролонгированного срока хранения, в том числе:

- организован информационный банк данных биотехнологического потенциала продуктов переработки низкомасличного растительного сырья, который может быть рекомендован для создания открытой экспертной системы по проектированию рецептур и инновационных технологий продуктов здорового питания, и впоследствии дополняться множеством экспертных оценок;
- разработан программный продукт «Оптимизация жирнокислотного состава поликомпонентных пищевых систем», позволивший получить ФК с требуемым соотношением ПНЖК;
- разработана технология стабилизации показателей качества муки из жмыхов низкомасличного сырья в процессе хранения и программный продукт «Информационная система моделирования процесса хранения продуктов глубокой переработки низкомасличного растительного сырья»;
- проведен комплекс исследований, позволивший обосновать целесообразность применения LT-обработки биокорректирующих пищевых систем, в т.ч. программный продукт «Обработка результатов моделирования процесса тепловой обработки вакуум-упакованной поликомпонентной пищевой системы».

Разработанные технологии апробированы и внедрены на предприятиях и учреждениях ФГБОУ ВО «Воронежский институт ГПС МЧС России», ФКОУ ВО «Воронежский институт ФСИН России», ООО «Аллея Вкуса», ООО «Белая лилия», ООО «Нордис», НУПЦТИГ ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (г. Воронеж), ООО «Вологодский комбинат хлебопродуктов» (г. Вологда).

На ФК, биокорректирующие пищевые продукты и их производство разработан и утвержден в установленном порядке пакет технической документации: растительная пищевая смесь (СТО-02068108-002-2016); мелкокусковые полуфабрикаты из мяса говядины, свинины, мяса птицы в соусе (СТО-02068108-003-2016); рисо-овощные смеси с говядиной, свининой, мясом пти-

цы (СТО-02068108-004-2016); плотные части первых блюд (СТО-02068108-005-2016), а также получена декларация о соответствии требованиям Технического регламента Таможенного союза «Растительные смеси на основе муки или хлопьев зародышей пшеницы обжаренных серии «Фитодар» (№ ТС N RU Д-RU.АИ72.В.03294).

Расчетная экономическая эффективность внедрения разработанных технологий в производственную деятельность составляет 46,1 тыс. р. в год на тонну выпускаемой продукции.

### **Оценка объема, структуры и содержания диссертации**

Диссертация представлена в двух томах. Основное содержание работы изложено в первом томе на 315 страницах машинописного текста, который состоит из введения, семи глав экспериментального и аналитического материала, выводов, библиографического списка, включающего 592 наименования, в том числе 202 – иностранных авторов. Первый том содержит 111 рисунков и 64 таблицы.

Во *введении* обоснована актуальность и сущность решаемой научной проблемы, обозначены цель и научные задачи исследований, их новизна, практические результаты и ценность, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена оценке перспектив производства продуктов для нутриентной коррекции пищевого статуса населения с применением перспективных технологий. Проведен мониторинг и дана оценка состава (липиды, белки, углеводы, витаминный и минеральный составы) и лечебно-профилактических свойств побочных продуктов переработки низкомасличного сырья. Проанализированы способы повышения сроков годности жмыхов низкомасличных культур. Рассмотрены перспективные технологии производства пищевых продуктов с применением элементов LT-технологий.

Во *второй главе* приведена структурно-логическая схема исследований, охарактеризованы объекты и методы исследований, а также приборная база, применяемая для реализации описываемых методик.

В *третьей главе* рассматриваются вопросы проектирования рецептурного состава функциональных композиций на основе побочных продуктов переработки низкомасличного сырья, сбалансированных по ПНДЖК. Представлены результаты исследований по подтверждению предполагаемой физиологической и технологической функциональности разработанных смесей на основе муки из жмыхов зародышей пшеницы, семян амаранта, тыквы и льна.

Четвертая глава посвящена разработке мероприятий по стабилизации показателей качества муки из жмыхов низкомасличного сырья в процессе хранения. Исследовано влияние композиций пряно-ароматического растительного сырья и пищевых добавок антиоксидантной направленности на изменение показателей качества муки из жмыхов низкомасличного сырья в процессе хранения. Описаны подходы к разработке нейросетевой системы прогнозирования свойств муки из жмыхов низкомасличного сырья в процессе хранения.

В пятой главе научно и практически обоснована целесообразность применения LT-технологий в производстве пищевых продуктов биокорректирующего действия. Представлены результаты экспериментальных исследований по оценке пригодности полимерных материалов для LT-обработки пищевых продуктов. Обоснованы режимы LT-обработки пищевых систем биокорректирующего действия при комбинировании ФК с растительным и животным сырьем. Исследованы режимы гидратации круп и бобовых в процессе LT-обработки. Представлена математическая модель процесса LT-обработки комбинированных пищевых систем с применением функциональных композиций. Охарактеризован разработанный способ производства пищевых систем на основе рециркуляционных контуров движения теплоносителей.

В шестой главе «Частные LT-технологии биокорректирующих продуктов: потребительские свойства, оценка биопотенциала» разработаны рецептуры и конкретизированы технологические режимы LT-обработки широкого ассортимента крупо-овощных, бобово-овощных, мясо-овощных и крупо-мясо-овощных блюд с разработанными ФК и исследованы их физико-химические, технологические и потребительские свойства.

В седьмой главе представлены результаты экспериментальных исследований, полученные в опытах *in vivo*, по оценке возможности положительной нутриентной коррекции энергообмена организма при введении в рацион предложенных ингредиентов функциональных композиций.

Выводы диссертации объективно и полно отражают результаты выполненных диссидентом исследований и основаны на глубоком анализе обсуждаемого материала.

Второй том объемом 246 страниц машинописного текста включает 11 приложений, подтверждающих прикладную значимость диссертации.

#### **Соответствие диссертации научной специальности, по которой она заявлена для защиты**

Диссертационная работа Попова Е.С. по содержанию, результатам экспериментальных исследований и практическому применению соответствует паспорту специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ».

#### **Опубликование материалов диссертации**

По теме диссертации опубликована 121 научная работа, в том числе 4 монографии, 2 учебных пособия, 30 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, тезисы 75 докладов, сделанных на конференциях Всероссийского и международного уровней, 7 патентов РФ на изобретения, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В публикациях отражены результаты исследований диссидентата по выявлению биотехнологического потенциала продуктов переработки низкомас-

личного растительного сырья в отношении пищевого статуса и разработке новых технологических решений по созданию биокорректирующих пищевых продуктов стабильного качества и пролонгированного срока хранения, в том числе с применением щадящей тепловой обработки, на основе растительного и животного сырья.

#### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат объективно отражает содержание и результаты диссертационной работы, по структуре и объему соответствует требованиям, установленным ВАК Минобрнауки РФ.

#### **Вопросы и замечания по работе**

1. Не понятно, что конкретно разработано диссидентом: «методика» (задача №2 диссертации) или «методология» (п. 3.1 диссертации, с.67) проектирования и прогнозирования состава, качества и биокорректирующих свойств ФК на основе сырьевых источников из низкомасличного сырья. Если разработана методология, то каковы ее положения?
2. Почему при проектировании состава ФК за основу взята трехкомпонентная модель? Рассматривал ли автор процедуру проектирования ФК на основе двух или четырех исследуемых видов жмыхов из низкомасличного сырья?
3. Почему соотношения  $\omega\text{-}6/\omega\text{-}3$  в ФК №3 и №4, указанные на с.13 автореферата, отличаются от соотношений в этих же композициях, обозначенных в таблице 2 (с.15 автореферата)? Почему для проведения дальнейших исследований выбрана, в том числе ФК с соотношением  $\omega\text{-}6/\omega\text{-}3$  равным 3-4:1, что не соответствует выбранному критерию проектирования.
4. Чем обусловлена чрезмерная многокомпонентность смесей (8-10 видов пряных трав) из пряноароматического сырья? Назовите критерии выбора? Как указанная многокомпонентность влияет на экономическую доступность композиционных пряных смесей?
5. В исследованиях по оценке пригодности упаковочных материалов для LT-обработки пищевых продуктов (п.5.1 диссертации) соискатель не приводит качественные и количественные характеристики контрольного и опытных образцов. Изучались ли состав и свойства полимеров? Если нет, то отсутствует принцип обоснованного выбора образцов. Если да, то почему данные не представлены в диссертации. В этой связи непонятно, какой полимерный материал (по составу и свойствам) рекомендует диссидент для практического применения в LT-технологиях биокорректирующих пищевых продуктов?
6. В ходе обзора литературы (п.1.4, с.45) диссидент выявил критериальные значения параметров тепловой обработки в вакуумных пакетах в диапазоне температур 65-95 °C. Почему все исследования по влиянию LT-обработки на свойства пищевого сырья и биокорректирующих пищевых систем проводились в более узком диапазоне – 80-100 °C? Можно ли считать выбранный диапазон низкотемпературным?

7. Значения показателей химического состава и биологической ценности моркови и говядины, представленные в таблицах 5.9, 5.13 и 5.15 диссертации существенно отличаются от значений аналогичных показателей в автореферате (таблица 6).

8. В технологических схемах производства рисо-овощных и мясо-рисо-овощных продуктов (рис. 6.2 и 6.3) смесь пряностей (№3) подвергается экстрагированию. Что является экстрагентом? В чем причина замены сухих композиционных пряных смесей на экстракт?

9. По тексту диссертации и автореферата встречаются некоторые редакционные шероховатости, неудачные выражения, неточности и опечатки:

- неверно указаны латинские наименования перцев черного и белого (с. 95);

- единицей измерения величины перекисного числа является mM/кг, а не КОЕ/г (с.121);

- при выборе соотношений рецептурных компонентов в рисо-овощных и мясо-рисо-овощных смесях сделана некорректная ссылка на библиографический источник 173;

- не указывается нормируемая масса продукта, в которой не обнаружены микроорганизмы (*Escherihia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* и *Listeria monocytogenes*) (с. 207 и с.226);

- «применение LT-обработки способствует увеличению значений антиоксидантной активности», «в процессе LT-обработки увеличивается массовая доля белка...» (с. 25 автореферата) вместо «применение LT-обработки позволяет сохранить» или «сопровождается меньшими потерями».

В целом указанные замечания не имеют принципиального значения и не снижают положительной оценки диссертационной работы.

## **Заключение**

Диссертация *Попова Евгения Сергеевича* на тему: “Нутриентные корректоры пищевого статуса на основе продуктов глубокой переработки низкомасличного сырья: получение, свойства, новые технологии применения”, является завершенной научно-квалификационной работой, направленной на решение научной проблемы, имеющей важное социально-экономическое значение. В работе изложены новые научно обоснованные технико-технологические подходы к организации и обеспечению выпуска качественных и безопасных продуктов питания стабильного качества и пролонгированного срока хранения с применением низкомасличных биоресурсов для алиментарной коррекции физиологических состояний человека.

Значимость результатов диссертации вытекает из основополагающих задач, обозначенных в стратегиях РФ в области здорового питания населения, развития биотехнологий, Доктрине продовольственной безопасности.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Диссертация написана Поповым Е.С. самостоятельно, грамотным научным языком, обладает внутренним единством. Работа оформлена в соответствии с требованиями, установленными ВАК Минобрнауки РФ.

Таким образом, выполненная диссертационная работа по актуальности, научной новизне, практической значимости полученных результатов и оформлению полностью соответствует требованиям “Положения о присуждении ученых степеней” (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а ее автор – **Попов Евгений Сергеевич**, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ.

Профессор кафедры технологии  
продуктов питания животного происхождения  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
технологический университет»,  
д-р техн. наук, профессор

А.А. Запорожский

350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
e-mail: zappo76@mail.ru;  
телефон: 8(861) 274-12-13.

