

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента РАН Евдокимова Ивана Алексеевича, на диссертационную работу Лосевой Анны Ивановны на тему «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий напитков, полученных с использованием вторичных метаболитов растительного сырья, культивируемого *in vitro*», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 4.3.3. Пищевые системы, 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Актуальность темы.

Современный ритм жизни, стрессы, неправильное питание, напряженная экологическая обстановка ряда регионов нашей страны ослабляют иммунную систему организма человека. Использование биологически активных веществ (БАВ) растительного происхождения – это перспективная стратегия интегративной, дополнительной и профилактической терапии. Растения, произрастающие на территории России, являются естественными источниками БАВ, обладающих широким спектром воздействия на организм человека (антиоксидантными, антиканцерогенными, противовоспалительными, антимикробными, иммуностимулирующими, гипохолестеринемическими и др.).

Выращивание культур клеток и органов высших растений *in vitro*, изучение активности каллусных и корневых культур растений для дальнейшего применения в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности является актуальным направлением исследований. Получение альтернативных источников для извлечения вторичных метаболитов повышают доступность БАВ растений эндемиков и расширяют возможности их применения, в том числе, и для производства функциональных продуктов питания.

Таким образом, создание напитков, обогащенных вторичными метаболитами растительного сырья, культивируемого *in vitro*, является актуальным направлением научных и практических исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке ряда проектов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований подтверждается значительным количеством наблюдений (5–7-кратной повторностью), применением стандартных и инновационных методов исследования, которые соответствуют поставленным в работе целям и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными, наглядно представленными в приведенных таблицах и рисунках.

Результаты проведенных исследований были представлены и обсуждены на международных и российских конференциях, симпозиумах и конгрессах. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 7 статьях, индексируемых в международных наукометрических базах данных Scopus и Web of Science, в 11 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ, отнесенных к категории К1 и К2, а также представлены в 2 патентах РФ на изобретения и в 1 монографии.

Новизна научных исследований, результатов и выводов заключается в следующем:

- соискателем проанализированы химический состав, показатели качества и безопасности нативного растительного сырья, при этом, установлено высокое содержание вторичных метаболитов, доказана антимикробная и антиоксидантная активность полученных экстрактов;

- подобраны рациональные составы питательных сред и определены параметры культивирования клеточных культур (калусных и корневых) *in vitro*;

– определена эффективность различных методов экстракции природного растительного сырья, клеточных культур и определены рациональные параметры процессов;

– изучены компонентный состав (содержание флавоноидов, три-терпеноидов, кумаринов, фенилпропаноидов, антоцианов), физико-химические свойства, биологическая активность и показатели токсичности экстрактов природного сырья и клеточных культур растений;

– определены рациональные значения технологических параметров очистки, концентрирования и сушки растительных экстрактов, полученных различными методами;

– разработаны технологические схемы и техническая документация получения жидких и сухих экстрактов на основе природного растительного сырья и клеточных культур растений *in vitro*;

– предложены рецептуры и процессуальные схемы производства напитков на основе растительных экстрактов, произведена оценка показателей качества, безопасности и функционально-технических характеристик.

Значимость для науки и производства результатов, полученных автором диссертации заключается в том, что сформулированы основные требования к технологическому процессу получения БАВ из биомассы клеточных культур растений: левзеи сафлоровидной, женьшеня обыкновенного, элеутерококка колючего, пальчатокоренника пятнистого, диоскореи обыкновенной, сапожниковии растопыренной; определены рациональные параметры получения каллусных и корневых культур растений; оптимизированы параметры экстракции комплекса БАВ из биомассы клеточных культур растений; подобраны методы и параметры очистки, концентрирования и сушки растительных экстрактов.

Разработаны технологические схемы производства жидких, сгущенных и сухих экстрактов на основе природного растительного сырья и клеточных культур растений и установлены сроки их хранения.

Предложены рецептуры и технологические схемы производства функциональных напитков, содержащих комплекс вторичных метаболитов, выделенных из экстрактов растений и их клеточных культур. Исследованы состав и свойства, и биологическая активность полученных напитков. Новизна технических решений подтверждена 2 патентами РФ. Разработаны и утверждены технические условия и технологические инструкции по производству густых и сухих экстрактов, а также функциональных напитков на их основе. Проведена оценка экономической эффективности предлагаемых технологий производства и промышленная апробация на предприятиях отрасли – ООО «РУСЭКСТРАКТ», ООО «НПО Сибирка», ООО НПО «Здоровое питание», ООО «СибБарс».

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом.

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, результатов и выводов, списка использованных литературных источников и приложений. Основной текст диссертации изложен на 377 страницах, содержит 117 таблиц и 112 рисунков. Список литературных источников включает 469 наименований.

Диссертационная работа содержит значительный объем исходных данных, имеет теоретические расчеты, пояснения, иллюстративный материал (графики и рисунки). По каждой главе и по работе в целом сформулированы аргументированные выводы. Работа носит законченный характер, написана логичным, ясным языком, стиль изложения доказательный.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Содержание автореферата полностью соответствует основному содержанию диссертации и включает дополнительно список опубликованных автором работ.

Во введении отражена актуальность темы, поставлены цель и задачи, необходимые для достижения поставленной цели, описаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлены аналитический обзор априорной информации, текущее состояние, тренды и подходы использования клеточных культур растений для получения ценных веществ вторичного синтеза, учитывая опыт отечественных и зарубежных исследователей. На основании приведенных литературных данных определена актуальность, сформулированы цель и задачи собственных исследований.

Во второй главе описаны организация работы, объекты, методы и методики, представлена схема проведения исследований, включая последовательную реализацию всех этапов, приведена информация об использованном оборудовании и приборах, перечень общепринятых стандартных и оригинальных методов исследования. Диссертационная работа включает 3 блока: теоретический, экспериментальный и практический.

В третьей главе автором изучены состав и свойства растительного сырья, выбранного в качестве объектов исследования, проанализированы перспективы его использования для извлечения вторичных метаболитов.

В четвертой главе диссертант представил результаты подбора составов питательных сред и параметров культивирования каллусных и корневых культур растений, провел оценку их ростовых характеристик. Соискателем проведена серия экспериментов для выбора экстрагента и методов экстракции, обеспечивающих максимальный выход экстрактивных веществ. Проведена оценка эффективности различных методов экстракции: мацерации, перколяции и микроволновой экстракции.

В пятой главе представлены результаты исследования компонентного состава методами тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии, и физико-химических показателей – сухого остатка и экстрагента. Автор изучил биологическую активность (антимикробные и антиоксидантные свойства) и показатели токсичности полученных экстрактов.

В шестой главе диссертантом проведен подбор методов и параметров очистки полученных экстрактов из природного сырья и клеточных культур

растений. Результатом исследований стали рекомендации по получению рациональных значений технологических параметров двух видов очистки: ультрафильтрационной и хроматографической.

В седьмой главе представлен анализ параметров концентрирования спиртовых экстрактов в вакуум-выпарной установке и результаты оценки параметров распылительной и сублимационной сушки. Проведена оценка содержания вторичных метаболитов – действующих БАВ для сухих растительных экстрактов, изучены их функционально-технологические свойства (гранулометрический состав, насыпная плотность и гигроскопичность).

В восьмой главе представлены технологические схемы производства концентрированных и сухих экстрактов на основе природного растительного сырья и клеточных культур растений *in vitro*, установлены их сроки хранения. Спроектированы рецептуры и разработаны процессуальные схемы производства функциональных напитков, содержащих полученные экстракты. Проведена органолептическая, физико-химическая и микронутриентная оценка состава, изучены антиоксидантные свойства, даны рекомендации по применению функциональных напитков.

Автором проведена оценка экономической эффективности от внедрения предлагаемых технологий, разработаны и утверждены технические условия и технологические инструкции, осуществлена опытно-промышленная апробация разработанных технологий и внедрение в учебный процесс.

Основные положения, выносимые на защиту, подтверждены всем ходом проведенного исследования и получили развернутое и содержательное обоснование в тексте диссертации.

Диссертационное исследование Лосевой А.И. является междисциплинарным и соответствует специальностям 4.3.3. Пищевые системы и 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

По результатам анализа диссертационной работы, в порядке дискуссии, имеются вопросы, замечания, пожелания:

1. В главе 1 не представлено обоснование и выбор объектов исследования.
2. Маркетинговые исследования мирового рынка растительных экстрактов и БАВ проведены до 2027 г., а динамика изменения и структура производства растительных экстрактов на российском рынке - только до 2020 г. Чем это обусловлено? Снижением актуальности проблемы в нашей стране?
3. В аннотации к главе 6 указано, что будут представлены результаты оценки показателей качества, безопасности и биологической активности экстрактов, очищенных разными методами. Однако, данная информация в главе 6 отсутствует.
4. В главе 8 содержание витаминов и макроэлементов в составе разработанных напитков представлены в графическом виде (рисунки 8.3.1 – 8.3.5). Целесообразно было бы представить этот материал в табличном виде, дополнив его данными МР 2.3.1.0253-21, содержащих не только перечень дефицитных в питании пищевых веществ и минорных биологически активных соединений, но и адекватный уровень, и верхний допустимый уровень потребления.
5. «Социально-экономический и гуманитарный журнал» включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки); 5.6.1. Отечественная история (исторические науки). Прокомментируйте, как это сочетается с вашими публикациями (п.13, п.14, с.40 автореферата) в области технических наук по специальностям 4.3.3. и 4.3.5?

6. Выражение «...опубликованы в более чем сорока печатных работах...» (с.7 автореферата) некорректно. Поскольку докторская диссертация является научно-квалификационной работой, то следовало бы конкретно указать количество статей, входящих в перечень ВАК РФ, и в наукометрические базы данных WoS и Scopus (с.7, автореферат).
7. На с.7 автореферата (раздел Публикации) указано, что «...опубликованы ... в отчетах по НИОКР», однако в списке опубликованных автором работ такие отчёты отсутствуют.
8. На с.6 автореферата (1 абзац сверху) неправильно указан номер патента РФ на изобретение.
9. Заявка на изобретение (п.41 списка опубликованных работ, с.42 автореферата) не является публикацией.

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования.

Заключение.

Представленная работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения в области производства напитков, полученных с использованием вторичных метаболитов растительного сырья, культивируемого *in vitro*.

Диссертационная работа «Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий напитков, полученных с использованием вторичных метаболитов растительного сырья, культивируемого *in vitro*» по актуальности, объему теоретических исследований, новизне полученных данных и выводов, по практической реализации разработанных технологий полностью соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24

сентября 2013 года №842 (в редакции 01.10.2018), а ее автор, **Лосева Анна Ивановна**, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 4.3.3. Пищевые системы и 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Официальный оппонент,
заведующий базовой кафедрой технологии
молока и молочных продуктов Факультета
пищевой инженерии и биотехнологий
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»,
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН



Иван Алексеевич
Евдокимов

ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ

начальник Управления

355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1

Тел. (8652) 95-68-00

e-mail: ievdokimov@ncfu.ru



Лосева А. В.
22 СЕН 2023