

В Диссертационный совет Д 212.287.05 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования
«Уральский государственный экономический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу *Рожнова Евгения Дмитриевича* «**Научно-практические основы технологий напитков из облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides* L. повышенной стабильности**», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

Актуальность темы. Приоритетные направления развития пищевой индустрии, отвечающие «большим вызовам», стоящими перед российским обществом и государством, диктуют необходимость научного обоснования, разработки и масштабного промышленного освоения технологий и инновационных продуктов, отвечающих национальным интересам Российской Федерации, необходимых для повышения качества жизни и востребованных в мире. В этом контексте возрастает актуальность исследований, связанных с хранением и эффективной переработкой сельскохозяйственной продукции, созданием технологий продуктов нового поколения, в том числе, напитков, с использованием традиционного сырья, достижений биотехнологии, принципов ресурсосбережения и являющихся основой инновационного развития внутреннего рынка пищевой продукции. Поэтому тема диссертационного исследования является несомненно **актуальной**, поскольку направлена на решение комплекса научно-практических задач по разработке и реализации биотехнологических решений производства напитков из плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), обеспечивающих стабильное качество готовой продукции при хранении, создающих объективные предпосылки для расширения сырьевой базы, активного вовлечения в промышленную переработку местного растительного сырья и получения инновационной конкурентоспособной продукции, пищевой потенциал которых обусловлен уникальным химическим составом ягод облепихи, позволяющим отнести эту культуру к категории суперфруктов, что отвечает целям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.

Актуальность проведенных исследований, а также научная и практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается тем, что исследования проводились в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ» (рег. номер АААА-А19-119070590017-6), грантов Алтайского края для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (2019–2020 гг.).

Научная новизна результатов диссертационного исследования, выводов и рекомендаций не вызывает сомнения и заключается в научном обосновании биотехнологий напитков плодов облепихи повышенной стабильности.

- Получены новые данные по химическому составу ранних и ультраранних селекционированных в Алтайском крае сортов облепихи, что позволило обосновать их использование в производстве напитков, стабильных при хранении;

- Научно обоснована целесообразность использования ферментных препаратов пектолитического действия для снижения производственно-временных затрат на осветление облепиховых соков;

- Доказано влияние реакционноспособных фенольных веществ малой молекулярной массы, в первую очередь процианидинов, в потемнение соков и сокодержущих напитков из плодов облепихи, что позволило разработать эффективные биотехнологические решения по их получению;

- Впервые научно обоснована и доказана возможность использования симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в технологии безалкогольных ферментированных напитков из облепихи;

- Разработаны математическая модель для проектирования состава и способ производства безалкогольных напитков из облепихи и тыквы с повышенным содержанием каротиноидов, высокой антиоксидантной активностью и увеличенного срока хранения;

- Научно обоснованы технологические решения производства различных видов и типов вин и винных напитков из облепихи с применением ферментных препаратов пектолитического действия и активных сухих винных дрожжей видов *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* и их межвидовых гибридов *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*;

- Впервые научно обоснованы и подтверждены механизмы регулирования биохимического состава винодельческой продукции из

облепихи адсорбционными методами для повышения их стабильности при хранении;

- Впервые предложена математическая модель накопления 5-гидроксиметилфурфурола при производстве винодельческой продукции из облепихи, позволяющая прогнозировать уровень накопления 5-гидроксиметилфурфурола в зависимости от кислотности суслу и длительности теплового воздействия на него. Предложена методика определения 5-гидроксиметилфурфурола в напитках, позволяющая контролировать содержание главного интермедиата реакции Майяра при производстве напитков с применением процессов нагревания.

Практическая значимость представленной диссертационной работы очевидна и заключается в следующем:

- Разработаны технологические решения по производству стабильных при хранении напитков из облепихи за счет использования сорбционных методов удаления из напитков реакционноспособных соединений и химических нестабильных соединений (процианидинов, ионов железа Fe^{3+} , продуктов деградации аскорбиновой кислоты, полимеризации и конденсации полифенольных веществ), что позволит получать сенсорно стабильные напитки с длительным сроком годности;

- Произведены выбор и апробация активных сухих винных дрожжей для производства винодельческой продукции из облепихи, что позволит предприятиям и цехам первичного виноделия осуществлять производство без этапа ведения дрожжей;

- Произведен выбор ферментных препаратов для интенсификации процессов производства сокодержательной и винодельческой продукции из облепихи, определены условия использования пектолитических ферментных препаратов для повышения сокоотдачи и снижения производственных затрат при осветлении соков и виноматериалов;

- Предложена и апробирована методика определения 5-гидроксиметилфурфурола при производстве напитков из облепихи с высокими метрологическими характеристиками, что обуславливает возможность внедрения в лабораториях предприятий отрасли.

- Разработаны программы для ЭВМ, позволяющие осуществлять расчет состава облепихового суслу на основании физико-химических характеристик плодов и сока, оценивать бродильную активность сухих винных дрожжей, физиологическое состояние и жизнеспособность дрожжей на основе теста силы подкисления, осуществлять расчет количества остаточных полифенолов в напитках при обработке препаратами поливинилполипирролидона (ПВП), рассчитывать состав для производства каротиноидсодержащих смузи на

основе тыквы и облепихи, которые могут быть применены на предприятиях отрасли и в учебном процессе. Получены 5 свидетельств о регистрации программ ЭВМ.

- Разработаны 6 комплектов технической документации (ТУ, ТИ) на напитки из облепихи;

- Результаты теоретических и практических исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 19.03.01 и 19.04.01 «Биотехнология», 19.03.02 и 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья» БТИ АлтГТУ.

Новизна разработанных технических решений защищена тремя патентами Российской Федерации.

Степень обоснованности основных научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации, а также их **достоверность** подтверждается глубоким анализом отечественной и зарубежной научно-технической литературы и патентных источников, применением методологии исследования, заключающейся в реализации теоретического понимания проблемы совершенствования технологий напитков из облепихи с позиции регулирования биохимического состава напитков с целью повышения стабильности при хранении, а также большим объемом экспериментального материала, применением инструментальных высокоинформативных методов анализа (ГЖХ, метод капиллярного электрофореза, амперометрии и др.) и современного оборудования, методов математического моделирования, статистической обработкой экспериментальных данных, актами промышленной апробации и внедрения.

Результаты и основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных международных, всероссийских и межрегиональных научно-практических конференциях, семинарах и форумах.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 56 научных работах, в том числе в 1 монографии, 9 статьях в изданиях, индексируемых в базах цитирования Scopus и Web of Science; 20 статьях в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; получены 3 патента РФ на изобретения, 5 свидетельств о регистрации программ ЭВМ.

Поэтому научные положения, выводы и рекомендации следует считать **обоснованными**.

Соответствие автореферата содержанию диссертации. Содержание автореферата и публикаций достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Личный вклад соискателя в разработку исследуемой проблемы состоит в постановке и обосновании проблемы, разработке структуры и дизайна исследований, проведении теоретических и экспериментальных исследований, обработке и анализе полученных результатов, обобщении имеющихся материалов и подготовке их к публикации, организации внедрения результатов.

Структура и объем работы. Материал диссертация изложен на 327 страницах, включает 62 таблицы, 116 рисунков и 389 литературных источников, из них 245 – на иностранных языках.

Основные структурные элементы диссертации: введение, обзор литературы, экспериментальная часть (6 глав), заключение, список литературы и приложения.

Во **введении** изложена актуальность проблемы, освещена степень разработанности темы исследования, поставлена цель и раскрыта сущность решаемых задач, сформулированы научная концепция, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, методология исследований, научные положения, выносимые на защиту; аргументирована степень достоверности результатов исследований и представлен информационный материал по их апробации; отражен личный вклад автора в разработку исследуемой проблемы; приведена информация о структуре и объеме диссертационной работы и количестве опубликованных работ по теме диссертации.

Глава 1 посвящена аналитическому обзору литературных данных в области исследования химического состава плодов облепихи, характеристике современных технологических подходов и перспективных концепций переработки плодового сырья в напитки брожения; а также оценке изменений, происходящих в напитках из облепихи при хранении.

Автором глубоко проанализированы направления переработки плодов облепихи, опубликованные сведения об их химическом составе с точки зрения переработки в напитки, рассмотрен вклад отдельных природных компонентов облепихи (полифенольные вещества, аскорбиновая кислота, липиды, в том числе, жирнокислотный состав) на формирование и изменение сенсорных показателей продуктов переработки облепихи при хранении. С этих позиций диссертантом обоснована целесообразность комплексного аналитического исследования районированных сортов облепихи для выявления наиболее перспективных к переработке в напитки стабильного качества при хранении.

Автором рассмотрены современные технологические решения переработки плодового сырья в безалкогольные и алкогольные напитки; проанализированы изменения, происходящие в напитках из плодов облепихи при хранении, обусловленные их химическим составом; описаны перспективы применения сорбционных технологий для устранения потемнения напитков.

Проведя анализ приведенных в литературе сведений, автор приходит к выводу, что промышленное внедрение технологий напитков из облепихи ограничено за счет наличия в плодах не только облепихового масла, но и широкого перечня реакционноспособных природных соединений облепихи, склонных к участию в процессах окислительного потемнения (неферментативного) продуктов ее переработки. Поэтому, как считает автор, расширение промышленных технологий переработки облепихи в напитки возможно только при разработке биотехнологических приемов повышения эффективности производства и реализации современных методов обеспечения их качества и стабильности.

Обзор научно-технической литературы и патентных источников позволил диссертанту аргументировано поставить цель и определить задачи и направления исследований.

Экспериментальная часть состоит из 6 глав.

В главе 2 «*Организация эксперимента, объекты и методы исследования*» приведена характеристика 12 сортам плодов облепихи, районированным и выращиваемым в Алтайском крае, собранным в период 2011–2020 гг. и используемым диссертантом в работе; сведения о вспомогательных материалах и сырье; дана характеристика применяемых в работе методов исследований, в том числе, в модификации автора.

В главах 3-7 представлены результаты экспериментальных исследований и их обсуждение.

В главе 3 приведены результаты многолетних исследований по изучению химического состава испытуемых плодов облепихи; получены новые данные по химическому составу ранних и ультраранних селекционированных в Алтайском крае сортов облепихи, что позволило диссертанту выделить и обосновать перспективные сорта для производства напитков с позиции формирования вкусового и ароматического профиля, а также сформулировать дифференцированный подход к использованию свежих и замороженных плодов в промышленных технологиях напитков. Полученные результаты послужили основой для разработки технологии соков и сокосодержащих напитков (сокосодержащих нектаров и смузи) из плодов облепихи. Диссертантом выполнен большой объем исследований по обоснованию способов эффективной переработки плодов облепихи при

получении сока, выявлению и устранению причин нестабильности полученных на его основе напитков при хранении, связанные с особенностями химического состава плодов и, прежде всего, с такими нестабильными и реакционноспособными соединениями как аскорбиновая кислота и полифенольные соединения различных классов. При этом автор аргументированно использует современные инструментарию – ферментные препараты и высокотехнологичные сорбционные материалы. Особое внимание уделено разработке продуктов здорового питания типа смузи с применением сока облепихи и решению вопросов обеспечения его стабильности при хранении и сохранению полезных для здоровья природных антиоксидантов – каротиноидов. Эффективность разработанных технологических решений подтверждена в условиях действующего производства ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул. Результаты выполненных исследований представлены в **главе 4**.

В 5 главе автор исследует возможность использования сока облепихи и национальных симбиотических культур чайного гриба (*Medusomyces gisevi*) и рисового гриба (*Oryzomyces indicus*) при получении ферментированных безалкогольных напитков. Результатом этих исследований явилась разработка технологий безалкогольных ферментированных напитков типов «Тибби» и «Комбуча» и практических рекомендаций по увеличению периода их хранения, обеспечивающего безопасность и достойные потребительские свойства, дана характеристика АОА разработанных напитков с облепихой в сравнении с натуральным облепиховым соком во взаимосвязи с содержанием аскорбиновой кислоты и полифенольных соединений, в том числе проантоцианидинов.

Шестая глава посвящена разработкам в сфере создания технологий и формирования качества винодельческой продукции из плодов облепихи. Автором рассмотрен широкий спектр вопросов, решения которых лежат в плоскости аргументации способа брожения, выявления причин нестабильности напитков при хранении, разработки инструментарию для обеспечения качества и повышения стойкости вин и винных напитков при хранении, а также предложений по переработке некондиционных вин и виноматериалов в дистилляты.

Диссертантом продемонстрировано влияние штамма дрожжей на качество облепиховых виноматериалов. Обоснован выбор дрожжей для медово-облепиховых вин и фруктовых облепиховых сидров. Разработана технология фруктовых сидров из облепихи. Результаты выполненных исследований представлены в **главе 7**.

В заключении диссертантом сформулированы основные выводы по выполненной работе, которые базируются на результатах экспериментальных исследований.

В приложении представлены 5 актов о выработке пробных партий напитков по технологиям, разработанным диссертантом, 5 комплектов ТД (ТУ, ТИ) на новый ассортимент напитков, 2 акта внедрения результатов диссертационной работы соискателя, 3 патента на изобретение, 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, в совокупности подтверждающие научную и практическую значимости работы.

Ознакомление с диссертацией позволяет заключить, что представленный в ней материал является результатом большой экспериментальной и аналитической работы, грамотно спланированной, выполненной на высоком техническом и методическом уровне и, несомненно, имеющей научное значение и реальное практическое воплощение.

В целом положительно оценивая диссертационную работу Рожнова Евгения Дмитриевича, имеются следующие замечания:

1. Большой объем экспериментальных исследований, проведенный автором, предполагает использование определенных способов хранения и консервирования ягод облепихи в послеуборочный период, имеющих своей целью сохранение неизменности их природного состава. В главе 3.2 автор приходит к заключению о целесообразности переработки свежей ягоды и замороженной, хранившейся не более 3-х месяцев (режимы замораживания не указаны). Однако, при выполнении дальнейших исследований не понятно, какие ягоды использовал диссертант (свежие или замороженные); если свежие, какие условия хранения были использованы и какие могут быть рекомендованы для предприятий, перерабатывающих свежее ягодное сырье?
2. Для повышения эффективности переработки ягод облепихи при получении сока автор аргументированно использует ферментные препараты пектолитического действия, констатируя, что выбранные препараты обладают комплексом активностей, однако, данных, подтверждающих это заявление не приводит. Отсутствует также информация по оптимуму действия ферментных препаратов, и как она согласуется с условиями, выбранными автором для применения: рН и температура гидролиза. К сожалению, в работе использованы только импортные ферментные препараты. Принимая во внимание, что препараты не охарактеризованы по основным активностям, а их применение указано в % к массе перерабатываемого сырья, как автор планирует адаптировать полученные результаты в случае применения

других пектолитических препаратов, в том числе отечественного производства?

3. Автор дает характеристику составу соков-самотеков, полученных с применением выбранных ферментных препаратов, однако, как меняется состав соков по сравнению с контролем (сок, полученный без применения ФП) не приводит, что затрудняет оценку эффективности применения ферментных препаратов. Не совсем ясно, в расчете на какую удельную единицу (100 г сока или 100 г ягод) произведен расчет содержания природных компонентов ягод в соке? (гл. 4.1, табл. 13-15). Незаслуженно мало внимания уделено анализу химического состава соков, полученных с применением ферментных препаратов. Полученные данные представляли бы особую ценность для характеристики безалкогольных напитков, особенно произведенных на основе неосветленных соков облепихи, которые автор позиционирует как продукты здорового питания.
4. Согласно блок-схемам, представленным в диссертации (гл. 4.2, с. 108; гл. 4.3, с. 122; гл. 4.4, с. 142) получение сокосодержащих нектаров и смузи предусматривает пастеризацию напитков при температуре 65-70⁰С, при такой же температуре проводят пастеризацию мезги при получении облепиховых виноматериалов (раздел 6.3.2, с. 201), а в технологии ферментированных напитков тепловая обработка вообще исключена (глава 5.2, с. 168-169). Есть ли уверенность автора в том, что при рекомендуемых параметрах технологического процесса происходит инактивация фермента и, если да, то результатами каких исследований это подтверждено?
5. Для оценки эффективности применения амилолитического ферментного препарата для обработки пюре тыквы в целях повышения его стабильности целесообразно было бы привести динамику изменения вязкости тыквенного пюре в условиях, аналогичных ферментативной обработке, но без добавления фермента, поскольку, как замечает сам автор, характер изменения кинематической вязкости тыквенного пюре при ферментации подобен кривым, отражающих процесс клейстеризации крахмала, и не позволяет судить о роли ферментов в обеспечении стабильных реологических характеристик пюре.
6. Насколько экономически целесообразно использование рутина как антиоксиданта в технологии смузи для сохранения каротиноидов? В какой мере он сохраняется в готовом продукте? Может быть смысл провести дополнительное обогащение смузи функциональным

ингредиентом бетта-каротином с учетом прогнозируемых потерь при его производстве?

7. Автором разработаны технологии и широкая линейка напитков из ягод облепихи, обоснованы технологические инструментари, применение которых обеспечивает достойные потребительские характеристики и повышенную стабильность напитков при хранении, но, к сожалению, достаточно скупо дана характеристика напиткам, в первую очередь безалкогольным, по химическому составу с позиции присутствия в них полезных для здоровья человека биологически активных и минорных компонентов, носителем которых являются ягоды облепихи, что позволяет отнести их к категории «суперфруктов».
8. В какой мере разработанные технологии можно перенести на действующие предприятия? Технологии достаточно трудоемки и предполагают совмещение сразу нескольких способов обработки при получении готовых напитков. Насколько реально это в условиях действующих предприятий?

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не снижают ценности оппонируемой диссертационной работы.

Выводы диссертации обоснованы, логически вытекают из существа материалов диссертации, соответствуют представленным данным.

Заключение.

Полученные диссертантом результаты имеют выраженные признаки научной и практической значимости, поскольку формируют новый научно-обоснованный подход к реализации технологий напитков из ягод облепихи, базирующегося на применении современных способов интенсификации технологического процесса и регулирования сенсорных характеристик напитков, обеспечивающих достойные потребительские свойства и стабильное качество при хранении.

Все вышесказанное дает основание считать, что диссертационная работа «Научно-практические основы технологий напитков из облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides* L. повышенной стабильности» является значимой завершенной научно-квалификационной работой, выполнена на актуальную тему и посвящена решению важной социально-экономической задачи в сфере развития индустрии напитков из отечественного ягодного сырья, обеспечения их качества и стабильности при хранении; соответствует требованиям, изложенным в п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (с изменениями от 01.10.2018 г.)

"О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор **Рожнов Евгений Дмитриевич** заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор по
специальности 05.18.01 – Технология обработки,
хранения и переработки злаковых,
бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства,
зав. кафедрой «Биотехнология и
технология продуктов биоорганического
синтеза»



Алексеенко
Елена Викторовна

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет пищевых производств»
125080 Москва, Волоколамское ш. 11
e-mail: AlekseenkoEV@mgupp.ru
Тел: +7(926)2454245
+7 (499) 750-01-11, доб. 7041

Подпись Алексеенко Е.В. удостоверяю

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО МГУПП



проф. М.П. Щетинин

«28» октября 2021 г.

