

В совет по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
Д 212.035.04
при ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»

394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, 19

О Т З Ы В

официального оппонента,

доцента кафедры «Технология пищевых производств и биотехнология» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», к.т.н., доцента **Зипаева Дмитрия Владимировича** на диссертационную работу Рукавицына Павла Владимировича на тему «Разработка технологии динамического охмеления в пивоварении: подбор сырья, оптимизация режимов и новые технические решения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»

Актуальность темы диссертационной работы

В Указе «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» № 474 от 21 июля 2020 года, а также в Прогнозе долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года обозначены приоритетные направления динамичного развития экономики России и рекомендован целый ряд показателей на пути получения конкурентоспособной продукции.

Основными драйверами развития области наук о жизни в будущем, в частности, будут являться необходимость обеспечения продовольственной, сырьевой, медицинской и экологической безопасности страны, сохранения ее ресурсного потенциала. Указанные научно-технологические тренды позволят обеспечить достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство.

Некоторыми условиями для успешного и стабильного развития отечественного рынка напитков являются создание и совершенствование технологий напитков на основе отечественных растительных ингредиентов. Немаловажное значение имеет направленное использование растительного сырья с изучением физико-химических, биохимических характеристик, обеспечивающих разнообразие ассортимента и безопасность продукции.

Диссертационная работа Рукавицына П.В. посвящена, в частности, выявлению закономерностей при комбинировании сортов хмеля при внесении хмеля на различных этапах пивопроизводства с оптимизацией условий и продолжительности процесса охмеления, модификацией установки для реализации данного этапа, что является актуальной научной задачей. Ее решение позволит снизить временные, производственные и финансовые затраты при реализации динамического сухого охмеления для разработки новых сортов готовой продукции, увеличить эффективность использования растительного сырья, повысить технико-экономические показатели пивопроизводства, реализовать тенденцию импортозамещения основного сырья в пивоварении, что особенно важно для предприятий малого и среднего бизнеса.

Предложенные диссертантом технические решения при разработке технологии напитков основаны на изучении, систематизации, обобщении и оценке потенциала сырьевых ресурсов, применяемых на этапе охмеления, с целью правильного понимания тенденции развития и направления исследований. Выявление реальных возможностей применения традиционных и альтернативных видов сырья предопределяет разработку оптимальных и рациональных производственных режимов, для повышения эффективности технологий в целом, для повышения конкурентоспособности пивоваренной продукции.

Исходя из этих положений, в диссертационной работе Рукавицына П.В. сформулированы цели и задачи исследований, актуальность которых не вызывает сомнений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Положения, выводы и практические предложения по разработке технологии напитков с применением динамического сухого охмеления, вытекающие из результатов завершенных исследований, научно обоснованы и являются следствием самостоятельно полученных соискателем научных результатов. Достоверность полученных результатов проведенных исследований не вызывает сомнений, подтверждается применением современных методов анализа и измерительных приборов, математической обработкой массива экспериментальных данных. Комплексные исследования проводили в трехкратной повторности, первичные цифровые данные подвергали обработке при помощи общепринятых методов математической статистики с использованием стандартного пакета лицензионных прикладных программ. Соискателем проведена апробация разработок в опытно-производственных условиях.

Основные научные результаты и положения рассмотрены и одобрены при выступлениях диссертанта на научно-технических конференциях различного уровня, опубликованы в научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

С учетом вышеизложенного, научные результаты, основные выводы и рекомендации, приведенные в работе Рукавицына П.В., следует считать обоснованными и достоверными.

Научная новизна работы

При анализе полученных результатов автором сформулирована общая концепция работы, которая представляет собой научное обоснование повышения эффективности использования хмеля при исследовании и оптимизации условий процесса охмеления с совершенствованием аппаратного обеспечения.

Диссертантом осуществлен подбор химических сенсоров с разработкой методики и получением данных для идентификации проб гранулированного хмеля в статическом детектирующем устройстве «пьезоэлектронный нос».

П.В. Рукавицыным теоретически обоснованы параметры технологического процесса с реализацией динамического охмеления для повышения эффективности извлечения целевых компонентов из хмеля. На основании полученных экспериментальных данных разработана методика интегральной оценки качества пива, оптимизированы технологические параметры процесса динамического сухого охмеления с комбинацией линейной интерполяции и аппроксимации нейронной сетью.

Диссертантом впервые экспериментально доказано отсутствие влияния хмеля на индекс репарации и индекс накопления цитогенетических нарушений с помощью микроядерного теста в буккальном эпителии человека.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа Рукавицына П.В. состоит из введения, 6 глав, основных выводов и результатов, списка литературы из 135 источников, в том числе 96 – на иностранных языках, объем работы составляет 158 страниц машинописного текста, содержит 46 рисунков, 29 таблиц. В работе представлены 6 приложений, в которых приведен расчет экономической эффективности, данные экспериментов по исследованиям индекса репарации и индекса накопления цитогенетических нарушений в буккальном эпителии человека, а также сведения, подтверждающие апробацию, практическую значимость и достоверность результатов исследований.

В первой главе «Анализ и перспективы применения динамического сухого охмеления» приведена характеристика плодов хмеля как растительного сырья для пивоварения, систематизированы сведения о роли компонентов хмеля в пивоварении и современных методах анализа. Обоснованы цели применения сухого охмеления в современном пивоварении, показана необходимость интенсификации технологических процессов с целью сохранения свойств сырья и расширения ассортимента продукции.

Во второй главе «Организация экспериментов. Объекты и методы исследования» описаны основные объекты, изучаемые показатели, охарактеризованы экспериментальные методы, методики исследований, указаны способы математической обработки полученных экспериментальных данных. Приведена структурно-логическая схема экспериментальных исследований.

В третьей главе «Исследование технологических свойств хмеля с помощью систем с искусственным интеллектом» акцентировано внимание на разработке методики, которая обеспечивает получение качественных и количественных критериев, позволяющих объективно принимать решение как о степени идентичности проб сортового хмеля различных лет урожая, так и для оценки изменений органолептических характеристик в процессе хранения.

В четвертой главе «Исследование режимов сухого охмеления» представлены сведения о влиянии основных параметров процесса сухого охмеления на физико-химические показатели пива. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по динамике экстрагирования горьких, ароматических и полифенольных соединений хмеля в пиво при реализации сухого охмеления, проведена количественная оценка эффективности перехода компонентов хмеля в пиво.

Разработан математический аппарат для получения аналитических дифференцируемых функций показателей эффективности процесса охмеления от продолжительности процесса, температуры и состава хмелей, что позволяет их использовать для решения общей задачи оптимизации. Рассчитаны оптимальные технологические параметры процесса сухого охмеления.

В пятой главе «Исследование влияния хмеля на безопасность полупродуктов пивоваренного производства» представлены результаты по обеспечению контроля качества и безопасности пищевой продукции с исследованием влияния хмеля *in vivo* на частоту аберраций клеток с помощью микроядерного теста в буккальном эпителии человека.

В шестой главе «Практическое применение результатов исследований» приведены сведения о реализации пивопроизводства с применением установки

для сухого охмеления, а также расчетные данные по основным финансово-экономическим показателям производства пива на предприятиях малой мощности с указанием экономического эффекта, полученного при реализации разработанных технологических режимов.

В заключении сформулированы основные выводы и практические рекомендации, которые логично резюмируют приведенные в диссертации материалы исследований, полностью отвечают на вопросы, поставленные в цели и задачах работы.

Теоретическая, практическая значимость и апробация результатов работы

Диссертантом обоснованы количество сенсоров, продолжительность пробоподготовки и измерения, границы допустимых отклонений, изменение объема равновесной газовой фазы, природа и масса покрытий на электродах при реализации методики оценки ароматобразующих компонентов хмеля.

П.В. Рукавицыным сформулирован принцип расчета эффективности перехода ароматических соединений (мирцен, β -кариофиллен, фарнезен, α -гумулен, линалоол, гераниол) и нелетучих компонентов хмеля (гумулиноны, альфа-кислоты, изо-альфа-кислоты, полифенолы) в пиво при реализации сухого охмеления.

Разработан математический аппарат – комбинация линейной интерполяции и аппроксимации радиальной нейронной сетью – для расчёта оптимальных технологических параметров процесса сухого охмеления: сорт Saphir, длительность процесса 12 ч, температура 3,0 °С; сорт Chinook, продолжительность процесса 10,5 ч, температура 3,0 °С.

Полученные данные и закономерности применяются для проведения образовательного процесса при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 19.03.02, 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья» (дисциплины «Технологии отрасли», «Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья», «Технологические процессы отрасли», «Современные методы исследования свойств сырья и продуктов

бродильных производств», «Научные основы повышения эффективности производства пищевых продуктов из растительного сырья», «Интенсификации технологических процессов броидильных производств»).

Диссертантом разработан способ идентификации проб гранулированного хмеля с применением химических сенсоров в статическом устройстве «пьезоэлектронный нос», детектированием нескольких компонентов легколетучей фракции запаха, визуализацией индивидуального профиля химического состава аромата проб.

Для практического использования усовершенствована установка с интенсификацией экстрагирования ароматических веществ хмеля в пиво, снижением расхода хмеля в 2–3 раза и потерь пива на 15 % по сравнению со статическим способом сухого охмеления, предложены рецептуры напитков, что позволит увеличить ассортимент и конкурентоспособность продукции.

Новизна технических решений и практическая значимость работы подтверждена патентом на изобретение № 2670651 «Способ установления идентичности проб гранулированного хмеля по запаху с применением химических сенсоров» и патентом на полезную модель № 187478 «Установка для сухого охмеления пива».

Разработаны проекты технической документации на сорта пива с применением сухого охмеления: технологическая инструкция по производству пива «Индийский Пэйл Эль», ТУ 11.05.10–553–02068108–2022, ТИ к ТУ 11.05.10–553–02068108–2022. Указаны физико-химические и органолептические показатели готовой продукции, параметры технологического процесса, режимы и сроки хранения разработанной продукции.

Основные финансово-экономические показатели выполненных разработок доказывают экономическую целесообразность внедрения разработанных технологических и технических разработок в производство: расчетный экономический эффект от реализации предлагаемых технических и технологических решений составляет 1719,30 тыс. руб. при производстве 90000 дал пива в год.

Проведена апробация разработанных рецептур и технологий в опытно-промышленных условиях ООО «Пивовар».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ (2 статьи, цитируемых в базе Web of Science), 9 статей в изданиях РИНЦ, в том числе по материалам докладов на всероссийских и международных конференциях, 1 патент РФ на изобретение, 1 патент на полезную модель.

Соответствие диссертации специальности, по которой работа представлена к защите

Диссертационная работа Рукавицына П.В.. соответствует пунктам 2, 8, 12 паспорта специальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства, по которой она заявлена для защиты.

Соответствие автореферата основным положениям.

Автореферат достаточно объективно отражает содержание диссертационной работы, текст логично изложен, противоречий и разночтений с содержанием работы нет. По содержанию, структуре, объему и оформлению автореферат соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

Замечания по диссертационной работе.

При рассмотрении работы возник ряд вопросов и замечаний:

1. стр. 47 п. 3.1. Не ясно, чем руководствовался автор при выборе растворов с целью модификации пьезокварцевых резонаторов АТ-среды с базовой частотой колебаний 10 мГц?

2. На стр. 48-49 дается указание на производителей хмеля 1 и 2 представленных на рис. 3.2, однако, не ясно к какому производителю

соответствуют тот или иной представленный на рисунке Стандарт 1 и 2 и что это за производители?

3. Не ясно, почему изучению ароматобразующих компонентов хмеля с применением химических сенсоров были подвергнуты только два сорта хмеля, когда в свою очередь в табл. 2.1 на стр. 37 шесть сортов хмеля представлены в качестве объектов исследований?

4. На стр. 73 указывается, что при изучении физико-химических характеристик различных образцов охмеленного пива в качестве контроля было выбрано стандартное пиво. Не ясно, что оно из себя представляло и с помощью хмеля какого сорта и содержания α -кислот проводилось его охмеление?

5. На стр. 78 приводятся данные по дегустационной оценке пяти сортов пива и диапазон оценивания изучаемых напитков случайным дегустаторами. Однако автором не приводится шкала дегустационной оценки. Какова она?

6. В тексте диссертационной работы имеются опечатки, описки и неточности. Кроме того, на всех графиках главы 4 (рис. 4.1 – 4.12) отсутствуют доверительные интервалы характеризующие погрешность эксперимента.

Замечания носят дискуссионный характер и не снижают практическую ценность и научную значимость диссертационной работы соискателя.

Заключение.

Диссертация Рукавицына Павла Владимировича на тему «Разработка технологии динамического охмеления в пивоварении: подбор сырья, оптимизация режимов и новые технические решения» является законченным научным исследованием. Внедрение результатов проведенных исследований внесет существенный вклад в теорию и практику получения пивоваренной продукции. Полученный научно-практический материал широко опубликован в тематических изданиях, что позволяет сделать вывод о высоком уровне выполненной работы, которая полностью соответствует требованиям п. 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (ред. от 11.09.2021 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Считаю, что автор диссертационной работы, представленной к защите – Рукавицын Павел Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Официальный оппонент, доцент,
кандидат технических наук по научной специальности
05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов
и биологических активных веществ»,
доцент кафедры «Технология пищевых производств
и биотехнология»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»»

Зипаев Дмитрий
Владимирович

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская д. 244, тел.: +7(846) 3322069, dvz7@mail.ru

Подпись Зипаева Д.В. заверяю
Учёный секретарь
ФГБОУ ВО «СамГТУ», Д.В.



Ю.А. Малиновская

« 12 » мая 2022 г.