

В диссертационный совет
Д 212.088.11 на базе ФГБОУ ВО
Кемеровский государственный университет
г. Кемерово, ул. Красная, 6

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Миленького Ильи Олеговича на тему
«Исследование и совершенствование процесса охмеления пивного сусла с
помощью роторно-пульсационного аппарата», представленную на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности
05.18.12 - Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки)

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа Миленького И.О. представленная на
рецензирование состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы
и приложений. Основное содержание изложено на 120 страницах, общий объем
материалов с учетом приложений включает 137 страниц, в том числе 10 таблиц
и 68 рисунков, 99 литературных источников отечественных и зарубежных
авторов.

1 Актуальность темы диссертационной работы

Пивоваренная индустрия за последние десятилетия осуществила прирост
производственных мощностей. Начало XXI века ознаменовано началом
стремительного технического развития отечественной пивоваренной отрасли
промышленности, направленного на увеличение объемов производства пива,
расширение его ассортимента и повышение качества. Инженерное оснащение
пивоваренных производств претерпело кардинальные изменения – существенно
усовершенствованы традиционные процессы, применяются принципиально
новые технологические операции и конструктивные разработки. Технический
арсенал современных производств пополнился широким спектром уникальных
процессов и специализированного технологического оборудования. В силу

своей новизны и оригинальности эти процессы и оборудование в большинстве своем не только в РФ, но и за рубежом изучены пока недостаточно.

В пивоварении процесс охмеления пивного сусла играет важную роль в химической и микробиологической стабилизации состава сусла и придания ему специфических органолептических свойств. Известно, что хмель придает суслу приятную хмелевую горечь и характерный аромат, улучшает цвет пива и оказывает на него бактерицидное действие. Поэтому, в процессе охмеления пивного сусла протекает ряд важных технологических операций: экстрагирование и изомеризация горьких веществ хмеля.

Применяемые в промышленности способы охмеления пивного сусла не дают достаточно эффективного выхода экстрактивных веществ, специфических компонентов хмеля. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет применения новых технологических способов и оборудования в производственном процессе. Обзор известного оборудования для охмеления пивного сусла показал, что применение роторно-пульсационного аппарата (РПА) является перспективным способом для интенсификации процесса охмеления. Поэтому, исследования внедрения РПА в технологическую линию производства пива и разработка нового способа охмеления пивного сусла, являются актуальными для пивоваренных производств.

2 Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Соискателем корректно анализируются известные достижения и теоретические научные положения по вопросам процесса охмеления пивного сусла с применением роторно-пульсационного аппарата (РПА).

Диссертационная работа выполнена в логической последовательности и системно изложена, что свидетельствует об обоснованности приведенных в работе выводов и рекомендаций. Тема диссертационной работы соответствует научной специальности. Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов не вызывает сомнений и подтверждается большим объемом экспериментального материала, а также проведением опытно-

промышленных испытаний в условиях реального производства. Экспериментальная работа проведена на высоком методическом уровне с использованием современных методов исследования (кибернетический подход и регрессионный анализ).

Установленные в работе закономерности не противоречат основным опубликованным результатам. По каждой главе соискатель сформулировал результаты и выводы, которые позитивно комментируют положения, выносимые на защиту. Итоги работы обобщены в разделе «Заключение», где автором сформулировано шесть выводов как результат решения каждой поставленной задачи.

3 Научная новизна полученных результатов, положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования

Представленная на рецензию диссертация выполнена соискателем, является полностью самостоятельной работой, направленной на решение задач актуальных для предприятий пивоваренной промышленности. Соискатель, поставив цель, сформулировал основные задачи и реализовал их в процессе выполнения теоретических, практических и экспериментальных исследований. К основным результатам, имеющим научную новизну, можно отнести следующие: получены уравнения регрессии, описывающие процесс выхода изогумулонов хмеля в зависимости от переменных, представляющих собой рациональные технические и технологические параметры работы роторно-пульсационного аппарата.

Научно обоснован способ охмеления пивного сусла с применением РПА, позволяющий сократить продолжительность технологической операции в 1,5 – 2 раза по сравнению с классическим способом, увеличить выход горьких веществ хмеля (изогумулонов) в 2,07 раза.

Получена динамическая модель процесса охмеления пивного сусла на основе кибернетического подхода с применением структурно-параметрической идентификации, которая позволяет подобрать оптимальные физические параметры экстракции хмеля в РПА (зазор между ротором и статором,

температура обрабатываемой среды, частота вращения ротора, время обработки) для обработки смеси пивного суслу или промывных вод с хмелем, позволяющих обеспечить наибольшую экстракцию изогумулонов хмеля.

Основные положения, рассматриваемой диссертации научно обоснованы, подтверждены метрологическим обеспечением определения экспериментальных результатов, применением стандартных методов физико-химического анализа, статистической обработкой массива данных и промышленной апробацией в условиях производства.

Материалы диссертации представлены и обсуждены на следующих конференциях и форумах регионального и международного уровня: Инновационный конвент «Кузбасс», Кемерово, 2016 г; IX Евразийский экономический форум молодежи, Екатеринбург, 2018 г; конкурс «Продовольственная безопасность»; II Международная научно-практическая конференция, Екатеринбург, 2018; Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии», Кемерово, 2016 г. По материалам диссертации опубликовано 14 работ. Из них: 2 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 патента РФ; 1 в издании, проиндексированном в базах научного цитирования Scopus и Web of Science.

4 Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с действующими требованиями ВАК РФ.

5 Вопросы и замечания по диссертационной работе

Проведенная экспертиза рукописи позволила сформулировать ряд вопросов и замечаний:

1. На стр.7 в подглаве 1.1 при описании технологической схемы производства пива автор употребляет термины «пивные напитки» и «пиво», не уточняя различий в данных понятиях и ссылаясь только на ГОСТ 31711-2012 Пиво. Основные технические условия.

2. При перечислении процессов, происходящих при охмелении пивного сусла, приведенных на с.10, не были указаны следующие процессы: повышение цветности и кислотности сусла; образование редуцирующих веществ; изменение содержания диметилсульфида и других летучих веществ.

3. На с.39 автор сообщает, что при проведении экспериментов контрольным образцом являлось охмеленное пивное сусло, полученное классическим способом. Требуют уточнения технологические особенности проведения данного процесса. Чем обоснован выбор данного сорта хмеля? Какую дозировку гранулированного хмеля сорта Магнум использовали для контрольного образца и какова была длительность кипячения?

4. Приведенное на рисунке 3.9 (с.43) значение показателя изогумулона в хмелевом экстракте после 2-х минутной обработки – 31,57 мг/дм³ не соответствует описанию его содержания в тексте – 37,57 мг/дм³ на с.45.

5. На с.48 автор подчеркивает, что содержание полифенолов (150-200 мг/дм³) и высокомолекулярной фракции белка А в сусле (12-14 мг/100 см³) у всех образцов соответствует норме, но при этом не приводит ссылку на нормативные документы, в которых они указаны.

6. Чем можно объяснить изменения зависимости содержания изогумулона в охмеленном сусле на основе первых промывных вод от длительности обработки и частоты вращения ротора в РПА при $T = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $s = 0,1\text{ мм}$, не характерные для других параметров РПА (рис. 3.22, с.50)?

7. Требуется пояснение утверждение автора «...повышение температуры обрабатываемой среды увеличивает показатели выхода изогумулонов». Пояснить, чем вызвано увеличение содержания изогумулона во всех образцах при повышении температуры среды до $85\text{ }^{\circ}\text{C}$? Можно ли повысить интенсивность процесса изомеризации гумулонов с помощью еще более высоких температур в данном эксперименте? (с. 60).

8. Для более полной оценки качественных показателей экспериментального пива (с хмелевым экстрактом, приготовленным в РПА), по нашему мнению, следовало бы провести сравнение его физико-химического

состава с пивом, произведенным по классической технологии и сделать соответствующие выводы.

9. Согласно результатам сравнительной дегустационной оценки образцов готового пива, приведенным в дегустационном акте (с.132), опытный образец пива «Жигулевское» с хмелевым экстрактом, приготовленным в роторно-пульсационном аппарате, несколько уступал по вкусу контрольному образцу, произведенному по классической технологии. В чем причины ухудшения вкуса, и какие корректировки в технологии или рецептуре возможны для устранения данного недостатка?

10. В тексте работы встречаются неудачные речевые обороты, неточные выражения и опечатки: с.22: данная конструкция обладает корпус и крышку; с.33: хмель является многолетним вьющимся и двудомным; с.34: на стадиях охлаждения и брожения сусла, пренебрегая осаждением.....; в названиях к рисункам 3.44 и 3.35: зазор между ротором и статором должен быть $s = 0,1$ мм; с.76 название рисунка 3.43: «Зависимость содержания изогумулона от температуры при частоте вращения ротора $s = 0,1$ мм»; с.81 название рисунка 3.46: «Зависимость содержания изогумулона от температуры при частоте вращения ротора при $s=0,3$ мм».

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают научную и практическую ценность оппонируемой диссертационной работы.

6 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

На основании проведенной экспертизы диссертации, автореферата, а также публикаций автора считаю, что диссертационная работа на тему «Исследование и совершенствование процесса охмеления пивного сусла с помощью роторно-пульсационного аппарата» является законченным, целостным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на должном научном уровне. Диссертационная работа отвечает требованиям п. II п. 9-14 «Положения о присвоении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

