

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук Ермолаева Сергея Вячеславовича на
диссертационную работу **Зеленьковой Анны Валентиновны**
**«БИОТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ОВСЯНОГО СОЛОДА:
ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и
биологических активных веществ

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность научных исследований А.В. Зеленьковой определяется выполнением их в соответствии с основными направлениями Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ №1364-р от 29.06.2016г.), ориентированной на приоритетное развитие научных исследований в области питания населения, направленных на повышение качества продукции и продвижение принципов здорового питания, создание условий для производства пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества; а также приказу Минсельхоза России №342 от 25.06.2007 «О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года» по приоритетному направлению в области разработки биотехнологических процессов переработки сельскохозяйственного сырья.

Увеличение объемов производства пищевой продукции и укрепление собственной конкурентоспособной отрасли АПК невозможно без внедрения прогрессивных технологий обеспечения безопасности продуктов питания. Результаты научных исследований А.В. Зеленьковой послужат предложением предприятиям для изготовления и выпуска в обращение пищевой продукции, отвечающей принципам здорового питания, в том числе обогащенной пищевой продукции. В результате это приведет к повышению доли качественной пищевой продукции в структуре продовольственного рынка, прежде всего отечественного производства, как отмечено в Стратегии и Концепции.

В настоящее время в отечественной солодовенной промышленности, несмотря на полную обеспеченность пивоваренным и квасным солодом, приготовленными, в основном, из ячменя, пшеницы и ржи, практически не производят солод из овса и не выпускают ферментированный овсяный солод. При этом следует учитывать, что в нашей стране выращивается значительное

количество овса (по объемам производства Россия находится на первом месте в мире, производя 4,6-5,5 млн т ежегодно - а в мире 23 млн т) и есть резерв для увеличения посевов этой зерновой культуры, тем более, что наиболее крупные производители овса – это Сибирский федеральный и Приволжский округа – регионы, где ячмень пивоваренного качества практически не выращивается. Таким образом, за счет использования овса в производстве напитков, можно расширить сырьевую базу производства пивобезалкогольной продукции.

В связи с расширением ассортимента пивных и солодовых напитков, как на больших предприятиях, так и на крафтовых пивоварнях, необходимы отличные от светлого ячменного солода – основного сырья - другие виды солода. И, как оказалось в последнее время, когда растет интерес потребителя к пиву верхового брожения – элям и стаутам - требуется в качестве сырья и овсяный солод, производство которого сосредоточено в Западной Европе (Бельгии, Великобритании). Поэтому расширение сырьевой базы индустрии напитков брожения за счет овса с созданием новых видов солода целесообразно. Важнейшими научно-техническими задачами служит и расширение ассортимента и объемов производства зерновых напитков за счет использования разных, в том числе, новых видов зернового сырья.

Предлагаемая А.В. Зеленьковой технология овсяного ферментированного солода актуальна и позволит предприятиям расширить ассортимент продукции, увеличить выпуск продуктов высокого качества, снизить расход зернового сырья на единицу продукции, улучшить сбраживаемость напитков брожения, приготовленных из него. Поставленная задача по совершенствованию технологии солода из овса решена диссертантом на основе исследования биотехнологических аспектов получения ферментированного солода.

Следует учитывать, что в России и мире ферментированный солод производится в незначительных количествах в силу более сложных технологических приемов и особенностей технологии из такого вида сырья и органолептических свойств продуктов. В связи с этим обоснование и разработка технологии производства овсяного ферментированного солода и солодовых напитков на его основе определяют актуальность данной работы.

Новизна исследований и полученных результатов

На основании изучения биохимических особенностей (белкового и углеводного состава), антиоксидантной активности, аминокислотного состава овса отечественных сортов и влияния ферментов препарата Церемикс 6XMG, обладающего амилолитической, глюканазной, протеазной активностями (аналогичными активностям солода), а также ксиланазной и

пентозаназной, на изменение амилолитической, протеолитической и цитолитической способностей овсяного солода, разработана технология ферментированного овсяного солода с применением биокатализатора микробного происхождения. Получены уравнения регрессии для проведения расчетов ферментативной способности в зависимости от режима проращивания овса; оптимизированы режимы процесса ферментации овсяного солода с помощью математических методов с варьированием температуры, влажности и продолжительности процесса. На основании результатов исследований разных сортов овса впервые рекомендовано использование овса сорта Козырь для производства солода. С помощью математического моделирования обоснованы рациональные и оптимальные условия процессов проращивания и ферментации овсяного солода с учетом параметров (температуры, влажности солода, продолжительности процесса и дозировки ферментного препарата). В работе применяли современные инструментальные, физико-химические и микробиологические методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, выполняя статистическую обработку данных.

На основании перечисленного, диссертантом впервые разработана научно-обоснованная технология ферментированного овсяного солода и солодовых напитков с его применением. Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение «Способ производства ферментированного овсяного солода».

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и рекомендаций соискателя, сформулированных в диссертации

Достоверность представленных в диссертации результатов вытекает из тщательной подготовки и проведения опытов, их воспроизводимости, статистической обработки экспериментальных данных с использованием методов математического моделирования технологических процессов, проверки результатов исследования в производственных условиях. Все сформулированные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации обоснованы с учетом литературных данных и подтверждены результатами научных исследований и на предприятии; публикациями и актами о производственных испытаниях результатов работы.

Структура диссертации традиционная. Диссертация состоит из введения, обзора научно-технической литературы, результатов исследований, выводов. В приложении приведены акты производственных испытаний, расчет экономической эффективности, технические условия и

технологические инструкции по производству солода ферментированного овсяного; напитков Солодового и Карамельного, приготовленных с использованием разработанного солода; копии дипломов Минсельхоза России «Лучший по профессии», патент на изобретение.

Значимость для науки и практики диссертационной работы А.В. Зеленьковой состоит в научном обосновании и разработке технологии ферментированного овсяного солода и напитков брожения из него.

Диссертация изложена на 135 стр., с приложениями – на 164 стр. Список литературы включает 134 источника; содержит 57 рисунков и 41 таблицу.

В обзоре литературы (глава 1) автор приводит результаты патентно-информационного поиска о перспективных направлениях в совершенствовании технологии солода из нетрадиционного сырья; целесообразности использования овса в бродильных производствах, также особенности технологии солода и солодовых напитков. На основании проведенного анализа литературы обоснованно сформулированы цель и задачи диссертационной работы, определены методы их решения, структурированы исследования, направленные на решение актуальной задачи по производству нового вида ферментированного солода.

В главе 2 «Организация эксперимента, объекты и методы исследований» представлена структурная схема теоретических и экспериментальных исследований. Объектами исследований выбран овес сортов Борец, Яков, Айвори, Козырь, рожь сорта Таловская 15 (в качестве контроля), ферментный препарат Церемикс 6XMG, ферментированный солод и солодовые напитки. Экспериментальные данные подвергали математической обработке. Для оценки адекватности математической модели проведен дисперсионный анализ (ANOVA) эксперимента в программе DesignExpert (Stat-EaseInc.).

В работе использовали традиционные и современные методы исследования, в том числе определяли содержание аминокислот на аминокселекторе LC-20 Prominence, высших спиртов – методом газовой хроматографии (Хромос ГХ-1000); углеводов – методом ВЭЖХ с рефрактометрическим детектированием на жидкостном хроматографе марки Agilent серии 1220 Infinity LC, оснащенной колонкой Zorbax. Осуществляли микрофотографирование препаратов солодового сусла.

В главе 3 «Обоснование выбора сырья для производства ферментированного солода. Исследование особенностей биосинтеза гидролитических ферментов» отражен выбор сырья для производства ферментированного солода - овес сорта Козырь; отражен режим проращивания. В работе приведена оптимизация процесса солодоращения по

температуре, продолжительности процесса, степени замачивания солода, дозировки ферментного препарата. Оптимизация процесса солодоращения была выполнена с применением метода полного факторного эксперимента 2^4 с использованием центрального композиционного ротатабельного униформпланирования эксперимента (ЦКРП). Математическая модель процесса солодоращения представлена в виде полинома 2-й степени. Получены уравнения регрессии 2-го порядка, адекватно описывающие процесс солодоращения, из которых можно выделить факторы, более всего влияющие на изучаемый процесс.

Для определения оптимального режима солодоращения использован метод неопределенных множителей Лагранжа. Установлено, что максимальные значения ферментативной способности овсяного солода составляют: амилалитической 356 ед/г, протеолитической 63,4 ед/ г и цитолитической 405,1 ед/г и достигаются при температуре 15 °С, влажности солода 48,9 %; продолжительности солодоращения 4,8 сут и дозировке ферментного препарата Церемикс 6ХМГ 0,88 кг/т зерна, что послужило основой для разработки технологии солода.

В главе 4 «Технология ферментированного овсяного солода. Исследование белкового и углеводного состава» отражены результаты исследований по влиянию основных технологических факторов на процессы проращивания, ферментации и сушки овсяного солода и обоснованы выбранные технологические режимы ферментации. Обоснование этого режима ферментации в диссертации следующее: температура клейстеризации крахмала овса 58,0-59,5°С, поэтому в этом интервале температур клейстеризованный крахмал становится более доступным для воздействия амилаз. Гидролиз веществ эндосперма зерна происходит под действием накопленных ферментов при повышении температуры в слое солода от 18 до 59-67 °С и влажности 52-56 %. В результате происходит накопление продуктов гидролиза полисахаридов и белков из-за воздействия гидролитических ферментов, оптимальная температура для которых 60-65°С, что наиболее близко к интервалу температур исследуемого процесса. Благодаря повышенной влажности, эти ферменты эффективнее гидролизуют высокомолекулярные субстраты эндосперма солода. Приведена разработанная принципиальная технологическая схема получения ферментированного овсяного солода. На рис. 5 и 6 автореферата и рис 4.7 и 4.9 диссертации приведено графическое отражение изменений ферментативных активностей солода на стадиях ферментации и сушки. В исследованиях установлено, что в готовом солоде, полученном по

разработанному режиму, активность протеолитических ферментов в 2,4 раза выше, чем в полученном по традиционному способу, а амилолитических выше в 5 раз. Определены важные технологические показатели ферментированного солода, полученного по разным режимам: влажность, экстрактивность, кислотность, цветность, содержание общего азота.

Исследование фракционного состава белков овса в процессе проращивания показало, что суммарное количество альбуминов и глобулинов овса за время проращивания возрастает с 32 до 55 % от общего количества белков в овсе, а количество проламинов и глютелинов уменьшается на 18,6 % от количества их в исходном зерне, что положительно может сказаться на сбраживании и стойкости готовых напитков.

Диссертантом установлено, что при получении ферментированного солода по предлагаемому режиму увеличивается количество аминокислот, за исключением фенилаланина, тирозина и пролина (содержание которых уменьшается в среднем на 12-36 %). Общее количество свободных аминокислот в исследуемом солоде возрастает на 38,35 %. При проращивании овса увеличивается содержание аминокислот метионина, лизина, глицина, валина и аспарагиновой кислоты на 72-55 %, остальных аминокислот - на 25-40 %. При ферментации овсяного солода в течение 10 ч суммарное накопление аминокислот составляет 37,45%, а отдельных аминокислот от 37 до 53 %. Исключение: пролин, глицин и изолейцин (прирост составляет 25-28%). За дальнейшие 3 ч процесса ферментации количество аминокислот увеличивается незначительно - на 6,39 % из-за термической инактивации протеаз. При сушке овсяного солода по предлагаемому режиму общее количество аминокислот снижается на 32,3 %.

Также исследована динамика изменения свободных сахаров при приготовлении ферментированного овсяного солода: при проращивании количество свободных сахаров возрастает в 4-6 раз; в процессе ферментации в солоде увеличивается количество свободных углеводов (глюкозы, мальтозы - преобладающее количество, и небольшое - фруктозы, изомальтозы, сахарозы), что правильно обосновывается действием амилолитических ферментов в благоприятных для них температурных условиях. Также найдена убыль углеводов солода и образования веществ, участвующих в реакции меланоидинообразования.

В главе 5 «Технология солодового напитка с применением ферментированного солода» отражен процесс получения солодового напитка с использованием светлого ячменного, а также ферментированных овсяного или ржаного солода. Для этого предложен режим затирания зернопродуктов

и сбраживания полученного овсяного сусла разными расами дрожжей. В качестве контроля был выбран образец, приготовленный с использованием светлого и карамельного ячменного солода. Как положительное следует отметить, что обоснованно отражено, что сусло, приготовленное с применением ферментированного овсяного солода, имело благоприятный для действия дрожжей углеводный и аминокислотный состав, а пивные дрожжи расы W 34/70 наиболее интенсивно сбраживали полученное сусло.

Изучение процесса сбраживания солодового сусла с применением различных видов микроорганизмов при 8-10 °С в течение 18 ч показало, что характеристики обоих опытных образцов напитков соответствуют стандарту на напитки солодовые ГОСТ 54464-2011, как по кислотности, экстрактивности, содержанию спирта, диоксида углерода, так и по содержанию высших спиртов (сивушного масла), что делает их пригодными к безопасному производству.

Таким образом, в результате исследований разработаны технология ферментированного овсяного солода с применением биокатализатора микробной природы Церемикс 6ХЛ и солодового сброженного напитка из него, для чего оптимизированы технологические режимы проращивания и дозировка препарата. На основании результатов исследований составлена нормативно-технологическая документация. Технология проверена в производственных условиях.

Рассчитанные автором экономические эффекты как от предлагаемой технологии ферментированного солода из овса, так и от использования этого солода в производстве напитков подтверждают целесообразность выработки солода по усовершенствованной технологии.

В результате автором разработана и научно обоснована технология ферментированного солода из зерна овса, который можно использовать взамен части ячменного и ржаного солода в производстве пивных, солодовых напитков и кваса.

Основной материал диссертации опубликован в печати.

Соответствие диссертации критериям, установленным Положением

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук А.В. Зеленьковой – это научно-квалификационная работа, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития солодовенной и пивобезалкогольной отрасли пищевой промышленности страны.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые

для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В данной диссертации, имеющей прикладной характер, приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях: 19 опубликованных работ, в том числе 1 патент и три публикации в изданиях, рекомендованных ВАК, отражают основное содержание диссертации.

Достоинства и недостатки по содержанию, оформлению, языку и стилю диссертации и автореферата

Отмечая актуальность поставленной в диссертации задачи, теоретическую и практическую значимость полученных результатов и завершенность работы, следует сделать следующие замечания.

1. В литературном обзоре подробно приведена статистика не по производству отечественного солода, а отражен импорт солода в нашу страну. Кроме того, в разделе «Современное состояние рынка солода и зерновых напитков» на рис. 1.5 «Структура производства солода», на круговой диаграмме, солод светлый ячменный, отмеченный голубым цветом, составляет ничтожную часть в общем объеме, хотя в нашей стране это основной вид солода – до 98%, значительная часть которого успешно производится отечественными солодовенными предприятиями. То есть отечественная солодовенная промышленность полностью обеспечивает пивоваренное производство светлым ячменным солодом, а квасное – ржаным. Причем, производство солода растет. Также на стр. 15 диссертации написано, что доля ферментированного солода составляет 1/3 от неферментированного. Но ферментированного солода в нашей стране не производят, за исключением ржаного ферментированного солода в очень малом количестве для квасного производства. Данные для этого раздела диссертантом взяты с сайта рекламно-информационного журнала <http://foodmarket.spb.ru> и популярных сайтов компаний.

В диссертации анализ производства солода в нашей стране следовало проводить по данным Росстата или других официальных информационных источников.

К сведению. В 2019 г. производство солода в России составило 1382 тыс. т, что на 9,1 % выше 2018 г. А только за первое полугодие 2020 г. отечественная промышленность произвела 714,4 тыс. т, что на 3,6% выше,

чем в первом полугодии прошлого года. Согласно официальным данным, по импорту в 2019 г. было получено всего 83,3 тыс. т или 5,7% от суммарного количества или 6% от отечественного солода, в основном, для специальных оригинальных сортов пива. То есть, отечественная солодовенная промышленность практически полностью обеспечивает пивобезалкогольную отрасль страны солодом.

2. Проблематично осуществление процессов меланоидинообразования при температурах 58-67°C, как указано у автора (глава 4, стр. 12 автореферата, стр. 83 диссертации). Корректнее было написать, что при этих температурах происходит процесс образования компонентов меланоидинов: редуцирующих сахаров и аминокислот - вследствие гидролиза биополимеров при оптимальных для действия гидролитических ферментов температур. А меланоидинообразование происходит при более высоких температурах в процессе сушки свежепросоженного солода.

3. Более высокую ферментативную активность показал свежепросоженный солод из овса сорта Борец (рис. 3.2; 3.3 и 3.4 на стр. 61-62 диссертации). Но в итоговой таблице 3.2 (стр. 63) показано, что у свежепросоженного солода сорта Козырь наиболее высокая активность всех гидролитических ферментов. В автореферате это несоответствие не прослеживается, так как приведена только итоговая табл. 2, стр. 9, аналогичная табл. 3.2 стр. 63 диссертации, по характеристике активностей.

4. Можно было бы предложить использование полученного ферментированного солода, например, для хлебопечения, что было бы актуальным, как вследствие характерных особенностей солода, так и стремления потребителей приобретать оригинальные сорта хлеба.

5. В тексте диссертации допускаются неточности и небрежности, например, на титульных листах технологических инструкций (в приложении) написано «технические инструкции». В оглавлении следовало указать разделы приложения (что требуется по ГОСТ Р 7.0.11-2011). Список литературы не алфавитный, не систематический и не хронологический, как регламентирует стандарт на оформление диссертаций ГОСТ Р 7.0.11-2011. Каждый из рисунков 3.8, 3.9, 3.10 диссертации расположен на двух страницах, что затрудняет восприятие графического материала.

Вышеуказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Мнение о научной работе соискателя

Диссертационная работа А.В. Зеленковой является законченной научно-исследовательской работой, в которой решены актуальные научные задачи по разработке биотехнологии овсяного ферментированного солода и расширению ассортимента приготовленных из него напитков.

Оценивая диссертационную работу Зеленковой Анны Валентиновны на тему «Биотехнология ферментированного овсяного солода: особенности производства и перспективы применения» в целом, считаю, что работа актуальна. В ней решены вопросы увеличения сырьевой базы производства напитков за счет применения биотехнологических приемов получения овсяного солода, обладающего высокой биокаталитической активностью и антиоксидантной способностью.

Работа выполнена на высоком теоретическом и практическом уровне, содержит новые сведения, представляющие интерес для специалистов, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автореферат и 19 опубликованных работ, в том числе 1 патент и три публикации в изданиях, рекомендованных ВАК, отражают основное содержание диссертации. Выводы обоснованы и подтверждены приведенными результатами и апробацией в промышленности.

Представленная работа полностью отвечает всем требованиям, в том числе п.9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020 «О порядке присуждения ученых степеней (вместе с Положением о присуждении ученых степеней»)), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Зеленкова Анна Валентиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ.

Официальный оппонент
кандидат технических наук,
генеральный директор ООО «Группа БАС»



Ермолаев Сергей Вячеславович

25 ноября 2020 г.

Шифр специальности Ермолаева Сергея Вячеславовича 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
ООО «Группа БАС»
Почтовый адрес: 121069 г. Москва, ул. Поварская, 31/29, этаж II, помещение IV, офис 35
e-mail: sergey.v.ermolaev@gmail.com. Тел. +7 (903) 549-8882