

*04.03.20 № 1.03/1808*

## О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента факультета пищевых биотехнологий и инженерии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» **Бараковой Надежды Васильевны** на диссертационную работу Ковалевой Татьяны Сергеевны на тему «Биотехнология этанола с использованием ячменя и мультиэнзимной композиции: гидролиз биополимеров сырья, оптимизация и интенсификация технологических процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ»

### Актуальность темы

Диссертационная работа Ковалевой Т.С. посвящена актуальной проблеме совершенствования технологии получения этанола из ячменя на основе применения высокоэффективных ферментных препаратов, действующих на биополимеры зерна, на стадии водно-тепловой обработки зерновых замесов.

Целесообразность проведения подобных исследований связана с необходимостью расширения сырьевой базы для производства спирта, с поиском путей эффективного использования всех составных частей зернового сырья. В отличие от пшеницы, из-за повышенного содержания в ячмене гемицеллюлоз, ячменные замесы имеют высокую вязкость, поэтому использование его для спиртового производства требует решения ряда проблем, которые автору успешно удалось решить в представленной работе.

## **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена данными, полученными в 3–5 кратных повторностях, и их статистической обработкой. Для получения и обработки экспериментальных данных использованы современные высокоэффективные методы исследований и статистического анализа и соответствующие математические программы. Все сформулированные в работе научные положения, выводы и рекомендации обоснованы с учетом литературных данных. Результаты исследований докладывались на научно-практических конференциях различного уровня и опубликованы в открытой печати.

## **Структура и объем работы**

Структура диссертационной работы традиционна для подобного рода исследований и включает вводную часть, пять глав, основные выводы и результаты, список используемых источников из 148 наименований, в том числе 70 – на иностранных языках.

**Во введении** диссертантом обоснована актуальность проблемы, определены цель и задачи исследований, отражена научная новизна работы, практическая значимость полученных результатов, представлены научные положения, выносимые на защиту.

**В главе 1** приведена характеристика сырья спиртового производства, показатели амилолитических, протеолитических, цитолитических ферментов, используемых в спиртовой промышленности для гидролиза биополимеров зернового сырья, указаны продуценты и субстратная специфичность действия этих ферментов. Проанализировано современное состояние спиртовой отрасли и доказана необходимость применения более совершенных схем водно-тепловой обработки сырья, использующих высокоэффективные ферментные препараты.

**В главе 2** представлено описание объектов и методов исследования, в т. ч. сырья и материалов, применяемых в производстве этанола.

**Экспериментальная часть** содержит результаты, полученные лично автором, и их обсуждение.

**В главах 3, 4, 5**, посвященных влиянию мультиэнзимной композиции на процессы, сопровождающие водно-тепловую обработку, осахаривание и сбраживание суслу из зерна ячменя, найдены оптимальные параметры



этих процессов. Изучены вязкостные характеристики зерновых замесов, кинетика гидролиза крахмала. Исследовано воздействие различных источников азотного питания на процесс дрожжегенерирования в спиртовом производстве, а также влияние препаратов протеазы Proluve BS Liquide и фитазы Kingphos на бродильную активность спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII.

Также отражена динамика сбраживания ячменного сусла и накопления в зрелой бражке побочных продуктов брожения.

Экспериментальная часть построена логично, изложена в доступной форме.

**Основные выводы и результаты** автора логически следуют из экспериментально полученных данных, отличаются новизной и отражают основное содержание диссертационной работы соискателя.

**В приложениях** приведены схема производства этилового спирта, расчет продуктов спиртового производства (по предложенной технологии) и экономический расчет эффективности внедрения данной технологии.

Необходимо отметить высокий научно-методический уровень ведения исследований, полноту освещения результатов в опубликованных научных работах.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов работы**

Предложенная автором технология этанола из ячменя испытана в опытно-производственных условиях ООО «Аннинский спиртзавод» (Воронежская область, 2018 г.) Новизна технических решений подтверждена патентом РФ «Способ получения этилового спирта» № 2653432 от 08 мая 2018 г.

В диссертационной работе Ковалевой Т.С. даны рекомендации по снижению дозировки  $\alpha$ -амилазы и глюкоамилазы на стадии водно-тепловой обработки за счет их частичной замены мультиэнзимным комплексом. Такой технологический прием также приводит к увеличению содержания в сусле сбраживаемых углеводов, повышению выхода спирта, сокращению времени брожения и уменьшению общего содержания примесей в зрелой бражке.

Финансово-экономические показатели данных технологических разработок доказывают экономическую целесообразность их внедрения.

### **Апробация работы**

Главные положения диссертационной работы опубликованы в научных изданиях, доложены и обсуждены на ежегодных научных сессиях ФГБОУ ВО



«ВГУИТ», на конференциях различного уровня и выставках: «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья» (Воронеж, 2014, 2016, 2017); «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2015); «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» (Воронеж, 2015, 2016); «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (Воронеж, 2016); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 120-летию со дня рождения С. Е. Харина «Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности» (Воронеж, 2016); «Инновационные разработки молодых ученых Воронежской области на службу региона» (конкурс проектов по программе «У.М.Н.И.К.») (Воронеж, 2016); «Инновационные технологии сельского хозяйства, пищевого производства и продовольственного машиностроения» (Воронеж, 2017); «Topical areas of fundamental and applied research XIII: Proceedings of the Conference» (North Charleston, SC, USA, 2017); «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение в рамках Евразийской технологической платформы “Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания”» (Воронеж, 2017, 2018); «Перспективы и проблемы инновационного развития социально-экономических систем» (Воронеж, 2018); «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения» (Москва, 2018); «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2018, 2019).

За научные исследования в области совершенствования предложенной технологии постановлением правительства Воронежской области № 1147 от 20.12.2018 г. Ковалевой Т. С. присуждена премия в области науки и образования и присвоено звание «Лауреат премии правительства Воронежской области среди молодых ученых».

### **Соответствие специальности**

Диссертационная работа Ковалевой Татьяны Сергеевны по содержанию и результатам выполненных исследований соответствует паспорту специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ» (пп. 2, 3, 4).



## **Публикации, в которых изложены основные научные результаты**

По материалам диссертационного исследования опубликовано 39 научных работ, в т. ч. 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 25 статей в изданиях РИНЦ, получен патент РФ.

## **Соответствие автореферата основным положениям**

Автореферат диссертации Ковалевой Т. С. оформлен в соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, в полной мере отражает содержание диссертации с указанием перечня опубликованных работ соискателя.

## **Замечания по диссертационной работе**

По диссертационной работе имеется ряд замечаний.

1. В работе недостаточно обоснованы исследования реологических характеристик зерновых замесов из ржи и пшеницы, если тема диссертации посвящена разработке технологии этилового спирта из ячменя.
2. В работе отсутствует обоснование, почему расчет ферментных препаратов целлюлолитического и протеолитического действия проводился в расчете на г крахмала, а не на г того компонента, на который направлено действие ферментного препарата, или на г сырья.
3. Не совсем понятно, почему расчет ферментного препарата ViscoStar 150L, используемого для снижения вязкости ячменного замеса, проводился не по дозе внесения ксиланазы, которая и осуществляет гидролиз пентозанов, обуславливающих высокую вязкость ячменного замеса, и является основным ферментом в препарате ViscoStar 150L, а по  $\beta$ -глюканазе.
4. В работе проведены исследования по влиянию степени деструкции сырья на реологические характеристики замесов, но в разработанной (предлагаемой) технологии не указано, какова же должна быть степень деструкции ячменя.
5. На стр.111 в разделе «Основные выводы и результаты» не указан состав мультиэнзимной композиции и дозы внесения ферментных препаратов, входящих в ее состав, которые позволили в условиях проводимого эксперимента снизить вязкость ячменного замеса на 82% относительно контрольного образца. Что в данном случае являлось

контрольным образцом – замес без ферментных препаратов или замес с дозой внесения  $\alpha$ -амилазы в количестве 1,00 ед. АС/г крахмала?

6. При определении оптимального режима вводно-тепловой обработки ячменного замеса не указано, какова должна быть температура выдержки замеса в течение 2,5ч.

7. На рисунке 5 не указано, при какой дозе внесения глюкоамилазы была определена температура осахаривания – 60°C.

8. На стр. 75 непонятно, на основании чего сделан вывод, что по данным рис.4.3 при использовании комплекса ферментных препаратов (видимо, на стадии ВТО) сокращается расход глюкоамилазы с 6,0 до 4,0 ед.

9. При анализе процесса брожения (рис.5.3) непонятно, что является контрольным образцом: сусло, полученное с применением только  $\alpha$ -амилазы на стадии водно-тепловой обработки замеса, а опытным образцом является сусло, приготовленное с участием мультиэнзимной композиции, либо в качестве контрольного образца использовалось сусло, приготовленное с мультиэнзимной композицией, но без дополнительного внесения ферментных препаратов фитазы и протеазы.

10. При определении примесей в зрелой бражке не указана марка хроматографа и режимы проведения хроматографического анализа.

11. По тексту диссертации присутствуют неудачные выражения (стр. 16, стр. 37, стр. 43, стр. 50, стр. 70, стр. 102 диссертации, стр. 10, стр. 11, стр. 13 автореферата).

Приведенные замечания не снижают научную значимость и практическую ценность диссертационной работы.

## **Заключение**

Диссертационная работа Ковалевой Татьяны Сергеевны на тему «Биотехнология этанола с использованием ячменя и мультиэнзимной композиции: гидролиз биополимеров сырья, оптимизация и интенсификация технологических процессов» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основе экспериментальных исследований и анализа полученных результатов предлагается решение важной задачи использования в получении этанола проблемного сырья и расширения сырьевой базы спиртовой промышленности.

Структура диссертационной работы и автореферата соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.



Представленная к защите диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. № 1168 от 01.10.2018 г.), а ее автор Ковалева Татьяна Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,

доцент, доцент факультета

пищевых биотехнологий и инженерии

ФГАОУ ВО «Национальный

исследовательский университет ИТМО»

Баракова Надежда Васильевна

«4» марта 2020 г.

Подпись Бараковой Н.В. заверяю.

Зам.директор мегафакультета

биотехнологии и низкотемпературных систем

университета ИТМО

к.т.н.



Тамбулатова Екатерина Викторовна