

## **О Т З Ы В**

**официального оппонента Сухих Станислава Алексеевича на диссертационную работу Баженова Елисея Александровича «Разработка технологии ферментных препаратов протеолитического действия из вторичного рыбного сырья», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ»**

Диссертационная работа представляет собой аналитико-экспериментальное решение социально-значимых прикладных задач по разработке технологии ферментных препаратов из вторичного рыбного сырья. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 233 источника, в том числе 56 иностранных. Работа изложена на 226 страницах текста, содержит 13 приложений.

### **Актуальность темы выполненной диссертации**

Переработка вторичного рыбного сырья в Калининградской области, как и в других регионах России, стоит очень остро. Ежегодно в регионе образуется около 100 тысяч тонн отходов, которые используются для переработки в кормовые продукты или вывозятся на полигоны и свалки, загрязняя окружающую среду. Одним из перспективных технологических направлений является производство ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб. Пищеварительные органы рыб содержат такие активные ферменты как протеазы, амилазы, липазы и другие. Эти ферменты широко используются в пищевой, фармацевтической, химической и других отраслях промышленности. Потребность в ферментных препаратах для различных отраслей промышленности растет, но производство ферментов в России недостаточно. Основное количество потребляемых ферментов импортируется, что отрицательно влияет на развитие всех связанных сегментов производства и коммерциализации. Преобладающими производимыми ферментами являются препараты микробиологического синтеза. Но имеется большая потребность в ферментах из животного сырья. В качестве такого сырья выступают пищеварительные органы гидробионтов. Разрабатывавшиеся ранее технологии получения ферментов из отходов разделки океанических и морских рыб являются основой для обработки рыбного сырья в изменившихся условиях рыболовства. Объектами промысла становятся рыбы прибрежного рыболовства, пресноводных водоемов, прудовые и разводимые в условиях аквабиотехнологии. В Калининградской области значимыми объектами прибрежного рыболовства являются сельдь балтийская (салака), судак, лещ, из объектов аквакультуры – форель речная, лососевые.

Реализация технологий производства ферментных препаратов из вторичного рыбного сырья в Калининградской области позволит решать задачи повышения эффективности использования рыбного сырья; а также обеспечения защиты окружающей среды от загрязнения. Одним из перспективных направлений является использование ферментных технологий при получении ценных продуктов с высокой добавленной стоимостью. Ферменты из пищеварительных органов рыб можно использовать для улучшения качества рыбных и мясных продуктов. Они могут повысить пищевую ценность продуктов, улучшить вкус и аромат. Кроме того, ферменты рыбного происхождения могут успешно использоваться при производстве кормов для животных и в рыбоводстве. Ферменты способствуют улучшению пищеварения животных, усвоения ими питательных веществ, а также повышают продуктивность. Разработка и внедрение новых технологий переработки вторичного рыбного сырья в Калининградской области позволит повысить эффективность использования рыбных ресурсов, улучшить качество жизни населения за счет сохранения окружающей среды.

С учетом сказанного тема диссертационной работы является актуальной, своевременной и востребованной.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе**

Научные положения диссертационной работы соискателя научно обоснованы и не вызывают сомнений.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, обеспечивается и подтверждается корректной постановкой цели и задач исследования и обоснованным применением современных и адекватных методов их решения; анализом широкого перечня литературных источников, содержащих результаты исследований отечественных и зарубежных авторов по рассматриваемой проблеме. Среди достоинств отмечу применение математического моделирования для изучения оптимальных параметров экстрагирования ферментов.

#### **Достоверность и новизна полученных результатов**

Приведенные в работе научные положения, выводы и рекомендации достаточно аргументированы, основаны на фундаментальных научных знаниях, учитывают общепринятые теоретические закономерности, опираются на достоверные экспериментальные данные и являются их логическим следствием.

Достоверность выводов и научных положений диссертационной работы подтверждается широкой апробацией результатов исследования в печати (12 научных работ, в том числе 2 в научных журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ, 1 патент РФ № 2777067, 1 публикация в изданиях международной базы Scopus).

### **Научная новизна работы**

Научная новизна диссертационной работы заключается в обосновании необходимости получения ферментных препаратов с добавленной стоимостью из пищеварительных органов рыб Северо-Западного региона. В ходе исследования был изучен химический состав пищеварительных органов промысловых рыб Северо-Западного региона, что позволило научно обосновать технологию производства препаратов протеолитических ферментов из пищеварительных органов судака, леща и сельди балтийской (салаки). Технологические режимы разработаны для операций экстрагирования ферментов, ультразвуковой обработки гомогената и обезжиривания ферментного раствора сепарированием. С использованием метода математического планирования эксперимента установлены оптимальные параметры процесса экстрагирования ферментативно-активных белков. Были исследованы свойства полученных ферментных препаратов, включая оптимальные уровни pH, температуры гидролитического действия, термостабильность ферментов и эффективность гидролиза белковых субстратов с получением фрагментов различного молекулярно-массового состава. Также были определены молекулярные массы ферментов в получаемых комплексах, оценена возможность получения высокоочищенных препаратов с использованием ионообменной хроматографии. Это открывает перспективы для производства из рыбного сырья высокоактивных ферментных препаратов.

### **Значимость полученных результатов диссертации для науки и производства**

Научная значимость исследования заключается в теоретическом обосновании переработки пищеварительных органов промысловых рыб Северо-Западного региона России, а также в том, что результаты исследования дополняют научные знания в области производства и использования ферментных препаратов протеолитического действия с заданными свойствами.

Уникальность технологического подхода подтверждена патентом Российской Федерации (Патент РФ №2777067 «Способ получения ферментного препарата протеолитического действия»).

Практическая значимость экспертируемой работы заключается в разработке технологии производства протеолитических ферментов из пищеварительных органов промысловых рыб. Автором разработан пакет технической документации на протеолитические ферментные препараты из пищеварительных органов промысловых рыб Северо-Западного региона. Разработанная соискателем технология апробирована в ООО «Биотех» и в производственных условиях ООО «Апрельское» (пос. Суворово Калининградской области).

Также из положительного хотелось бы отметить, что результаты диссертационной работы используются в учебном процессе при подготовке студентов бакалавриата и магистратуры по направлениям 19.03.01 и 19.04.01 – Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология»).

### **Замечания по диссертации:**

Отмечая актуальность, научную обоснованность и практическую значимость диссертационной работы, необходимо обратить внимание автора на недостатки научного исследования:

1. Раздел 1.2 диссертационной работы (страницы 14-18) включает в себя анализ рынка ферментов в России, который содержит неактуальные данные за период 2009-2016 гг. Данные же за 2022 год представлены в виде прогноза (страница 16 диссертационной работы). Автору следовало бы уделить больше внимание и представить статистический анализ производства и потребления ферментных препаратов за последние 5 лет и представить прогноз по данным РБК на следующие 5-10 лет.

2. Соискателю следует пояснить, почему для исследований выбраны в качестве объекта охлаждённые или замороженные пищеварительные органы судака и леща, пищеварительные органы сельди балтийской (салаки) и охлажденные пищеварительные органы форели ручьевой. В чем именно преимущества данного сырья перед другими видами рыбной продукции.

3. Рисунки, на которых представлена салака или балтийская сельдь, судак (*Sander luciperca*) и лещ (*Abramis brama*), представленные на страницах 76-77 диссертационной работы, оформлены без соблюдения требований ГОСТ 7.0.11-2011 и ГОСТ 2.105-95. Считаю, что информация, представленная в диссертационной работе (страницы 75-77), характеризующая промысловых рыб (судак, лещ и салаку) не носит никакой научной новизны, и ее не следовало представлять в разделе 3 Характеристика вторичного рыбного сырья. Также не следует начинать раздел диссертационной работы с рисунков (раздел 3.4, страница 138).

4. В таблице 3.1.1 (страницы 79-80 диссертационной работы) представлены эмпирические данные проб №1-№3, однако в тексте отсутствует описание, характеризующие данные пробы. Из текста диссертационной работы не понятно, в чем отличие проб №1-3 друг от друга. Также эмпирические данные, характеризующие массовый состав желудочно-кишечных трактов судака и леща, (таблица 3.1.1) представлены без статистической обработки.

5. Отсутствует статистический анализ эмпирических данных, представленных в таблицах 3.1.3 (страница 82), 3.1.5 (страница 84), 3.2.2 (страница 92), 3.2.3-3.2.5 (страница 98), 3.2.10 (страница 106), 3.2.11-3.2.12 (страницы 109-110), 3.2.13 (страница 111), а также указанных на рисунках 3.1.1-3.1.2 (страница 85), 3.2.1 (страница 93), 3.2.2 (страница 94), 3.3.1 (страница 114), рисунок 3.3.2 (страница 116), рисунок 3.3.3 (страница 117), рисунок 3.3.4 (рисунок 118).

6. Считаю, что автор диссертационной работы избыточно представил в разделе 3 «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ» методику определения активности протеолитических ферментов. Данная информация должна содержаться в разделе 2 «ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ» диссертационной работы. В разделе 3 диссертационной работы автор должен указывать только результаты собственных исследований и их анализ.

7. На странице 71 диссертационной работы (раздел 2.4) автор указывает, что на основании результатов предварительных исследований, а также с учетом априорной информации и литературных данных из параметров, обуславливающих процесс в целом, выделены два фактора, оказывающие наиболее существенное влияние на эффективность экстрагирования ферментов: температура при экстрагировании и продолжительность экстрагирования. Однако ссылки на источники научной литературы не представлены.

8. Следует пояснить, для каких целей автор изучал изменение кислотного числа липидов мороженых пищеварительных органов рыб в процессе хранения (страница 82 диссертационной работы). Не совсем понятно, как эти данные связаны с разработкой технологии ферментных препаратов протеолитического действия.

9. Автору следует пояснить, почему при определении оптимальных параметров процесса экстрагирования ферментов из пищеварительных органов рыб (страницы 96-97) он выбрал для исследования только три точки активной кислотности (рН 2,5, 9,5 и 10,0) и продолжительность процесса 3,0, 5,0 и 7,0 ч.

10. Автор ошибочно назвал процессуальную схему производства ферментных препаратов протеолитического действия (рисунок 3.3.6, страница 135) технологической.

Также обращаю внимание, что соискателю следовало бы указать на схеме технологические режимы процессов.

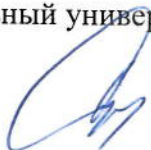
Приведенные замечания и пожелания носят частный характер и не снижают высокого уровня работы в целом

### Заключение

На основании проведенной экспертизы диссертации, автореферата, а также публикаций автора считаю, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, содержащей теоретически и практически значимые решения для пищевой промышленности. Выполненная диссертационная работа в полной мере соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ 24.09.2013 г., а ее автор Баженов Елисей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

Заведующий лабораторией микробиологии  
и биотехнологий Федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта»,  
доктор технических наук, доцент



Сухих Станислав Алексеевич

Почтовый адрес:

236040, г. Калининград, ул. Университетская, 2, каб. 328,

тел.: +7-4012-595595, доб 5005, эл. почта: [SSuhikh@kantina.ru](mailto:SSuhikh@kantina.ru)

