

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук

**Коротковой Татьяны Германовны** на диссертационную работу Васильева Александра Вячеславовича на тему «Разработка технологии получения растительно–углеводного белкового концентрата (РУБК) на основе отходов пивоваренной промышленности», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.6 Биотехнология

### **Актуальность работы**

В пищевой промышленности образуется большое количество различных побочных продуктов и отходов производства. Самым крупнотоннажным из них является пивная дробина. В год в России при производстве пива накапливается более 1 млн. т пивной дробины влажностью 70–90%. Пивная дробина богата белками, жирами, клетчаткой и незаменимыми аминокислотами. В связи с этим её реализуют на корм скоту в нативном виде. Однако в основной массе пивная дробина сбрасывается в городскую канализацию или на поля фильтрации, что приводит к увеличению нагрузки на очистные сооружения и загрязнению окружающей среды токсичными газами при брожении.

Одним из перспективных способов решения проблемы утилизации пивной дробины является переработка её в углеводно–белковый кормовой продукт посредством глубинного гетерофазного культивирования микроорганизмов в средах на её основе. Однако, процесс производства кормового белка является достаточно энергоёмким. Улучшить технико-экономические показатели производства кормовых дрожжей возможно, если заменить энергоёмкие процессы сепарации и вакуум-концентрирования микробных суспензий на фильтрование с возвратом фильтрата на стадию приготовления питательной среды (рециклом). Также перспективным вариантом является замена условно патогенных микроорганизмов (принадлежащих к роду *Candida*), традиционно используемых для данных целей, на непатогенные

микроорганизмы, что позволяет снизить издержки на дополнительную очистку отходов производства кормового белка от остатков микроорганизмов.

Другой проблемой, требующей решения, является крупнотоннажный отход сельского хозяйства – птичий помёт, которого в птицеводческих хозяйствах страны ежегодно накапливается около 25 млн. т. Проблема его утилизации экологически приемлемыми способами стоит практически перед всеми птицефабриками. В то же время, птичий помёт богат минеральными веществами и после предварительной обработки и стерилизации может служить их источником в средах для культивирования микроорганизмов.

Практическое решение изложенных проблем, направленное на переработку и утилизацию отходов производства, является актуальным.

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

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается корректным использованием известных методов анализа и обработки информации для обоснования полученных результатов, базирующихся на современных научных знаниях в области химии, биохимии и технологии получения растительно–углеводного белкового концентрата.

Диссертант использует научные методы полученных результатов, основываясь на литературных и собственных экспериментальных данных, полученных с использованием современных методов физико-химического анализа, как спектрофотометрия и иммерсионная микроскопия. Обработка экспериментальных данных проведена с использованием пакетов прикладных программ Metlab и Microsoft Excel, статистический анализ – с использованием SSPS (статистический пакет для социальных наук) версия 20.0.

Таким образом, использование современных методов экспериментальных исследований и средств проведения измерений не дают оснований для сомнений в их достоверности.

## **Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

В работе была впервые установлена возможность замены минеральных солей в данных средах на фильтрат гидролизата куриного помёта и доказана полноценность получаемых сред. Подобраны оптимальные условия подготовки пивной дробины для максимального накопления биомассы микроорганизмов *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*.

## **Значимость для науки и практики научной работы**

Разработана энергосберегающая малоотходная технология переработки пивной дробины в растительно–углеводный белковый концентрат (РУБК) путём глубинного гетерофазного культивирования микроорганизмов в средах на основе ферментативных и кислотных гидролизатов пивной дробины с последующей фильтрацией и рециклом фильтрата КЖ, что значительно сокращает отвод технологических стоков. Разработан вариант с добавлением фильтрата гидролизата куриного помёта в среду в качестве источника минеральных веществ и микроэлементов. В данной технологии отсутствуют энергоёмкие стадии концентрирования биомассы сепарацией и вакуум-концентрированием, которые заменены энергосберегающим процессом фильтрации. Разработанная технология позволяет частично решить проблему утилизации таких крупнотоннажных отходов, как пивная дробина и куриный помёт. Данную технологию можно использовать на модульных установках как в составе крупных промышленных предприятий или кормоцехах, так и непосредственно на пивоваренных заводах.

## **Достоинства диссертации, включая содержание и оформление**

Диссертационная работа изложена в традиционной последовательности и включает введение, три главы, основные выводы и результаты, список литературы и приложение.

*Во введении* обоснована актуальность исследования, цель и задачи работы, её научная новизна и практическая значимость.

*В первой главе* представлен обзор литературы, в котором приведены данные по различным известным и используемым в настоящее время в мире способам переработки пивной дробины. Подробно рассмотрены способы переработки пивной дробины с получением на её основе белковых кормовых продуктов путём культивирования различных микроорганизмов, проанализированы существующие в настоящее время в мире способы утилизации куриного помёта, уделено большое внимание рассмотрению различных способов предобработки углеводсодержащих растительных отходов и способам выделения биомассы микроорганизмов. Автором изучены и критически проанализированы известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам переработки пивной дробины с получением кормовых продуктов на её основе, а также способы переработки птичьего помёта.

*Во второй главе* описаны объекты и методы исследования, использованные в диссертационной работе при выполнении экспериментов и анализе полученных результатов.

*В третьей главе* приведены экспериментальные данные, полученные в ходе выполнения работы по подбору оптимальных условий гидролиза пивной дробины (кислотного, ферментативного, а также смешанного), с целью достижения максимального накопления биомассы кормовых микроорганизмов (*Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*) в средах на основе полученных гидролизатов пивной дробины. Рассмотрена возможность замены раствора минеральных солей в получаемых средах на фильтрат гидролизата куриного помёта. Исследован способ выделения получаемой биомассы микроорганизмов – фильтрование через различные фильтрующие материалы с целью подбора оптимального из них. Получаемый растительно–углеводный белковый концентрат охарактеризован по содержанию сырого протеина и проверен на патогенность. На основании проведённых исследований разработана технологическая схема получения растительно–углеводного белкового концентрата в 2-х вариантах – использование раствора минеральных солей и его замена на гидролизат куриного помёта при

приготовлении питательных сред для культивирования микроорганизмов. Оценены технико-экономические показатели предлагаемого производства растительно–углеводного белкового концентрата и установлена его рентабельность.

Приведенные в диссертации *выводы* соответствуют поставленным задачам.

Материал представлен в строгом соответствии с содержанием, достаточно проиллюстрирован экспериментальными и расчетными данными, представленными в виде 75 рисунков и 19 таблиц. Список использованной литературы включает 200 наименований, в том числе 59 иностранных авторов. Диссертация аккуратно оформлена.

### **Публикация основных результатов диссертации**

Основные результаты диссертации опубликованы в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки РФ. По материалам диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

### **Соответствие автореферата основным положениям**

Автореферат отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям. Диссертация соответствует паспорту научной специальности ВАК 1.5.6 Биотехнология по направлениям исследования п.2. «Исследование и разработка требований к сырью (включая вопросы его предварительной обработки), биостимуляторам и другим элементам и оптимизация процессов биосинтеза» и п.3. «Изучение и разработка технологических режимов выращивания микроорганизмов-продуцентов, культур тканей и клеток растений и животных для получения биомассы...».

### **Замечания по диссертации**

1. Чем обоснован выбор штаммов дрожжей *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica* и дрожжеподобного гриба *Endomycopsis fibuligera*?

2. Как объяснить выбор давления в 1,0 ати при кислотном гидролизе пивной дробины в автоклаве?
3. Чем обоснован выбор ферментного препарата Целловиридин для ферментативного гидролиза пивной дробины?
4. Какие имеются предложения по размещению планируемого производства растительно–углеводного белкового концентрата с использованием в качестве сырья одновременно отходов производства пива и птицеводческих комплексов и по способам доставки сырья на производство?
5. Как утилизируются отходы после гидролиза и фильтрации птичьего помёта?
6. В работе разработаны: технологическая схема производства углеводно–белкового кормового продукта на основе пивной дробины с использованием солей в качестве источника минеральных веществ и технологическая схема производства углеводно–белкового кормового продукта на основе пивной дробины с использованием куриного помёта в качестве источника минеральных веществ. Следовало бы подтвердить полученные технологические и технические решения патентами РФ на изобретения.

Сделанные замечания не снижают общих достоинств работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Васильева Александра Вячеславовича «Разработка технологии получения растительно–углеводного белкового концентрата (РУБК) на основе отходов пивоваренной промышленности» является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, направленной на решение важной задачи – биотехнологической переработки отходов пивоваренной промышленности и птицеводства в кормовой продукт.

Диссертационная работа имеет прикладное значение с широким внедрением в практику. Результаты работы базируются на значительном объёме экспериментальных исследований. Представленные результаты достоверны, выводы и заключения вполне обоснованы.

По объему выполненных исследований, методическому уровню их проведения, научной новизне и значимости полученных результатов исследования для науки и практики диссертационная работа полностью соответствует требованиям пп.9-11, 13, 14, «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции постановления от 25.01.2024), предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор работы Васильев Александр Вячеславович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.6 Биотехнология.

Официальный оппонент:

доктор технических наук (05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств; 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства), доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
Тел. +7(918)130-96-39, e-mail: [korotkova1964@mail.ru](mailto:korotkova1964@mail.ru)

  
« 27 » ноября 2024 г.

Короткова Татьяна Германовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

Почтовый адрес: 350072, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2.

+7(861)255-25-32

+7(861)274-65-71

[prem@kubstu.ru](mailto:prem@kubstu.ru)

Проректор по научной работе  
и инновациям



Шапошников Валентин Васильевич