

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Васильева Александра Вячеславовича «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

Диссертация Васильева Александра Вячеславовича представляет собой поисковое научное исследование комплексного характера, включающее большое количество лабораторных экспериментов по гидролизу отхода пивоваренного производства – пивной дробины, куриного помёта, глубинному гетерофазному культивированию кормовых микроорганизмов и фильтрации получаемых культуральных суспензий.

**Актуальность темы диссертации** определяется перспективами разрабатываемой технологии, обеспечивающей получения высококачественного растительно–углеводного белкового концентрата (РУБК) с одновременным решением проблемы утилизации таких крупнотоннажных отходов, как пивная дробина и куриный помёт.

Производство пива характеризуется образованием большого количества отходов, основным из которых является пивная дробина. В среднем за год на пивоваренных заводах страны накапливается более 1 млн. т пивной дробины.

Несмотря на значительные успехи в вопросах переработки пивной дробины, эта проблема ещё окончательно не решена, и большая часть её не идёт в дальнейшую переработку. Некоторая часть дробины идёт на корм скоту в нативном виде, но такой способ утилизации ограничен низким сроком хранения и трудностями перевозки скоропортящейся дробины на большие расстояния. Существуют технологии сушки пивной дробины с получением кормового продукта, но сухая пивная дробина не может

рассматриваться как полноценный кормовой продукт для нежвачного скота в связи с низким содержанием витаминов и минеральных веществ.

Еще одной нерешённой проблемой является накопление на птицеводческих комплексах страны большого количества (до 25 млн. т в год) жидкого куриного помёта, загрязняющего окружающую среду. Лишь небольшая его часть подвергается переработке в органическое удобрение.

**Цель работы** состоит в разработке энергосберегающей малоотходной технологии переработки пивной дробины в растительно–углеводный белковый концентрат посредством глубинного гетерофазного культивирования кормовых микроорганизмов, в том числе с добавлением обработанного куриного помёта как источника минеральных веществ.

### **Характеристика содержания диссертации**

Диссертационная изложена в традиционной манере, занимает 226 страниц машинописного текста, содержит 75 рисунков, 19 таблиц и включает введение, три главы, выводы и список литературы, включающий 200 наименований, а также 1 приложение, представляющее собой экономическую оценку предлагаемой технологии.

**Во введении** обсуждается актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, а также научная новизна и практическая значимость работы.

**Первая глава** представляет собой аналитический литературный обзор, в котором представлены данные по различным известным и используемым в настоящее время в мире способам переработки пивной дробины, а также куриного помёта. По результатам анализа многочисленных литературных данных выявлено, что пивная дробина достаточно богата как углеводами, так и другими питательными веществами, чтобы использоваться в качестве компонента как питательных сред для культивирования различных микроорганизмов, так и компонентом пищевых продуктов. В то же время, куриный помёт богат как органическими, так и неорганическими азотом, фосфором, а также калием, кальцием, и другими макро- и микроэлементами,

что обуславливает его применение, прежде всего в качестве удобрения. Однако, на переработку идёт лишь небольшая часть куриного помёта. В главе также подробно описаны способы предобработки (гидролиза) углеводсодержащих пищевых и сельскохозяйственных отходов, а также способы выделения биомассы микроорганизмов из культуральных сред.

**Вторая глава посвящена** описанию объектов исследования и основных методик экспериментальных исследований, аналитического контроля экспериментов и обработке полученных результатов.

**В третью главу** автор свел все экспериментальные данные по всем направлениям исследований от процессов подготовки сырья и подбора штаммов-продуцентов до использования гидролизата птичьего помёта и разработки технологической схемы с ее экономической оценкой, что сделало ее чрезвычайно объемной. В главе подробно изложены теоретические предпосылки и результаты экспериментальных исследований процессов гидролиза пивной дробины различными способами (кислотным, ферментативным, а также смешанным). Также изложены экспериментальные данные по культивированию в получаемых на основе гидролизатов пивной дробины средах различных штаммов кормовых микроорганизмов (*Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*), и установлены оптимальные условия гидролиза пивной дробины. Также представлены данные о подборе оптимальных условий обработки помёта с целью получения экстракта из него (фильтрата гидролизата куриного помёта), а также о возможности замены им минеральных солей в получаемых средах.

Автором подробно исследовано влияние различных режимов и способов гидролиза пивной дробины, а также штаммов микроорганизмов и условий их культивирования на показатели процесса фильтрования культуральных суспензий. Также для выделения биомассы микроорганизмов были исследованы разные синтетические фильтрующие материалы. По результатам проведённых исследований были подобраны оптимальные

условия и материалы для осуществления процесса фильтрации культуральных суспензий.

Получаемый в результате проведённой экспериментальной работы РУБК характеризуется высоким содержанием сырого протеина и не обладает токсичностью и патогенностью.

**В выводах** представлены основные результаты проведённой диссертационной работы.

Наконец, **в приложении** приведена подробная экономическая оценка предполагаемого производства. Рассчитанные технико – экономические показатели производства показали его рентабельность и быструю окупаемость.

**Достоверность результатов**, полученных в диссертационной работе, не вызывает сомнений и подтверждается использованием современных инструментальных методов исследования и метрологической обработки данных, а также воспроизводимостью полученных результатов.

**Новизна проведённых исследований, полученных результатов и выводов**, сформулированных в диссертации, определяется, в частности, тем, что впервые так подробно рассмотрена зависимость накопления биомассы микроорганизмов *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera* при осуществлении глубинного гетерофазного культивирования от условий ферментативного (препаратом Целловиридин), кислотного, а также смешанного (с последовательным применением ферментативного и кислотного) гидролиза пивной дробины. В результате были определены оптимальные условия гидролиза. Также впервые установлена возможность замены минеральных солей в данных средах на фильтрат гидролизата куриного помёта, установлены оптимальные условия его предобработки и доказана полноценность получаемых с его добавлением сред.

**Теоретическая ценность и практическая значимость полученных автором результатов** определяется, в частности, тем, по их итогам

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 осуществлением рецикла фильтрата культуральной жидкости (КЖ), что значительно сокращает отвод технологических стоков. Разработанная технология также является энергосберегающей, так как в ней отсутствуют такие энергоёмкие стадии концентрирования биомассы, как сепарация и вакуум-концентрирование.

По результатам проведённых экспериментов и расчётов автором были предложены 2 варианта технологических схем производства РУБК на основе гидролизатов пивной дробины – с добавлением минеральных солей или куриного помёта в качестве источника макро- и микроэлементов при культивировании кормовых микроорганизмов. Разработанная технология может быть рекомендована к внедрению как на модульных установках в составе крупных промышленных предприятий или в кормоцехах, так и непосредственно на пивоваренных заводах.

**Автореферат отражает основные положения диссертационной работы** и соответствует содержанию диссертации. Тем не менее, автореферат написан очень конспективно, в отдельных случаях не хватает дополнительных пояснений и расшифровки полученных результатов.

Материалы диссертации достаточно полно освещены в публикациях автора: основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 16 печатных работах, в том числе в 5 публикациях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**По диссертационной работе имеется ряд замечаний и вопросов, а именно:**

1. В главе 2 (Материалы и методы исследования) и далее в тексте (с. 83-86 диссертации) не описана технология отделения твёрдой фазы пивной дробины от цельной пивной дробины.

2. В работе не объясняется, какова была причина выбора в качестве фильтрующего материала, на котором была выполнена большая часть экспериментов по фильтрованию, ткани «Бельтинг». Также не указаны её технологические характеристики.

3. Чем обоснован выбор методов контроля содержания углеводов (метода Дюбуа и Бертрана)?

4. В работе не указаны показатели вакуума при фильтровании на лабораторном нутч-филт্রে. Насколько он был стандартизирован и соблюдался ли на протяжении всех экспериментов?

5. В работе не во всех таблицах с приведёнными данными по результатам культивирования микроорганизмов указано содержание сырого протеина в готовом продукте (РУБК). Для соблюдения однотипности и большей информативности, эти данные следовало бы указать.

6. Почему для осуществления экспериментов по рециклу фильтрата культуральной жидкости (КЖ) был выбран штамм *Candida scotti*? Представлялось интересным проведение исследований и с другими применяемыми в работе штаммами микроорганизмов.

7. Результаты по культивированию микроорганизмов в средах на основе фильтрата гидролизата куриного помёта носят ограниченный характер (представлено исследование одного штамма микроорганизмов - *Endomycopsis fibuligera*). С целью составления более полного исследования, желательно было бы привести сравнительную характеристику результатов при использовании других штаммов микроорганизмов, поскольку данная технология приводится впервые.

Данные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общего положительного впечатления о работе.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности ВАК 1.5.6. Биотехнология по направлениям исследования п.2. и п.3.

**В заключении** следует отметить, что диссертация Васильева Александра Вячеславовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно – обоснованные технические и

технологические решения и разработки в области переработки и биоконверсии промышленных пищевых и сельскохозяйственных отходов с получением на их основе полноценных кормовых продуктов.

Таким образом, представленная диссертация отличается актуальностью темы, новизной полученных результатов и их практической значимостью, удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции постановления от 25.01.2024), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук (05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ), старший научный сотрудник отдела технологии пивоварения ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиала «ФНЦ пищевых систем им. В.И. Горбатова» РАН



Грибова Ирина Николаевна

Тел. +7(499)246-04-47

e-mail: [institut-beer@mail.ru](mailto:institut-beer@mail.ru)

«25» ноября 2024 г.

ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.И. Горбатова» РАН  
119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7.

+7(499)246-67-69

+7(499)274-10-81

[vniipbivp@fncps.ru](mailto:vniipbivp@fncps.ru)

