



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

**«Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ)**

пр-т Ленина, 46, г. Барнаул, 656038

Телефон: (3852) 29-07-10

Факс: (3852) 36-78-64

E-mail: politeh@altgtu.ru

http://www.altgtu.ru

ОКПО 02067824

ОГРН 1022201517854

ИНН/КПП 2224017710/222401001

04.12.2024 № Исод-148-2466

Г 7
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе

Беушев А.А.

«04» декабря 2024 г.



Г

7

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Васильева Александра Вячеславовича
«Разработка технологии получения растительно–углеводного белкового
концентрата (РУБК) на основе отходов пивоваренной промышленности»,
представленной к защите на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология

Актуальность темы исследований

Проблема утилизации сельскохозяйственных и промышленных отходов всегда была и остаётся одной из самых актуальных как во всём мире, так и в России. Её решение непосредственно связано с заботой об экологии окружающей среды и качеством жизни населения. Пищевая промышленность является одним из крупных источников побочных продуктов и отходов производства. Одним из самых значительных видов отходов по объёму является отход производства пива – пивная дробина. В

среднем на предприятиях отрасли за год накапливается более 1 млн. т пивной дробины влажностью 70 – 80%.

В настоящее время пивную дробину чаще всего реализуют на корм скоту в нативном виде. Однако при этом остаётся ряд нерешённых проблем, таких как сезонные колебания спроса и предложения, низкая стойкость сырой пивной дробины при хранении, высокие транспортные расходы на её перевозку и др. В то же время, пивная дробина богата остаточными углеводами, белком, клетчаткой и другими питательными веществами, и может служить сырьём в производстве кормовых и пищевых продуктов.

Другим крупнотоннажным сельскохозяйственным отходом является птичий помёт, которого на птицеводческих хозяйствах страны накапливается около 25 млн. т в год. Это наносит ощутимый вред окружающей среде, и проблема его утилизации остро стоит перед всеми птицефабриками.

Птичий помёт характеризуется высоким содержанием органического и неорганического азота, фосфора, калия, других макро- и микроэлементов, и, таким образом, после предварительной обработки и стерилизации может служить их источником в культуральных средах для микроорганизмов.

Научная новизна исследований

В работе впервые подробно рассмотрена зависимость накопления биомассы микроорганизмами *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera* при их глубинном гетерофазном культивировании на питательных средах на основе пивной дробины от условий ферментативного (препаратом Целловиридин) или кислотного гидролиза пивной дробины, подобраны оптимальные условия гидролиза и состав сред.

Также впервые показана возможность замены минеральных солей в получаемых питательных средах на фильтрат гидролизата куриного помёта.

Получаемые среды являются полноценными и позволяют получать качественный продукт.

Теоретическая и практическая значимость работы

На основе проведённых исследований была разработана перспективная энерго- и ресурсосберегающая малоотходная технология переработки пивной дробины в растительно-углеводный белковый концентрат (РУБК). Предлагаемая технология глубинного гетерофазного культивирования микроорганизмов в средах на основе ферментативных и кислотных гидролизатов пивной дробины с последующей фильтрацией и рециклом фильтрата КЖ значительно сокращает отвод технологических стоков. Кроме того, исключение из технологии таких энергоёмких стадий концентрирования биомассы как сепарация и вакуум-концентрирование и заменена их энергосберегающим процессом фильтрации, значительно сокращает расход электроэнергии. Разработанная технология помогает решать проблему утилизации таких крупнотоннажных отходов, как пивная дробина и куриный помёт.

Разработанная автором диссертации технология может быть рекомендована к использованию как в кормоцехах, так и непосредственно на пивоваренных заводах для переработки производственных отходов и выпуска товарной продукции на их основе.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертационная работа, представленная к рассмотрению, включает введение, литературный обзор, экспериментальную часть, выводы, список использованной литературы (200 наименований, в том числе 59 иностранных источников) и приложение. Работа изложена на 226 страницах, включает 75 рисунков и 19 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, изложены цель и задачи, отражена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе приведён обзор литературы, в котором подробно изложены данные по химическому составу пивной дробины и различным известным и используемым в настоящее время в мире способам ее переработки. Особенно подробно рассмотрены способы переработки пивной дробины с получением на её основе белковых кормовых продуктов. Также подробно описаны свойства и химический состав куриного помёта, рассмотрены существующие в настоящее время в мире способы его утилизации. В главе также подробно описаны различные используемые способы гидролиза углеводсодержащих растительных отходов, а также способы концентрирования и выделения биомассы микроорганизмов из культуральных суспензий.

Во второй главе описаны изучаемые объекты исследования (штаммы-продуценты дрожжей *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica* и дрожжеподобного гриба *Endomycopsis fibuligera*), методы физико-химического и микробиологического анализа (титрометрия, световая и иммерсионная микроскопия, гравиметрия) культуральных суспензий микроорганизмов, а также получаемого в работе готового продукта – РУБК.

В третьей главе описаны теоретические предпосылки и экспериментальные исследования всех этапов работы. Приведены результаты экспериментальных исследований процессов гидролиза пивной дробины различными способами – кислотным (под действием разбавленной серной кислоты) и ферментативным (под действием препарата «Целловиридин), а также смешанным и установлены оптимальные условия гидролиза пивной дробины. Также представлены экспериментальные данные по культивированию в получаемых на основе гидролизатов пивной дробины питательных средах различных штаммов кормовых микроорганизмов (*Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*). В работе также был исследован процесс термической предобработки куриного помёта с получением на его основе фильтрата гидролизата, который в дальнейшем использовали в качестве источника минеральных солей в

составе питательных сред. В работе подробно исследован процесс выделения получаемой биомассы микроорганизмов – фильтрация через различные фильтрующие материалы, с целью подбора оптимального из них. Установлены зависимости и закономерности показателей фильтрации суспензий от условий гидролиза пивной дробины и других параметров процесса культивирования. Получаемый РУБК охарактеризован по содержанию сырого протеина и проверен на отсутствие острой токсичности. На основании проведённых исследований были предложены аппаратно-технологические схемы производства РУБК и рассчитаны технико-экономические показатели предлагаемого производства.

В выводах представлены основные результаты проведённой диссертационной работы.

В приложении приводится подробная экономическая оценка предполагаемого производства. Определены технико-экономические показатели разработанной технологии, которые показали ее рентабельность и быструю окупаемость.

После ознакомления с работой возникли следующие вопросы и замечания:

1. Чем был обоснован выбор определения накопления биомассы подсчётом клеток в камере Горяева?
2. С какой целью использовали методы определения концентрации углеводов в среде – методом Дюбуа и модифицированным методом Бертрана?
3. Чем может быть объяснен выбор столь сложного метода обработки куриного помёта – термическая обработка автоклавированием и последующая фильтрация?
4. На чем основывались в исследованиях при использовании в качестве субстрата «нативной дробины»?

5. С чем связан выбор питательной среды Ридер в сочетании с гидролизатом пивной дробины для культивирования микроорганизмов ?
6. Какие области применения РУБК могут быть предложены?

Общая характеристика диссертационной работы

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость выполненной диссертантом работы. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.5.6. Биотехнология (технические науки) по направлениям исследования 2 и 3.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. По материалам диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 работ в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Заключение

Диссертационная работа Васильева Александра Вячеславовича на тему: «Разработка технологии получения растительно–углеводного белкового концентрата (РУБК) на основе отходов пивоваренной промышленности», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки по биотехнологической переработке отходов пивоваренной промышленности, имеющие существенное значение в области промышленной биотехнологии. Диссертация обладает несомненной научной новизной, актуальностью, теоретической и практической ценностью и в полной мере удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по 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 – Васильев Александр Вячеславович заслуживает

присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология.

Диссертационная работа Васильева А.В. обсуждена и одобрена на расширенном заседании кафедры «Технология бродильных производств и виноделия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» «29» ноября 2024 г., протокол № 3. На заседании присутствовало 8 человек, в обсуждении приняло участие 8 человек. Результаты голосования: за – 8 человек, против – нет, воздержавшихся – нет.

И.о. заведующего кафедрой
«Технология бродильных
производств и виноделия»
ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический
университет им. И.И.
Ползунова»,
кандидат технических наук,
доцент



Виктория Петровна Вистовская

656038, Алтайский край, г. Барнаул, проспект Ленина, д. 46.
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»
Тел.: +7(3852) 29-07-10
E-mail: politex@altgtu.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ВЕД. СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРАМ Н. М. САРТАКОВА




Инд.148
Исп. Вистовская В.П., и.о. зав. кафедрой
8-903-949-11-00, vpvist@yandex.ru