



На правах рукописи

**Васильев Александр Вячеславович**

**Разработка технологии получения  
растительно–углеводного белкового  
концентрата (РУБК) на основе отходов  
пивоваренной промышленности**

Специальность: 1.5.6 – биотехнология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева»

**Научный руководитель:** **Панфилов Виктор Иванович**  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии РХТУ имени Д.И. Менделеева

**Официальные оппоненты:** **Короткова Татьяна Герасимовна**  
доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

**Грибкова Ирина Николаевна**  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии пивоварения ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиала «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Защита состоится «24» декабря 2024 года в 13 ч 30 на заседании объединённого диссертационного совета 99.0.027.03 при РХТУ имени Д.И.Менделеева (125047, г. Москва, Миусская пл, 9) в конференц-зале (ауд. 443)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре РХТУ имени Д.И. Менделеева, а также на официальном сайте <http://diss.muctr.ru/>

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
объединённого диссертационного совета  
99.0.027.03, к.т.н.



И.В. Шакир

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В пищевой промышленности образуется относительно высокий уровень побочных продуктов и отходов производства на единицу исходного сырья. Одним из самых значительных видов отходов по объёму и пищевой ценности является пивная дробина. При производстве пива на предприятиях отрасли за год накапливается более 1 млн. т дробины влажностью 70 – 80% [Табаков Н.А. и др., 2013, Фискин В.И. и др., 2000].

В настоящее время во всех странах пивную дробину реализуют в основном на корм скоту в нативном виде. Однако при реализации дробины в нативном виде возникает ряд проблем, требующих решения: сезонные колебания спроса и предложения в течение года, низкая стойкость сырой пивной дробины при хранении, высокие транспортные расходы на перевозку и др. Также пивная дробина бедна минеральными веществами и водорастворимыми витаминами, поэтому пригодна в основном для откорма поголовья крупного рогатого скота [Табаков Н.А. и др., 2013].

Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы утилизации пивной дробины является получение на её основе углеводно – белкового кормового продукта посредством глубинного гетерофазного культивирования кормовых микроорганизмов. Исследования последних лет показали, что процесс получения микробного белка может осуществляться только по ресурсо- и энергосберегающим технологиям. Улучшить технико-экономические показатели производства дрожжей возможно, если использовать стадию фильтрования микробных суспензий вместо энергоёмких процессов сепарации и вакуум-концентрирования, с возвратом фильтрата на стадию приготовления питательной среды [Каменный В.И., 2009]. Также возможно уменьшить издержки на дополнительную очистку отходов производства кормового белка от остатков условно – патогенных микроорганизмов (принадлежащих к роду *Candida*), традиционно используемых для данных целей, на непатогенные микроорганизмы.

Другим крупнотоннажным отходом сельского хозяйства является птичий помёт. В птицеводческих хозяйствах страны ежегодно накапливается около 25 млн. т жидкого помёта, и проблема его утилизации экологически приемлемыми способами стоит практически перед всеми птицефабриками [Попов В.Н. и др., 2020].

В то же время, птичий помёт богат минеральными веществами и после

предварительной обработки и стерилизации может служить их источником в культуральных средах для микроорганизмов.

**Цель работы.** Цель данной работы заключалась в разработке энергосберегающей малоотходной технологии переработки пивной дробины в углеводно–белковый кормовой продукт в чистом виде и с добавкой обработанного куриного помёта в качестве источника минеральных веществ.

Для осуществления данной цели потребовалось решение следующих задач исследования:

1. Подобрать оптимальные условия кислотного и ферментативного гидролиза пивной дробины с целью получения максимального выхода усвояемых микроорганизмами углеводов.

2. Подобрать оптимальный состав среды и условия культивирования в средах на основе кислотных и ферментативных гидролизатов пивной дробины для следующих микроорганизмов: *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*.

3. Исследовать возможность замены минеральных солей в среде на фильтрат гидролизата куриного помёта.

4. Исследовать процесс фильтрации культуральной жидкости и подобрать оптимальные условия подготовки пивной дробины для обеспечения максимальной производительности фильтрации.

5. Исследовать возможность осуществления рецикла фильтрата культуральной жидкости при глубинном гетерофазном культивировании микроорганизмов.

6. Оценить качество получаемого углеводно – белкового кормового продукта по содержанию сырого протеина и токсичности для живых организмов.

**Научная новизна.** Установлена зависимость накопления биомассы микроорганизмами от условий гидролиза и состава среды. Подобраны оптимальные условия подготовки пивной дробины для максимального накопления биомассы микроорганизмов *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Endomycopsis fibuligera*.

В работе была установлена возможность замены минеральных солей при культивировании микроорганизмов на фильтрат гидролизата куриного помёта.

**Практическая значимость.** Разработана энергосберегающая малоотходная

технология переработки пивной дробины в углеводно–белковый кормовой продукт путём глубинного гетерофазного культивирования микроорганизмов в средах на основе ферментативных и кислотных гидролизатов пивной дробины с последующей фильтрацией и рециклом фильтрата КЖ. Данная технология исключает применение энергоёмких стадий концентрирования биомассы сепарацией и вакуум-концентрированием и значительно сокращает отвод технологических стоков.

Разработанную технологию можно рекомендовать к использованию на модульных установках как в составе крупных промышленных предприятий или кормоцехах, так и непосредственно на пивоваренных заводах.

**Апробация работы.** Основные результаты работы представлены на научно-практической конференции «Биотехнология на рубеже веков: проблемы и перспективы» (Киров, 2001); на республиканской конференции «Химия и химические продукты» (Москва, 2002); на I и II Московском международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2002, 2003); на 2-й Всероссийской научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии» (Ставрополь, 2002); на Международной конференции молодых учёных «От фундаментальной науки - к новым технологиям. Химия и биотехнология биологически активных веществ, пищевых продуктов и биодобавок. Экологически безопасные технологии» (Москва-Тверь 2001, Тверь, 2002); на 15-м Международном конгрессе по химическому технологическому инжинирингу (15th International Congress of Chemical and Process Engineering) (Прага, 2002).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения результатов и их обсуждения, выводов, списка цитируемой литературы, включающего 200 наименований, в том числе 59 иностранных авторов. Основной текст работы изложен на 227 страницах машинописного текста и содержит 19 таблиц, 75 рисунков. Диссертация содержит 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

**В первой главе** приведён обзор литературы, в котором представлены данные по различным известным и используемым в настоящее время в мире способам переработки пивной дробины. Особое внимание уделено способам переработки пивной дробины с получением на её основе белковых кормовых продуктов. Также подробно освещаются существующие в настоящее время в мире способы утилизации куриного помёта. В главе также уделено внимание методам гидролиза углеводсодержащих растительных отходов и способам выделения биомассы микроорганизмов.

**Во второй главе** представлены характеристики перерабатываемого сырья, используемых штаммов микроорганизмов и методов исследования. Культивирование микроорганизмов проводили с применением стандартных методов биотехнологии и микробиологии. Для биохимического и физико-химического анализа были применялись классические и модернизированные методы.

**В третьей главе** приведены результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе нашей работы мы исследовали процессы кислотного и ферментативного гидролиза пивной дробины.

Пивная дробина (цельная) содержит в своём составе как твёрдую нерастворимую фазу, представленную непрогидролизованавшимися остатками зерна, так и жидкую фазу, содержащую довольно высокие концентрации растворимых углеводов. В нашей работе мы проводили отдельно кислотный гидролиз цельной пивной дробины и гидролиз твёрдой фазы пивной дробины.

Результаты гидролиза цельной пивной дробины (при различных значениях рН) представлены на рис. 1, а пивной дробины, отмытой от остатков пивного сусла - на рис. 2.

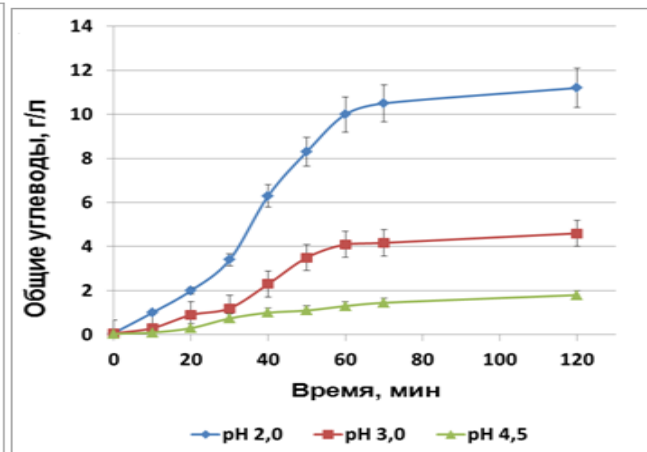
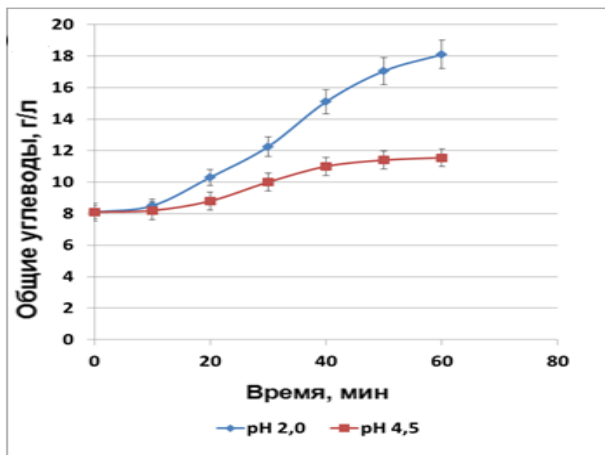


Рис.1. Кривые кислотного гидролиза цельной пивной дробины при различных значениях pH гидролиза.

Рис.2. Кривые кислотного гидролиза твёрдой фазы пивной дробины при различных значениях pH гидролиза

Исходя из полученных результатов, нами были подобраны следующие оптимальные условия кислотного гидролиза пивной дробины: pH=2,0, давление в автоклаве 1,0 ати, время гидролиза – 60 мин.

Также нами был исследован другой способ гидролиза углеводовсодержащих материалов – ферментативный (с помощью ферментного препарата Целловиридин). В работе были подобраны следующие оптимальные данного процесса: концентрация Целловиридина 2,0 % от концентрации АСВ дробины; pH=5,5; температура 50° С; продолжительность– 6 ч. Также мы исследовали возможность подвергать дробину последовательно двум видам гидролиза. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты гидролиза пивной дробины

Фракция дробины	пивной дробины	Способ гидролиза	Концентрация общих углеводов, г/л
Цельная дробинна	пивная	Кислотный	18,1
		Ферментативный	12,2
Твёрдая фаза дробины	пивной	Кислотный	10,0
		Ферментативный	9,3
		Смешанный	13,6

На следующем этапе нашей работы мы проводили культивирование микроорганизмов в средах на основе кислотных гидролизатов пивной дробины с добавкой солей в концентрациях, соответствующих среде Ридер.

В средах на основе кислотных гидролизатов цельной пивной дробины мы проводили культивирование дрожжей *C. scotti*. При этом для определения оптимальных условий подготовки гидролизатов для получения максимального выхода биомассы дрожжей мы варьировали такие параметры, как рН гидролиза и концентрацию пивной дробины.

Зависимость прироста клеток дрожжей от рН гидролиза пивной дробины

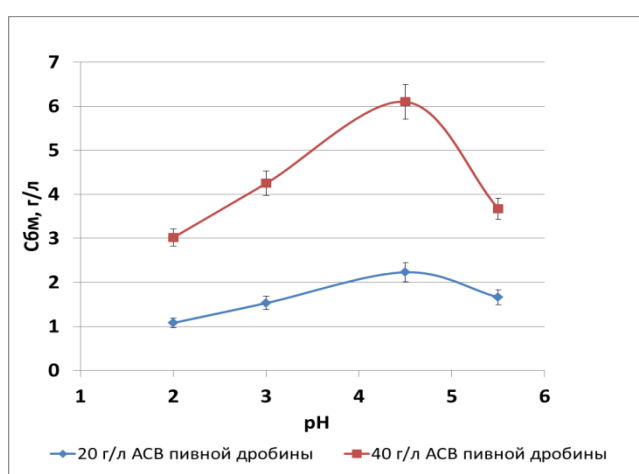


Рис. 3. Зависимость прироста дрожжей *C. scotti* от рН гидролиза пивной дробины.

представлена на рис. 3. Как видно из рис. 3, максимальный прирост биомассы дрожжей наблюдается в случае гидролиза пивной дробины при рН=4,5 (6,1 г/л и 2,2 г/л при концентрации пивной дробины 20 г/л и 40 г/л).

Содержание сырого протеина в получаемом готовом продукте (РУБК) с влажностью 10% составляет 35-40%.

При этом в процессе культивирования значение ХПК фильтрата КЖ снижается на 89% - с 31800 мг  $O_2$ /л до 3530 мг  $O_2$ /л.

В аналогичных средах на основе гидролизатов твёрдая фаза пивной дробины мы также проводили культивирование дрожжей *E. fibuligera*, *Y. lipolytica* и *C. utilis*.

Результаты культивирования данных штаммов представлены в таблице 2.

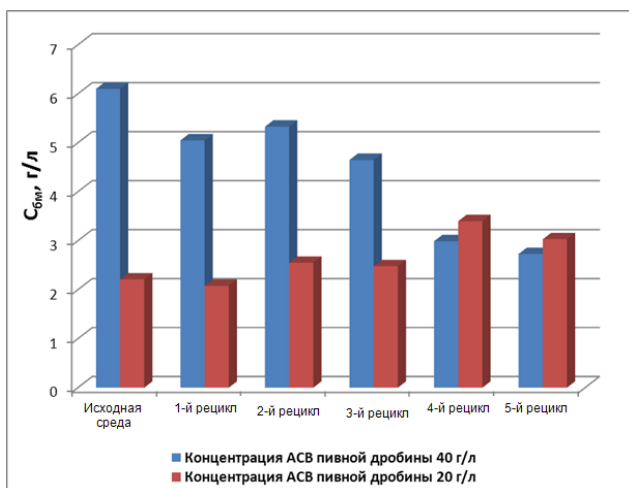


Результаты культивирования микроорганизмов в средах на основе гидролизатов  
твёрдой фазы пивной

Штамм	Основа питательной среда	Источник минеральных веществ	Накопление биомассы м/о, г/л
<i>C. scotti</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	-	1,5
<i>C. scotti</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	Минеральные соли	3,4
<i>E. fibuligera</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	Минеральные соли	5,3
<i>Y. lipolytica</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	Минеральные соли	4,1
<i>C. utilis</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	Минеральные соли	3,2
<i>E. fibuligera</i>	Твёрдая фаза пивной дробины	Экстракт куриного помёта	5,1

Как видно из таблицы 2, из исследованных штаммов микроорганизмов наибольший прирост наблюдается у *E. fibuliger*, а наименьший у *C. utilis*. Также, из таблицы 1 видно, что прирост *E. fibuligera* на среде с фильтратом гидролизата куриного помёта практически равен приросту на среде с минеральными солями. Таким образом, фильтрат гидролизата помёта может служить полноценной заменой последним.

На следующем этапе нашей работы мы исследовали возможность осуществления рецикла фильтрата культуральной жидкости при культивировании дрожжей *C. scotti* в среде на основе кислотных гидролизатов пивной дробины (с использованием фильтрующего материала "Бельтинг"). Изменение накопления биомассы по рециклам представлено на рис.4. Как видно из рис. 4, метод рецикла вполне применим к разрабатываемой технологии получения РУБК.



**Рис. 4. Зависимость величины накопления биомассы *C. scotti* от номера рецикла КЖ**

На следующем этапе работы была исследована возможность замены солей куриным помётом при культивировании микроорганизмов. Куриный помёт содержит высокие концентрации различных макро- и микроэлементов и может использоваться для культивирования микроорганизмов.

Однако, в нативном виде куриный помёт содержит большое количество патогенных микроорганизмов, а также их спор. Поэтому в работе проводилась его

термическая предобработка и фильтрация с получением фильтрата гидролизата куриного помёта. Было установлено, что оптимальной концентрацией фильтрата гидролизата экстракта помёта для культивирования *E. fibuligera* является концентрация 12,5 г/л по АСВ. При этом накопление биомассы микроорганизмов составляет 5,1 г/л, что лишь незначительно уступает аналогичному показателю для сред с добавлением минеральных солей (5,3 г/л). Таким образом, фильтрат гидролизата куриного помёта может служить полноценным заменителем минеральных солей в питательных средах на основе гидролизатов пивной дробины.

На следующем этапе работы проводилось культивирование дрожжей в средах на основе гидролизатов ферментативных гидролизатов цельной пивной дробины, а также смешанных гидролизатов (с последовательным применением ферментативного и кислотного гидролиза). Сравнительные результаты культивирования *C.scotti* в средах при различных способах гидролиза пивной дробины представлены в таблице 3.

Результаты культивирования *C.scotti* в средах на основе гидролизатов цельной пивной дробины

Штамм	Среда	Способ гидролиза	Накопление биомассы м/о, г/л
<i>C. scotti</i>	Цельная пивная дробина, мин. соли	Кислотный	6,1
<i>C. scotti</i>	Цельная пивная дробина, мин. соли	Ферментативный	8,0
<i>C. scotti</i>	Цельная пивная дробина, мин. соли	Смешанный (кислотный + ферментативный)	7,2

Как видно из приведённых данных, при культивировании дрожжей *C. scotti* в среде на основе ферментативного гидролизата цельной пивной дробины накопление биомассы составило 8,0 г/л, что превышает аналогичный показатель для кислотного гидролизатов (6,1 г/л). В то же время смешанный гидролиз обеспечивает меньший прирост по-сравнению с ферментативным, и его применение является нецелесообразным.

Заключительный этап работы был посвящён исследованию процесса фильтрации культуральных жидкостей, получаемых в процессе культивирования микроорганизмов. Сначала мы проводили исследование фильтрации среды на основе

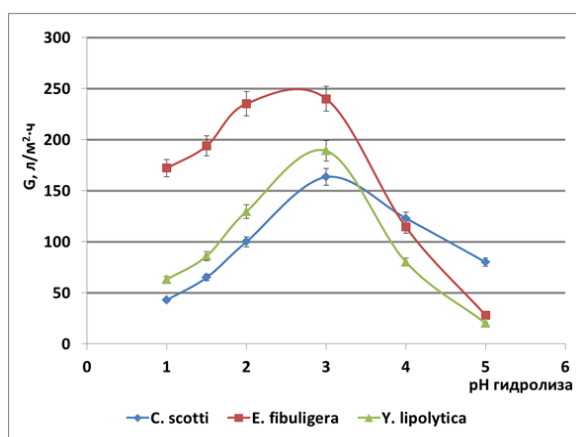


Рис. 5. Зависимость производительности фильтрации культуральной жидкости от pH гидролизата пивной дробины.

кислотных гидролизатов пивной дробины через ткань типа «Бельтинг». Толщина ткани,  $2,0 \pm 0,2$  мм. Поверхностная плотность -  $900 \pm 50$  г/м<sup>2</sup>. Разрывная нагрузка не менее 220 кГс (по основе) и не менее 140 кГс (по утку). Зависимость производительности фильтрации КЖ после культивирования *C. scotti*, *E. fibuligera* и *Y.*

*lipolytica* от pH гидролизата пивной дробины представлена на рис.5. Как видно из рис. 5, максимальная производительность

фильтрации для всех трёх штаммов микроорганизмов наблюдается при значении pH

гидролиза пивной дробины около 3,0. При этом производительность фильтрации для *E.fibuligera* значительно выше, чем для *Y.lipolytica* и *C.scotti*. На следующем этапе работы выполнено сравнение эффективности различных применяемых в промышленности фильтрующих материалов производства Великобритании (NAM 640-06, PX 562-04, NPX 700-41, PX 291-07, PX 339-07) применительно к ферментационным суспензиям и сравнение их параметров с «Бельтингом». Результаты исследования приведены в таблице 4.

Таблица 4

Сравнительные характеристики фильтрующих материалов применительно к ферментационным суспензиям на основе кислотных гидролизатов пивной дробины

Фильтрующий материал	<i>Y. lipolytica</i>			<i>E. fibuligera</i>		
	G, л/м <sup>2</sup> ·ч	Проницаемость фильтра, X, %	Степень осветления суспензии, К	G, л/м <sup>2</sup> ·ч	Проницаемость фильтра, X, %	Степень осветления суспензии, К
NAM 640-06	513,0	1,18	84,96	403,9	0,46	216,5
PX 562-04	706,2	0,015	6,67·10 <sup>3</sup>	1069,7	0,010	1·10 <sup>4</sup>
NPX 700-41	555,7	6,56	15,25	1026,2	1,21	82,4
PX 291-07	349,2	36,34	2,75	325,3	10,25	9,76
PX 339-07	409,2	11,23	8,90	519,8	2,31	43,3
Бельтинг	189,0	1,30	77,04	240,0	0,53	190,5

Как следует из таблицы 4, наилучшими характеристиками из выбранных фильтрующих материалов обладает материал PX 562-04, а наихудшими – материал PX 291-07. Получаемые после культивирования фильтраты КЖ имеют концентрацию сухих веществ (АСВ) 0,57 – 0,76 г/л; остаточное содержание РВ = 0,31 — 3,44 г/л; концентрацию ионов [NH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> - 5,86 — 211,45 мг/л; концентрацию ионов [PO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup> - 4,14 - 77,00 мг/л; ХПК = 3100 – 3960 мг О<sub>2</sub>/л.

На основе проведённых исследований разработаны технологические схемы, а также рассчитаны технико-экономические показатели производства углеводно – белкового кормового продукта на основе пивной дробины как с использованием солей в качестве источника минеральных веществ, так и с использованием обработанного куриного помёта в качестве замены минеральных солей (табл. 5).

Технико-экономические показатели производства растительного углеводно-белкового кормового продукта (РУБК) на основе пивной дробины

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Источник минеральных веществ	
			Минеральные соли	Куриный помёт
1	Годовой выпуск продукции в натуральном выражении	т	6703	7080
2	Годовой выпуск продукции в натуральном выражении	тыс. руб.	636785,00	672600,00
3	Капитальные затраты	тыс. руб.	129287,69	156975,12
4	Полная себестоимость годового выпуска	тыс. руб.	242912,92	225915,31
5	Себестоимость единицы продукции	тыс. руб./т	36,24	31,91
6	Стоимость годового выпуска продукции	тыс. руб./т	242912,92	225915,31
7	Прибыль годовая	тыс. руб.	242817,97	446684,63
8	Рентабельность а) производственных фондов б) продукции	% %	42,87 99,96	64,95 197,72
9	Срок окупаемости капитальных вложений	год	2,13	1,41

### Выводы.

1. Подобраны оптимальные условия подготовки пивной дробины посредством кислотного и ферментативного гидролиза для достижения максимального выхода легкоусвояемых микроорганизмами углеводов. Было показано, что среды на основе кислотных и ферментативных гидролизатов пивной дробины являются полноценными для следующих микроорганизмов: *C. scotti*, *C. utilis*, *Y. lipolytica*, *E. Fibuligera*.

2. Подобраны оптимальные состав среды и условия культивирования в средах на основе кислотных и ферментативных гидролизатов пивной дробины микроорганизмов *Candida scotti*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica* и *Endomycopsis fibuligera*.

3. Показана возможность замены питательных минеральных солей на фильтрат гидролизата куриного помёта. Данная замена позволяет решить сразу две задачи: экономию солей и утилизацию куриного помёта, являющегося крупнотоннажным отходом птицеводства и загрязнителем окружающей среды.

4. Исследован процесс фильтрации культуральной жидкости и подобраны оптимальные условия подготовки пивной дробины для обеспечения максимальной производительности фильтрации. Технология концентрирования микробных суспензий посредством фильтрования является энергосберегающей по сравнению с широко известными энергоёмкими процессами сепарации и вакуум-концентрирования. Высокая эффективность процесса фильтрации в нашей работе достигается в результате включения в культуральную среду непрогидролизованых остатков пивной дробины (без их отделения) в КЖ при проведении процесса глубинного гетерофазного культивирования.

5. Показана возможность осуществления рецикла фильтрата КЖ. Осуществление рецикла позволяет экономить на дополнительной очистке сточных вод предприятия и минимизировать их сброс.

6. Оценено качество получаемого углеводно – белкового кормового продукта по содержанию сырого протеина и токсичности для живых организмов. Разработанная малоотходная энергосберегающая технология позволяет перерабатывать скоропортящийся продукт (пивную дробину) в высококачественный, обогащённый белком, витаминами и минеральными веществами сухой кормовой белковый продукт. Содержание сырого протеина в готовом продукте (влажностью 10%) составляет 35 – 40%.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

*Публикации в научных рецензируемых изданиях, включённых в международные цитатно-аналитические базы и Перечень ВАК:*

1. Васильев А.В., Шакир И.В., Крылов И.А., Панфилов В.И., Фёдорова Ж.В. Использование отходов птицефабрик в качестве основы минерального питания при получении кормового белка одноклеточных // Биотехнология. –2004. – №2. – С. 82-88.

2. Васильев А.В., Панфилов В.И., Шакир И.В., Афанасьев А.В., Цыганков М.А. Кислотный и ферментативный гидролиз отходов пивоваренной промышленности // Химическая технология. – 2007. – №1. – С.17-21.

3. Васильев А.В., Шакир И.В., Гусева Т.В., Панфилов В.И. Исследования процесса фильтрации ферментационных суспензий на основе кислотных гидролизатов пивной дробины //Химическая промышленность сегодня. – 2015. – №1. – С. 45-52.

4. Васильев А.В., Шакир И.В., Панфилов В.И. Получение кормового белкового продукта на основе отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства // Актуальная биотехнология. – 2016. – № 3(18). – С. 169-172.

5. Васильев А.В., Шакир И.В., Панфилов В.И. Предлагаемая технология комплексной переработки отходов пивоваренной промышленности с использованием отходов птицеводства // Химическая промышленность сегодня. – 2022. – №6. – С. 33-39.

*Научные статьи:*

6. Васильев А.В., Панфилов В.И., Шакир И.В. Получение кормового белкового продукта на основе отхода пивоваренного производства - пивной дробины // Успехи в химии и химической технологии. – 2001. – Том XV. – №5. –С. 15-16.

7. Васильев А.В., Шакир И.В., Панфилов В.И. Кормовые белковые продукты на основе возобновляемого растительного сырья // Биотехнология на рубеже веков. Проблемы и перспективы: сборник материалов научно-практической конференции.– М., 2001. – С. 66.

8. Васильев А.В., Шакир И.В., Панфилов В.И. Кормовой белковый продукт на основе пивной дробины // От фундаментальной науки к новым технологиям. Химия и биотехнология биологически активных веществ, пищевых продуктов и добавок. Экологически безопасные технологии: сборник материалов международной конференции молодых ученых. – Москва-Тверь, 2001. – С. 115.

9. Васильев А.В., Фёдорова Ж.В., Шакир И.В., Панфилов В.И. Переработка куриного помёта в кормовой белковый продукт // Успехи в химии и химической технологии. – 2002. – Том XVI. – №5. – С. 79-80.

10. Панфилов В.И., Шакир И.В., Звягинцева Р.А., Васильев А.В. Разработка комплексной малоотходной технологии переработки углеводсодержащего растительного сырья // Химия и химические продукты: тезисы республиканской конференции. – Москва, 2002. – С. 177 - 178.

11. Chakir I.V., Vasiliev A.V., Panfilov V.I. Production of carbohydrate-protein fodder from brewing waste. Производство углеводно-белкового корма из пивоваренных отходов. 15th International Congress of Chemical and Process Engineering. – Praha, Czech Republic, 2002. – P. 104.

12. Васильев А.В., Шакир И.В., Панфилов В.И., Басс Е.Н. Исследование гетерофазного глубинного культивирования дрожжей в периодических условиях // Современные достижения биотехнологии: материалы 2-й Всероссийской научно-технической конференции. – Ставрополь, 2002. – Т. 1. – С. 97-99.

13. Васильев А.В., Кулиненко Д.О., Панфилов В.И. и др. Переработка растительного сырья и его отходов. I Московский международный Конгресс. Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы конгресса. – М., 2002. – С. 304.

14. Васильев А.В., Фёдорова Ж.В., Шакир И.В. Культивирование микробных продуцентов кормового белка на отходах птицефабрик // От фундаментальной науки - к новым технологиям. Химия и биотехнология биологически активных веществ, пищевых продуктов и биодобавок. Экологически безопасные технологии: материалы Международной конференции молодых учёных. – Тверь, 2002. – Вып. 2. – С. 104 - 105.

15. Васильев А.В., Шакир И.В., Крылов И.А., Панфилов В.И. Биотехнология переработки отходов пивоваренного производства. // II Московский международный Конгресс. Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы конгресса. – М., 2003. – Часть 1. – С. 300.

16. Васильев А.В., Шакир И.В., Крылов И.А., Панфилов В.И. Использование отходов птицефабрик для культивирования продуцентов микробного белка // Успехи в химии и химической технологии. – 2003. – Том XVII. – № 12. – С. 57-63.