Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

На правах рукописи

04.2.01 1 6 5 945 "

Башашкина Елена Валерьевна

Комплексная переработка кофейного шлама с получением белково-углеводной кормовой добавки и «сырого» экстракта кофейного масла

Специальность: 03.01.06 — Биотехнология (в т.ч. бионанотехнологии)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Шакир Ирина Васильевна

Москва-2011

Содержание **стр.**

Введение 5

[Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 9](#bookmark4)

1. [Общая характеристика кофейного сырья и технологий производства растворимого кофе 9](#bookmark5)
2. [Химический состав кофейных зерен 10](#bookmark6)
3. [Обзор технологий получения растворимого кофе 14](#bookmark7)
4. [Технологии переработки кофейного шлама 20](#bookmark9)
5. [Физико-химические способы утилизации кофейного шлама 21](#bookmark8)
6. Биотехнологическая переработка кофейного шлама 23
7. Переработка растительных отходов биотехнологическими способами...26
8. Общая характеристика растительного сырья и отходов 26
9. [Современные подходы к биоконверсии растительных отходов 28](#bookmark11)
10. Биологические основы переработки основных биополимеров растительных отходов 41
11. [Требования к микроорганизмам, используемым для биоконверсии растительных отходов в продукты кормового назначения 45](#bookmark12)
12. [Способы повышения эффективности переработки растительных отходов биотехнологическими способами 47](#bookmark13)
13. [Повышение биодоступности субстрата его предварительной обработкой 48](#bookmark14)
14. Устранение токсического эффекта «антипитательных» веществ,

содержащихся в растительных отходах 55

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ Г 61

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ 61

* 1. [Объекты исследования 61](#bookmark17)
     1. [Микробные объекты 61](#bookmark18)
     2. [Кофейные отходы 61](#bookmark19)
  2. [Культивирование микроорганизмов 61](#bookmark20)
  3. Определение микробиологических показателей отходов растворимого кофе и исследование свойств автохтонных культур микроорганизмов 63
  4. Анализ состава кофейного шлама и микробной биомассы 63
  5. Определение основных характеристик «сырого» экстракта кофейного масла...73

[РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ 76](#bookmark22)

[Глава 3. Характеристики кофейного шлама 76](#bookmark23)

1. [Исследование химического состава кофейного шлама 76](#bookmark24)
2. Исследование микробиологических характеристик кофейного шлама...77
3. [Основные характеристики автохтонных микроорганизмов кофейного шлама 78](#bookmark26)
4. Использование автохтонных микроорганизмов для биодеструкции

кофейного шлама 82

Глава 4. Исследование способов извлечения жировой составляющей кофейного

шлама («сырого» экстракта кофейного масла) 87

[Глава 5. Выбор микроорганизмов-деструкторов кофейного шлама 92](#bookmark30)

1. [Выбор микроорганизмов-деструкторов кофейного шлама при твердофазном культивировании 93](#bookmark31)
2. [Выбор микроорганизмов-деструкторов кофейного шлама при глубинном культивировании 96](#bookmark38)
3. Исследование ростингибирующего эффекта «антипитательных» веществ

кофейного шлама 103

[Глава 6. Интенсификация биодеструкции кофейного шлама предварительным гидролизом субстрата 104](#bookmark52)

1. [Интенсификация биодеструкции кофейного шлама предварительным ферментативным гидролизом субстрата 105](#bookmark53)
2. [Интенсификация биодеструкции кофейного шлама предварительным кислотным гидролизом субстрата 110](#bookmark54)
3. Исследование ростовых характеристик грибов и дрожжей на питательных средах, содержащих кофейный шлам, предварительно обработанный кислотным гидролизом 120

Глава 7. Снижение ростингибирующего эффекта «антипитательных» веществ кофейного шлама 126

1. Снижение ростингибирующего эффекта «антипитательных» веществ кофейного шлама введением в питательную среду специфических соединений 126
2. Снижение ростингибирующего эффекта «антипитательных» веществ кофейного шлама направленной адаптацией микроорганизмов к

компонентам субстрата 128

Глава 8. Оптимизация основных стадий биоконверсии кофейного шлама в кормовую биомассу 131

1. Исследование влияния режимов культивирования на эффективность процесса биоконверсии кофейного шлама и качество биомассы 131
2. [Концентрирование биомассы 132](#bookmark57)
3. Технологическая схема комплексной переработки кофейного шлама в «сырой» экстракт кофейного масла и белково-углеводную кормовую

добавку 134

[ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ 138](#bookmark59)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 140](#bookmark60)

Приложение 1. Лабораторный регламент на получение дрожжевой биомассы

кормового назначения из кофейного шлама 162

Приложение 2. Лабораторный регламент на комплексную переработку отходов производства растворимого кофе в белковый кормовой продукт и

кофейное масло 163

Приложение 3. Основные исходные технологические данные на опытную

установку комплексной переработки кофейного шлама 164

Приложение 4. Расчет технико-экономических показателей цеха биоконверсии отходов производства растворимого кофе мощностью 10 ООО

т/год по объему перерабатываемого кофейного шлама 170

Приложение 5. Расчет эколого-экономического эффекта от внедрения разработанной технологии 186

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработана стадия экстракционного извлечения из кофейных отходов жироподобных веществ органическим растворителем (экстрагент — ацетон, продолжительность - 3 часа, начальное содержание субстрата - 9,0 масс. %), позволяющая получить обезжиренный кофейный шлам и «сырой» экстракт кофейного масла. При исследовании антимикробной активности «сырого» экстракта кофейного масла показано, что жироподобные вещества, содержащиеся в кофейном шламе, оказывают угнетающее влияние на рост большинства дрожжевых культур и не оказывают подобного влияния на мицелиальные грибы.
2. Разработан способ кислотного гидролиза кофейного шлама (рН 1,0, концентрация субстрата не более 100 г/л, температура 121 °С), повышающий биологическую ценность кофейных отходов. Так, при культивировании дрожжей Засскаготусез сегеу1з1ае II на питательных средах, содержащих гидролизованный нативный и обезжиренный кофейный шлам, максимальное накопление биомассы и содержание сырого протеина составляют 19,3 г/л и 29,1 %, 29,7 г/л и 47,7 %, соответственно.
3. Показана возможность получения белково-углеводной кормовой добавки на основе кофейных отходов:

* твердофазным культивированием Тпскос1егта уМс1е на нативном кофейном шламе - содержание сырого протеина в конечном продукте достигает 31,0 %;
* глубинным гетерофазным культивированием дрожжей ЗасскаготусеБ сегеУ1я1ае II при использовании гидролизованного нативного кофейного шлама - содержание сырого протеина в конечном продукте достигает 39,8 %;

4

138

* комплексной переработкой кофейного шлама, включающей экстракционное извлечение «антипитательных» веществ ацетоном с получением дополнительного продукта - «сырого» экстракта кофейного масла, кислотный гидролиз целлюлозосодержащих компонентов обезжиренного кофейного шлама, и последующее глубинное гетерофазное культивированиедрожжей БасскаготусеБ сегеугягае II - содержание сырого протеина в конечном продукте достигает 49,0 %.
  1. Показано, что ростингибирующий эффект «антипитательных» веществ кофейного шлама может быть снижен:
* введением в питательные среды специфических веществ, таких как поливинилпирролидон и дигидрокверцетин;
* направленной адаптацией микроорганизмов к компонентам кофейного шлама на стадии подготовки посевного материала.

1. Предварительная технико-экономическая оценка реализации разработанной комплексной технологии переработки кофейного шлама при расчетной мощности производства 10000 т в год по перерабатываемому сырью позволит получить свыше 5000 т белково-углеводной кормовой добавки и 1000 т «сырого» экстракта кофейного масла. Полная себестоимость годового выпуска продукции составит 127 млн. руб., годовая прибыль - 360 млн. руб. Расчет эколого-экономического эффекта от внедрения разработанной технологии показал, что за счет снижения платежей за размещение отходов в пределах лимита экономия предприятия составит более 7,5 млн. руб.