**Румянцева Галина Николаевна. Теория и практика использования направленного биокатализа в технологиях пищевых продуктов и инградиентов белковой и углеводной природы : диссертация ... доктора технических наук : 05.18.07 / Румянцева Галина Николаевна; [Место защиты: ГОУВПО "Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет прикладной биотехнологии"].- Москва, 2008.- 386 с.: ил.**

**На правах рукописи**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**05200350001**

**Румянцева Галина Николаевна**

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НАПРАВЛЕННОГО БИОКАТАЛИЗА В ТЕХНОЛОГИИ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИНГРЕДИЕНТОВ  
БЕЛКОВОЙ И УГЛЕВОДНОЙ ПРИРОДЫ**

**Специальность 05Л 8.07 - Биотехнология'пищевых продуктов**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание учёной степени доктора технических наук**

**Научный консультант: доктор технических наук, профессор, академик РАЕН Н.И. Дунченко**

**Москва 2008**

**с**

Оглавление Стр.

Введение 6

Глава 1. Теоретические и практические предпосылки создания

биокаталитических технологий пищевых продуктов и ингредиентов белковой и углеводной природы 11

1. Источники получения ферментов микробного, живот­ного и растительного происхождения 11
2. [Ферменты микроорганизмов: классификация и особен­ности действия на субстраты белковой и углеводной 14](#bookmark1)

природы

1. Традиционное использование биокатализа в пищевой

промышленности для гидролиза растительных белков и 25

полисахаридов

1. [Пивоварение 26](#bookmark3)
2. [Спиртовое производство 33](#bookmark6)
3. [Виноделие и производство соков 35](#bookmark7)
4. [Хлебопечение 38](#bookmark9)
5. [Производство сахаристых веществ 41](#bookmark10)
6. Современное состояние вопроса получения и

применения белковых препаратов 45

1. [Традиционные технологии растительных »](#bookmark14)

полисахаридов 58

1. Строение и свойства структурных полисахаридов

растений 58

1. [Сырьевые источники и особенности технологии пекти­на и нерастворимых пищевых волокон (ПВ) 67](#bookmark16)

Заключение к обзору литературы 85

Глава 2. Постановка эксперимента, объекты и методы 87

исследования

* 1. [Объекты исследования 89](#bookmark17)
     1. [Ферментные препараты 89](#bookmark18)
     2. [Субстраты белковой и углеводной природы 92](#bookmark19)
     3. [Сырьевые объекты 93](#bookmark20)
  2. [Методы исследования 94](#bookmark21)

1. [Методы определения активности ферментов 94](#bookmark22)
2. Препаративное выделение р-глюкозидазы Aspergillus

awamori 18 97

1. Методы определения химического состава

растительного сырья 99

1. Методы определения качественных показателей

готовых препаратов, полученных методом 102

биокатализа

1. Исследование функционально-технологических свойств

структурообразователей 103

Методы анализа эфирного розового масла, агара и чая. . 104

Опытно-промышленные испытания метода биокатализа 105

************



2.2.8.



































6.1.1.

************

[Математические методы 106](#bookmark34)

Изучение субстратного состава ВСР и каталитических свойств микробных ферментов на природных 108

субстратах

Выбор растительного сырья и ВСР для получения бел­ка, пектина и ПВ 108

[Определение основных каталитических свойств мик­робных ферментов на природных субстратах 112](#bookmark35)

Изучение субстратной специфичности ферментов мик- 120 робного происхождения

[Изучение продуктов гидролиза растительных полиса­харидов 124](#bookmark39)

[Изучение продуктов гидролиза растительных белков. . . 130](#bookmark40)

Параметрическая модель и научное обоснование мето­дологии направленного биокатализа 135

Формирование концепции, параметрической модели и

методологии направленного биокатализа 135

Скрининг ферментных препаратов, действующих на

субстраты белковой и углеводной природы 142

^Определение оптимальных режимов действия карбо-

гидраз и ПТЭ 147

Исследование оптимальных режимов действия ■

протеолитических ферментов 152

Совершенствование традиционных технологий на

основе биокатализа 158

Биокатализ в технологии эфирных масел 158

Использование биокатализа в производстве чая и

чаепродуктов 169

Комплексная переработка плодоовощного, в т.ч. цитрусового сырья, а также трав и ягод

биокаталитическим способом 180

Биокатализ в технологии агара из морских водорослей. . 197 Разработка биокаталитических технологий пищевых

ингредиентов белковой и углеводной природы 205

[Экспериментальное обоснование выбора МФП и ра­циональных режимов ферментативного выделения рас­тительного белка 205](#bookmark53)

Исследование динамики протеолиза при использовании

различных видов сырья 205

Определение влияния продолжительности гидролиза на выход белка из зернового и масличного сырья 209

1. Выбор условий предобработки белоксодержащего

сырья 211

1. Определение рациональной дозы ферментных препара­тов для обработки бобового сырья 214
2. Выбор гидромодуля, обеспечивающего максимальный

выход белка 218

1. Определение рациональной температуры для фермен­тативной обработки растительного сырья 223
2. Определение рационального значения pH для фермен­тативной обработки сырья 227
3. Исследование возможности совместного использования протеаз и карбогидраз в процессе экстрагирования

белка 233

1. Научно-экспериментальное обоснование биокатализа в

технологии высоко- и низкоэтерифицированных пектинов 245

1. Влияние ферментных препаратов на выход пектина. . . . 246
2. Влияние ферментных препаратов на желирующую спо-

. собность пектина 250

1. Выбор рациональных доз ферментных препаратов 260

6.2.4 Создание композиции ферментов на основе ПТЭ и кар-

богидраз микроорганизмов для гидролиза ВСР - источ­ников пектина 266

1. Научный подход к использованию биокатализа в тех­нологии получения нерастворимых пищевых волокон... 274
2. Теоретические и практическое обоснование выбора ферментных препаратов для получения пищевых

[волокон 274](#bookmark117)

1. Экспериментальное обоснование режимов фермента­тивной обработки источников пищевых волокон 281
2. [Выбор композиции ферментных препаратов для извле­чения пищевых волокон 300](#bookmark64)

Глава 7. Изучение показателей качества пищевых ингредиентов

белковой и углеводной природы 305

1. Показатели качества белковых препаратов из расти­тельного сырья и ВСР 305
2. Биохимические, физико-химические и функциональные

свойства экспериментальных белковых препаратов. ... 305

1. Исследование возможности использования

экспериментальных препаратов при производстве вареных колбас 312

1. Качественные свойства экспериментальных образцов

высоко- и низкоэтерифицированного пектина 314

7.2.1 Изучение желирующей способности высокоэтерифици-

рованных пектинов ' .' 314

1. Исследование качественных показателей

низкоэтерифицированного пектина 317

1. Оценка экспериментальных образцов пектина в составе

молочных продуктов 318

1. Оценка комплексообразующих свойств пектина 320
2. Показатели качества экспериментальных образцов

пищевых волокон 323

1. Химический состав экспериментальных образцов ПВ. . . 323
2. Функционально-технологические свойства (ФТС)

экспериментальных пищевых волокон 325

1. Оценка экспериментальных препаратов ПВ в составе

вареных колбас 326

1. Оценка экспериментальных препаратов ПВ в составе

хлеба 327

[Основные результаты и выводы 330](#bookmark69)

[Заключение 334](#bookmark70)

[Список сокращений, используемых в работе 338](#bookmark71)

Список литературы 339

Приложения: 389

Приложение 1. Авторские свидетельства, патенты, дипломы 389

Приложение 2. ТД на используемые ферментные препараты 405

Приложение 3. Акты опытно-промышленных и промышленных

испытаний 421

Приложение 4. ТД: технологические инструкции на производство и

технические условия на пищевые ингредиенты 477

Приложение 5. Протоколы и акты испытаний пищевых продуктов и

ингредиентов 492

Ферменты микроорганизмов используют для получения продуктов пита­ния в течение несколько веков: в пивоварении, сыроделии, хлебопечении. Тра­диционные технологии, в основе которых лежат ферментативные процессы и биохимические превращения, характерные, например, для ферментов дрожжей и солода, использовались задолго до того, как стал известен механизм действия этих ферментов. Однако, только благодаря достижениям науки в области инже­нерной энзимологии стало возможно промышленное получение и применение ферментов в различных отраслях промышленности: пищевой, легкой, фарма­цевтической, бытовой химии и сельском хозяйстве.

В технологии получения ферментных препаратов особое внимание уделяется микроорганизмам, которые как продуценты ферментов обладают многими преимуществами. Во-первых, это лабильность к физико­химическим и биологическим факторам, в связи с чем открываются поистине неограниченные возможности в получении высокоактивных штаммов проду­центов ферментов; во-вторых, возможность увеличить ассортимент фер­ментных препаратов с помощью селекции микроорганизмов и направленного биосинтеза за счет подбора компонентов среды и условий культивирования. Наибольший интерес представляют микроскопические грибы и бактерии, об­ладающие разнообразием ферментных систем как гидролитического, так и негидролитического действия, что особенно важно для использования в пи­щевой технологии.

Технология получения микробных ферментных препаратов включает процессы культивирования наиболее активных штаммов - продуцентов фер­ментов, выделение и очистку, получение различных форм ферментов: жид­ких, растворимых, порошкообразных, а также иммобилизованных фермент­ных препаратов.

На современном этапе основное внимание уделяется ферментным пре­паратам, которые находят широкое применение для обработки пищевого сы-

рья: целлюлазам, пектиназам, в том числе мацерирующим ферментам, геми- целлюлазам, амилазам, протеазам.

Теоретические достижения в области ферментативного гидролиза ком­понентов пищевого сырья легли в основу промышленных биотехнологиче­ских способов получения пищевых продуктов, таких как хлеб, мясные и мо­лочные продукты, вино, пиво, сахаристые вещества и т.д.

В данной работе считали целесообразным исследовать возможность использования биокатализа для усовершенствования традиционных техноло­гий: эфирных масел, пищевых экстрактов, различных видов чая, агара из морских водорослей.

Не менее перспективным считали использование биокатализа в техно­логии пищевых ингредиентов белковой и углеводной природы, получаемых, в основном, из вторичных сырьевых ресурсов (ВСР). Это позволит решить некоторые вопросы создания новых видов ингредиентов и пищевых продук­тов на их основе.

Необходимо отметить, что дефицит белка наблюдается в настоящее время во многих странах мира. В связи с этим направление работ крупных учёных: академика РАСХН Рогова И.А., Титова Е.И, к.т.н. Крохи Н.Г., про­фессоров: Браудо Е.Е., Жаринова А.И., Токаева Э.С., Грачевой И.М., Гернет М. В., Ивановой Л.А., Траубенберг С.Е., Колпаковой В.В. — в области полу­чения новых промышленных видов пищевого белка и в настоящее время со­храняет актуальность.

В последние годы отмечается тенденция использования нетрадицион­ных источников белка - вторичных сырьевых ресурсов, таких как пшенич­ные отруби, горчичный и подсолнечный жом и т.д., наряду с традиционны­ми, как, например, соя.

Вовлечение в технологический процесс вторичных сырьевых ресурсов способствует повышению эффективности основного производства, является предпосылкой к созданию безотходных перерабатывающих предприятий, а также позволяет получить разообразные продукты пищевого назначения.

Наиболее яркими представителями таких продуктов наряду с белковыми являются добавки углеводной природы: пектин и нерастворимые пищевые во­локна, которые обладают уникальными физиологическими показателями. Их полезные свойства многочисленны: они нормализуют содержание холестерина, повышают устойчивость к аллергии, снимают раздражение и воспалительные процессы слизистых оболочек, интенсифицируют общий обмен веществ.

Усилиями российских профессоров: Кочетковой А.А., Донченко Л.В., Карпович Н.С., Нелиной В. В., Голубева В.Н., Шелухиной Н.П., Колесникова А.Ю., к.т.н. Матрёничевой В.В. и др. совершенствуются технологии получе­ния растительных полисахаридов, в частности за счёт улучшения экстракци­онных свойств пектина, а также современных методов очистки и сушки пи­щевых волокон.

Источниками получения пектина и пищевых волокон являются вто­ричные сырьевые ресурсы сокового и сахарного производств: яблочные и цитрусовые отжимы, свекловичный жом; при получении пищевых волокон за рубежом используют, в основном, пшеничные отруби.

Одним из наиболее ценных продуктов переработки вторичных сырье­вых ресурсов является пектин.

Свойство пектина трудно переоценить: это его способность выводить из организма человека и животных радиоактивные элементы, в т.ч. ионы тя­жёлых металлов, способность сорбировать токсины.

В пищевой промышленности используется основное свойство пектина - образовывать студни, связывая при этом большое количество жидкости.

В отличие от других студнеобразователей, пектин желируется в присутст­вии сахара и кислоты, поэтому, прежде всего он нашёл применение в производ­стве кондитерских изделий пастило-мармеладной группы, коцфет, желейных из­делий, конфитюров, джемов, повидла, низкосахаристых консервов.

При производстве безалкогольных напитков специального назначения, перспективно использовать низкоэтерифицированный пектин как физиологи­чески активную профилактическую добавку. Разработаны десятки рецептур соков, фруктовых вод, газированных и негазированных тонизирующих на­питков, на основе пектина, выпуск которых ограничен только отсутствием оте­чественного продукта. В хлебопечении применяют растительные полисаха­риды: пектин и ПВ, используя их поверхностноактивные свойства. При внесе­нии их в тесто происходит укрепление клейковины, в готовом хлебе улучша­ются такие показатели, как объёмный выход, пористость и сжимаемость мякиша, формоустойчивость, удлиняется сохранение свежести и срок годности хлеба.

Водосвязывающая и водоудерживающая способность пектина и пище­вых волокон обусловили их применение в производстве молочных и мясных изделий, в том числе лечебно-профилактического назначения. В йогуртах, майонезах, маргарине полисахариды используют в качестве структурообра- зователя и стабилизатора.

Теоретическим исследованиям в области биокатализа и разработке био­каталитических технологий получения пищевых продуктов и ингредиентов по­священа данная работа, обобщающая многолетний опыт автора.

В России в настоящее время препараты пектина, нерастворимых ПВ, а также белка в очищенной форме не производят - отечественная пищевая про­мышленность использует зарубежные аналоги.

Актуальной проблемой технологии белков и полисахаридов является за­мена химических методов — кислотного и щелочного гидролиза — на фермента­тивный, имеющий неоспоримые преимущества: увеличение выхода продукции, сохранение природных функциональных свойств, мягкие условия pH и темпе­ратуры, отсутствие потребности в специальном оборудовании, улучшение эко­логических условий производства.

Усилиями российских ученых: А.А. Кочетковой, Л.В. Донченко, Н.П. Не­чаева, Г.А. Ермолаевой, В.В. Нелиной, В.Н. Голубева, Н.П. Шелухиной и дру­гих совершенствуется технология ингредиентов углеводной природы, в частно­сти, за счет использования современных методов гидролиза, очистки и сушки.

Работы И.А. Рогова, Е.И. Титова, Н.И. Дунченко, Ю.А. Ивашкина, В.Г. Высоцкого, Э.С. Токаева, Н.К. Журавской, В.И. Ганиной, И.В. Квитко, К.К. По­

лянского, В.А. Лосевой, Т.В. Саниной, Л.А. Ивановой, D. Burkit, Н. Trowell сви­детельствуют о целесообразности использования растительных полисахаридов для получения продуктов общего и функционально-профилактического питания.

Проблема биокаталической переработки традиционных видов расти­тельного сырья, таких как бобовые, зерновые, эфиромасличные культуры, чайное и плодоовощное сырье, морские водоросли, остается актуальной и в настоящее время. Для каждой конкретной технологии необходим научно обоснованный выбор ферментных препаратов, специфичных к субстратам сы­рья и наиболее полно отвечающий требованиям производства.

Одной из важных задач является исключение из технологического про­цесса вредных с экологической точки зрения химических реагентов, напри­мер, растворителей (эфир), осадителей (этиловый спирт), а также замена кис­лотного и щелочного гидролиза на ферментативный, имеющий неоспоримые преимущества: щадящие условия, которые позволяют сохранить природные свойства сырья, улучшить качество и увеличить выход продукции.

Анализ литературных и патентных источников позволил оценить пер­спективы промышленного биокатализа как способа интенсификации техно­логических процессов получения пищевых продуктов и ингредиентов. Одна­ко обобщающие работы в этой области представлены всего несколькими из­даниями И.А. Рогова и Л.В. Антиповой, О.В. Кислухиной, М.В. Гернет, Л.А. Ивановой, Л.И. Войно.

В данной работе представлялось целесообразным обобщить накопленный опыт отечественных и зарубежных исследователей, а также собственный экспе­риментальный материал в области биокатализа применительно к растительным объектам, выявить особенности и закономерности этого биотехнологического направления, сформулировать *концепцию направленного биокаталнза* и опре­делить пути её реализации.

Работа выполнена в МГУ прикладной биотехнологии в рамках Федера­льной научно-технической программы «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», включая подпрограмму «Технология живых систем», а также на базе НПО «Биотехнология», Института биохимии им. А.Н. Баха РАН, по хоздоговорам с фирмами и предприятиями.

**Цель и задачи исследований.**

Целью исследования явилась разработка теоретических и практических основ направленного биокатализа в технологии пищевых продуктов и ингредиентов белковой и углеводной природы, получаемых в том числе из нетрадиционного сырья и ВСР.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

* исследовать субстратный состав ранее не используемых в процессах биокатализа ВСР и нетрадиционных видов сырья;
* изучить каталитические свойства исследуемых микробных ферментных препаратов (МФП) на стандартных и природных субстратах, систематизировать их по направленности действия;
* разработать параметрическую модель направленного биокатализа;
* научно обосновать методологию направленного биокатализа;
* изучить эффективность действия МФП на растительное сырье и ВСР;
* разработать технологию пищевых продуктов и ингредиентов белковой и углеводной природы на основе направленного биокатализа, а также техническую документацию на их производство;
* экспериментально обосновать методы ферментативной модификации ФТС ингредиентов и возможность их использования в пищевых продуктах;

провести опытно-промышленную апробацию и внедрение основных результатов исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных данных, отечественных и зарубежных патентов, а также результаты собственных исследований позволили сделать вывод об эффективности направленного биокатализа как способа усовершенствования биотехнологических процессов пищевых производств, позволяющего увеличить выход продукции и/или улучшить ее качество, а также в ряде случаев сократить производственный цикл и снизить материальные и энергозатраты, что в конечном счете позитивно влияет на себестоимость пищевых продуктов и ингредиентов.

Основной отличительной особенностью данной работы является разра­ботка параметрической модели направленного биокатализа, учитывающей взаимосвязь управляющих и управляемых показателей процесса. Получен­ные данные о каталитических свойствах используемых микробных фермен­тов, как на стандартных, так и на природных субстратах, легли в основу сформулированной концепции, представленной в работе, и методологии на­правленного биокатализа как метода совершенствования технологии пище­вых продуктов.

Разработанная методология позволила выявить роль основных МФП и их композиций в процессах переработки растительного сырья и ВСР:

* (3-глюкозидаз, осуществляющих гидролиз предшественников ценных компонентов эфиромасличного сырья, а также участвующих в гидролизе нарингина и лимонена, придающих горький вкус цитрусовым сокам и экстрактам;
* ПТЭ и целлюлаз - в процессе выделения агара из морских водорослей и получения пищевых экстрактов из трав и ягод;
* эндо-ПГ и целлюлазы на субстраты чайного сырья с целью улучшения качества черного, зеленого и кирпичного видов чая, а также нового вида продукта - концентрата чая;
* протеолитических ферментов, специфичных к белкам бобовых и

зерновых культур, для улучшения их экстрактивности;

* ПТЭ в технологии пектина для перевода протопектина в раствори­мую форму;
* амилазы и протеазы в технологии ПВ из ВСР для очистки продукта от

»

сопутствующих веществ.

Выбор МФП предусматривает как действие индивидуальных фермен­тов, непосредственно гидролизующих субстрат-предшественник готового продукта (протеаза на белковые вещества, (З-глюкозидаза на гликозиды эфи­ромасличных растений, ПТЭ на протопектин и т.д.), так и комплекса фермен­тов, разрушающих структуру клеточной стенки растений: целлюлазы, ксила- назы, глюканазы и т.д.

Данная методология включает понятие «ограниченного» биокатализа с учетом заданных показателей качества продуктов биокатализа:

* в технологии чая, агара, витамина Р ферментативный гидролиз полисахаридов (пектин, целлюлоза) осуществляется частично - до состояния разрушенных клеток, но не до конечных продуктов - полигалактуроновой кислоты и глюкозы;
* при получении белковых препаратов процесс гидролиза субстратов «ограничивают» получением растворимых форм, но не аминокислот, что обеспечивает максимальный выход и заданные ФТС продукта;
* в технологии высокоэтерифицированного пектина разрушение прото­пектина идет до растворимого состояния: при этом сохраняются природные желирующие свойства. Для получения низкоэтерифицированной формы пектина процесс деэтерификации «ограничивают» достижением заданной СЭ;
* для получения ПВ действие амилазы «ограничивают» до получения растворимых декстринов, а протеазы - до растворимых пептидов.

Показана возможность реализации сформированной разработанной параметрической модели направленного биокатализа в технологии эфирного розового масла, различных видов чая, агара из морских водорослей, продуктов комплексной переработки плодоовощного сырья, и в частности цитрусового: соков, пищевых экстрактов, витамина Р.

Учитывая основные положения концепции и параметрической модели направленного биокатализа, разработаны технологии препаратов растительных белков и полисахаридов: пектина и нерастворимых ПВ.

Особое внимание уделялось выбору сырьевых источников, в основном ВСР, и поиску новых технологических решений на основе выбора МФП и режимов их использования.

Следует заметить, что, помимо традиционно используемых за рубежом бобов сои, культура гороха, широко культивируемая в России, содержит значи­тельное количество белка, в связи с чем представленный в работе способ рацио­нального ее использования можно считать своевременным и перспективным.

Установлена эффективность и целесообразность зерновых ВСР, таких, как пшеничные отруби и солодовая дробина. Использование метода направ­ленного биокатализа для этих видов ВСР позволил получить белковые кон­центраты и изоляты с выходом более 20%.

Использование ВСР для получения белковых препаратов решает в зна­чительной степени экологические проблемы и является основанием для соз­дания безотходных производств.

Разработана новая технология пектина, включающая ферментативный катализ взамен кислотного гидролиза и ультрафильтрационную очистку экс­тракта взамен спиртоосаждения. Суть предложенного технологического ре­шения - биокатализа заключается в специфичности действия ферментов на нерастворимый пектин с целью снижения его молекулярной массы и перевода в экстракт. При этом за счет действия комплекса ферментов, разрушающую клеточную растительную стенку достигается максимальный выход этого цен­ного полисахарида при сохранении высоких желирующих свойств.

Не менее значимым является создание новой технологии пищевых во­локон из ВСР пищевых производств: плодовых (яблочные выжимки и тык­венные ВСР) и зерновых зерновых (пшеничные отруби, солодовая дробина). В настоящее время в России производство очищенных препаратов пищевых волокон практически отсутствует.

Основой предложенной технологии является биокаталитический про­цесс, включающий специфические воздействия на субстраты сырья амилоли­тических и пектолитических ферментных препаратов. Использование ука­занных ферментов или их композиций позволяет очистить растительные во­локна от сопутствующих веществ и добиться практически полного их выде­ления по отношению к исходному содержанию в сырье.

Все три предложенные технологии (белок, пектин, пищевые волокна) запатентованы. Разработаны ТИ и ТУ на получение яблочного пектина, со­евого и горохового белка, растительных пищевых волокон: ячменных, тык­венных, яблочных.

Выражаю благодарность научному консультанту, первому проректору МГУПБ, акад. РАЕН, проф. Н.И. Дунченко, зав. кафедрой «Химия пищи и пищевая биотехнология» проф. А.И. Жаринову, акад. РАСХН, проф. И.А. Рогову - руководителю государственной целевой научно-технической программы «Технология живых систем», акад. РАСХН, проф. Е.И. Титову — руководителю программы «Создание обогащенных продуктов питания, корректирующих витаминно-минеральный статус организма школьников первой возрастной группы». Благодарю директора НТЦ «Лекбиотех» Г.Б. Бравову, зав. лабораторией Н.М. Павлову, Удалову Э.В. за предоставление опытно-промышленных образцов ферментных препаратов, генерального директора ООО «Зеленые линии» Черникова Д.Л., директора НПФ «Гелла- ТЭКО» А.А. Свитцова за организацию работ по получению опытно­промышленных партий пектина, белка и ПВ, зам. директора по научной работе ГосНИИ хлебопекарной промышленности Р.Д. Поландову и зав. лабораторией ВНИИ мясной промышленности А.А. Семенову за организацию испытаний пищевых ингредиентов в составе хлебо- и мясопродуктов, к.т.н. О.А. Варфоломееву, к.т.н. М.Н. Евсеичеву, к.т.н. М.И. Осадько, к.т.н. С.В. Макурину за помощь в совместной экспериментальной работе. Выражаю благодарность директору Батумского института аграрных биотехнологии и бизнеса Папунидзе Г.Р., директору НИИ чая, субтропических культур и чайной промышленности Абхазии Ревишвили Т.О., а также Юришовой Э. - ведущему специалисту Объединения крахмальных предприятий Дольна Крупа (Словакия) за организацию работ по внедрению биокаталитических технологий на предприятиях отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализлитературныхданныхотечественныхизарубежныхпатентоватакжерезультатысобственныхисследованийпозволилисделатьвыводобэффективностинаправленногобиокатализакакспособаусовершенствованиябиотехнологическихпроцессовпищевыхпроизводствпозволяющегоувеличитьвыходпродукциииилиулучшитьеекачествоатакжеврядеслучаевсократитьпроизводственныйциклиснизитьматериальныеиэнергозатратычтовконечномсчетепозитивновлияетнасебестоимостьпищевыхпродуктовиингредиентов

ОсновнойотличительнойособенностьюданнойработыявляетсяразработкапараметрическоймоделинаправленногобиокатализаучитывающейвзаимосвязьуправляющихиуправляемыхпоказателейпроцессаПолученныеданныеокаталитическихсвойствахиспользуемыхмикробныхферментовкакнастандартныхтакинаприродныхсубстратахлегливосновусформулированнойконцепциипредставленнойвработеиметодологиинаправленногобиокатализакакметодасовершенствованиятехнологиипищевыхпродуктов

РазработаннаяметодологияпозволилавыявитьрольосновныхМФПиихкомпозицийвпроцессахпереработкирастительногосырьяиВСР

 глюкозидазосуществляющихгидролизпредшественниковценныхкомпонентовэфиромасличногосырьяатакжеучаствующихвгидролизенарингинаилимоненапридающихгорькийвкусцитрусовымсокамиэкстрактам

 ПТЭицеллюлазвпроцессевыделенияагараизморскихводорослейиполученияпищевыхэкстрактовизтравиягод

 эндоПГицеллюлазынасубстратычайногосырьясцельюулучшениякачествачерногозеленогоикирпичноговидовчаяатакженовоговидапродуктаконцентратачая

 протеолитическихферментовспецифичныхкбелкамбобовыхи

зерновыхкультурдляулучшенияихэкстрактивности

 ПТЭвтехнологиипектинадляпереводапротопектинаврастворимуюформу

 амилазыипротеазывтехнологииПВизВСРдляочисткипродуктаот



сопутствующихвеществ

ВыборМФПпредусматриваеткакдействиеиндивидуальныхферментовнепосредственногидролизующихсубстратпредшественникготовогопродуктапротеазанабелковыевеществаЗглюкозидазанагликозидыэфиромасличныхрастенийПТЭнапротопектинитдтакикомплексаферментовразрушающихструктуруклеточнойстенкирастенийцеллюлазыксиланазыглюканазыитд

Даннаяметодологиявключаетпонятиеограниченногобиокатализасучетомзаданныхпоказателейкачествапродуктовбиокатализа

 втехнологиичаяагаравитаминаРферментативныйгидролизполисахаридовпектинцеллюлозаосуществляетсячастичнодосостоянияразрушенныхклетокнонедоконечныхпродуктовполигалактуроновойкислотыиглюкозы

 приполучениибелковыхпрепаратовпроцессгидролизасубстратовограничиваютполучениемрастворимыхформнонеаминокислотчтообеспечиваетмаксимальныйвыходизаданныеФТСпродукта

 втехнологиивысокоэтерифицированногопектинаразрушениепротопектинаидетдорастворимогосостоянияприэтомсохраняютсяприродныежелирующиесвойстваДляполучениянизкоэтерифицированнойформыпектинапроцессдеэтерификацииограничиваютдостижениемзаданнойСЭ

 дляполученияПВдействиеамилазыограничиваютдополучениярастворимыхдекстриновапротеазыдорастворимыхпептидов

ПоказанавозможностьреализациисформированнойразработаннойпараметрическоймоделинаправленногобиокатализавтехнологииэфирногорозовогомасларазличныхвидовчаяагараизморскихводорослейпродуктовкомплекснойпереработкиплодоовощногосырьяивчастностицитрусовогосоковпищевыхэкстрактоввитаминаР

УчитываяосновныеположенияконцепцииипараметрическоймоделинаправленногобиокатализаразработанытехнологиипрепаратоврастительныхбелковиполисахаридовпектинаинерастворимыхПВ

ОсобоевниманиеуделялосьвыборусырьевыхисточниковвосновномВСРипоискуновыхтехнологическихрешенийнаосновевыбораМФПирежимовихиспользования

СледуетзаметитьчтопомимотрадиционноиспользуемыхзарубежомбобовсоикультурагорохаширококультивируемаявРоссиисодержитзначительноеколичествобелкавсвязисчемпредставленныйвработеспособрациональногоееиспользованияможносчитатьсвоевременнымиперспективным

УстановленаэффективностьицелесообразностьзерновыхВСРтакихкакпшеничныеотрубиисолодоваядробинаИспользованиеметоданаправленногобиокатализадляэтихвидовВСРпозволилполучитьбелковыеконцентратыиизолятысвыходомболее

ИспользованиеВСРдляполучениябелковыхпрепаратоврешаетвзначительнойстепениэкологическиепроблемыиявляетсяоснованиемдлясозданиябезотходныхпроизводств

РазработанановаятехнологияпектинавключающаяферментативныйкатализвзаменкислотногогидролизаиультрафильтрационнуюочисткуэкстрактавзаменспиртоосажденияСутьпредложенноготехнологическогорешениябиокатализазаключаетсявспецифичностидействияферментовнанерастворимыйпектинсцельюсниженияегомолекулярноймассыипереводавэкстрактПриэтомзасчетдействиякомплексаферментовразрушающуюклеточнуюрастительнуюстенкудостигаетсямаксимальныйвыходэтогоценногополисахаридаприсохранениивысокихжелирующихсвойств

НеменеезначимымявляетсясозданиеновойтехнологиипищевыхволоконизВСРпищевыхпроизводствплодовыхяблочныевыжимкиитыквенныеВСРизерновыхзерновыхпшеничныеотрубисолодоваядробинаВнастоящеевремявРоссиипроизводствоочищенныхпрепаратовпищевыхволоконпрактическиотсутствует

ОсновойпредложеннойтехнологииявляетсябиокаталитическийпроцессвключающийспецифическиевоздействиянасубстратысырьяамилолитическихипектолитическихферментныхпрепаратовИспользованиеуказанныхферментовилиихкомпозицийпозволяеточиститьрастительныеволокнаотсопутствующихвеществидобитьсяпрактическиполногоихвыделенияпоотношениюкисходномусодержаниювсырье

ВсетрипредложенныетехнологиибелокпектинпищевыеволокназапатентованыРазработаныТИиТУнаполучениеяблочногопектинасоевогоигороховогобелкарастительныхпищевыхволоконячменныхтыквенныхяблочных

ВыражаюблагодарностьнаучномуконсультантупервомупроректоруМГУПБакадРАЕНпрофНИДунченкозавкафедройХимияпищиипищеваябиотехнологияпрофАИЖариновуакадРАСХНпрофИАРоговуруководителюгосударственнойцелевойнаучнотехническойпрограммыТехнологияживыхсистемакадРАСХНпрофЕИТитову—руководителюпрограммыСозданиеобогащенныхпродуктовпитаниякорректирующихвитаминноминеральныйстатусорганизмашкольниковпервойвозрастнойгруппыБлагодарюдиректораНТЦЛекбиотехГББравовузавлабораториейНМПавловуУдаловуЭВзапредоставлениеопытнопромышленныхобразцовферментныхпрепаратовгенеральногодиректораОООЗеленыелинииЧерниковаДЛдиректораНПФГеллаТЭКОААСвитцовазаорганизациюработпополучениюопытнопромышленныхпартийпектинабелкаиПВзамдиректорапонаучнойработеГосНИИхлебопекарнойпромышленностиРДПоландовуизавлабораториейВНИИмяснойпромышленностиААСеменовузаорганизациюиспытанийпищевыхингредиентоввсоставехлебоимясопродуктовктнОАВарфоломеевуктнМНЕвсеичевуктнМИОсадькоктнСВМакуринузапомощьвсовместнойэкспериментальнойработеВыражаюблагодарностьдиректоруБатумскогоинститутааграрныхбиотехнологииибизнесаПапунидзеГРдиректоруНИИчаясубтропическихкультуричайнойпромышленностиАбхазииРевишвилиТОатакжеЮришовойЭведущемуспециалистуОбъединениякрахмальныхпредприятийДольнаКрупаСловакиязаорганизациюработповнедрениюбиокаталитическихтехнологийнапредприятияхотрасли