

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
Репн
« » марта 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на диссертационную работу
Ахангаран Махбубех «Разработка биотехнологии напитка молокосодержащего с экстрактом нута сквашенного, содержащего биологически активные пептиды», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 4.3.5. – «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ»

Актуальность работы

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к функциональным продуктам питания, обогащенным полезными компонентами, способствующими улучшению здоровья и профилактике различных заболеваний. Диссертационная работа посвященная разработке биотехнологии молокосодержащего напитка с добавлением экстракта сквашенного нута, содержащего биологически активные пептиды, является безусловно актуальной. Использование нута как источника растительного белка и биологически активных пептидов, а также разработка новых способов его переработки и включения в состав молочных продуктов представляются перспективным направлением в пищевой биотехнологии. В диссертации Ахангаран Махбубех убедительно обоснована актуальность выбранной темы, подчеркивается ее соответствие современным тенденциям развития пищевой промышленности и потребностям рынка.

Научная новизна исследования и полученных результатов

Из продуктов естественной ферментации (простокваша, сыр домашний, йогурт, творог, сыровяленая медвежати́на, лосяти́на, кваше́ная ка́пуста, огу́речный рас́сол, ма́ринованная спа́ржа) были выделе́ны, иденти́фицированы по совоку́пности мо́рфологи́ческих, физиоло́го-биохи́мических и протеомных методов мо́лочнокислые микроорга́низмы *Limosilactobacillus fermentum* SB-2, *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Levilactobacillus brevis* VY-1, *Pediococcus pentosaceus* FC-9, *Pediococcus pentosaceus* FC-10, *Leuconostoc mesenteroides* FM-4, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7,

Leuconostoc mesenteroides CH-5,
Lactocaseibacillus paracasei CA-6.

Limosilactobacillus fermentum AS-3,

Для отобранных штаммов изучены технологические (активность кислотообразования, антагонистическая активность) и пробиотические свойства (способность выживать в условиях ЖКТ), установлено отношение к антибиотикам, антипитательным факторам нута (фитазная активность, утилизация рафинозы).

Установлено, что штаммы *Leuc. mesenteroides* FM-4 (гены prtB, prtR), *L. sakei* SD-8 (prtB, prtR), *Leuc. mesenteroides* CH-5 (prtB), *P. pentosaceus* FC-9 (prtB, prtH), *L. plantarum* PC-7 (prtB, prtP) обладают наибольшей протеолитической активностью в отношении белков молока; штаммы *L. fermentum* SB-2 (prtP/prtM, prtB), *L. sakei* SD-8 (prtB, prtR), *L. brevis* VY-1 (prtP/prtM, prtP, prtB, prtH), *P. pentosaceus* FC-9 (prtP, prtH), *P. pentosaceus* FC-10 (prtB, prtR), *Leuc. mesenteroides* FM-4 (prtB, prtR) – в отношении белков нута; штаммы *P. pentosaceus* FC-10 (prtB, prtP), *L. sakei* SD-8 (prtB, prtR), *P. pentosaceus* FC-9 (prtP, prtH), *Leuc. mesenteroides* FM-4 (prtB, prtR) обладают способностью расщеплять и белки молока, и белки нута. Наличие генов протеаз у всех штаммов подтверждает их протеолитическую активность, а ген prtB играет важную роль в гидролизе белков нута и молока. Протеолитическая активность молочнокислых микроорганизмов является субстратспецифичной.

Выявлены изменения белкового профиля нута под действием молочнокислых микроорганизмов: пептиды имели молекулярную массу в основном ниже 20 кДа. Большинство штаммов активно расщепляли белки вицилина. Изучен пептидный состав, проведена идентификация и исследованы потенциальные биологические активности пептидов, образующихся под действием протеаз идентифицированных микроорганизмов на белки нута – ингибирующая активность ангиотензинпревращающего фермента, антигипертензивная, противоопухолевая, противогрибковая, антибактериальная, противотуберкулезная активности.

Представленные результаты являются оригинальными и вносят вклад в развитие технологий производства функциональных пищевых продуктов.

Практическая значимость

Проведено депонирование 10 штаммов молочнокислых микроорганизмов Биоресурсный центр ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт».

Разработан бактериальный препарат «ЛактоЛек» для производства ферментированного молочно-нutowого напитка с биопептидами, подана заявка на патент «Препарат бактериальный протеолитический для производства

ферментированного нутового напитка», № 2024116892 от 19.06.2024; на препарат разработана нормативная документация (ТУ, ТИ). Опытная партия бактериального препарата была выработана на базе ООО «ПромБиоТехнологии», Тульская область, г. Ефремов.

С учетом органолептических характеристик и пищевой ценности разработана технология напитка молокосодержащего с экстрактом нута сквашенного бактериальным препаратом «ЛактоЛек», содержащего биоактивные пептиды. Полученный продукт соответствует нормам, установленным ТР ТС 033/2013. Апробация технологии осуществлена в производственных условиях ООО «ЖУКОВОМОЛОКО», Калужская область, г. Жуков.

Готовый продукт содержит пептиды с различными биологическими активностями: противоопухолевой, антигипертензивной, противотуберкулезной, антиоксидантной, противогрибковой, антибактериальной и ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ).

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанной биотехнологии для производства новых молокосодержащих напитков, обогащенных биологически активными пептидами. Предложенная технология может быть внедрена на предприятиях молочной промышленности с целью расширения ассортимента и повышения потребительской ценности выпускаемой продукции. В диссертации указаны конкретные примеры возможного применения результатов исследования, а также экономическое обоснование целесообразности внедрения разработанной технологии.

Результаты работы внедрены в учебный процесс на кафедре Биотехнологии и биоорганического синтеза ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» и использованы при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 19.03.01 и 19.04.01 «Биотехнология».

Оценка содержания работы, ее завершенность

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения полученных результатов и их обсуждения, выводов, списка цитируемой литературы. Основное содержание работы изложено на 150 страницах, включает 22 таблицы и 31 рисунок. Список литературы включает 173 источников, из них – 149 на английском языке.

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертации, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава включает аналитический обзор научной литературы, информацию о нуте и его свойствах, биологической активности пептидов нута, современных методах идентификации молочнокислых микроорганизмов, их протеолитической активности и генах, кодирующих протеазы, методах выявления и идентификации биологически активных пептидов и определения их функциональности.

Во второй главе представлены методы и объекты исследования, указаны исследуемые показатели и описаны способы их определения.

В третьей главе представлены результаты выделения, идентификации и изучения технических и пробиотических свойств микроорганизмов.

В четвертой главе представлены результаты исследования по определению протеолитической активности и генов протеаз молочнокислых микроорганизмов.

В пятой главе представлена разработка бактериального препарата для ферментации нутового экстракта.

В шестой главе представлена разработка технологии напиткамолочокосодержащего с экстрактом нута, сквашенного молочнокислыми микроорганизмами, содержащего биологически активные пептиды.

В заключении представлены основные выводы, которые логично резюмируют приведенные в диссертации материалы исследований, полностью отвечают на вопросы, поставленные в цели и задачах работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и предложений, полученных в работе, подтверждается использованием комплекса независимых взаимодополняющих современных экспериментальных методов исследования, большим объемом экспериментальных данных, согласованностью теоретических подходов с результатами практических экспериментов.

Апробация работы. Результаты исследований Ахангаран Махбубех опубликованы в виде 12 печатных работ, из них 2 публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 6 публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент.

Автореферат диссертации и публикации соискателя полностью отражают содержание диссертации. Диссертация и автореферат по структуре и

оформлению соответствуют требованиям ВАК РФ и «Положению о присуждении ученых степеней».

Замечания и рекомендации по тексту диссертации.

В качестве замечаний и пожеланий можно отметить следующие:

1. Учитывая, что используется нут из Ирана, возникает вопрос: сколько сортов нута в Иране и какой сорт был использован в диссертационной работе? Есть ли этот сорт нута в России?
2. Для идентификации новых штаммов молочнокислых бактерий был выбран протеомный метод, а не молекулярно-генетический. Почему? В чем преимущества метода?
3. Каким образом осуществлялся контроль за процессом ферментации экстракта нута молочнокислыми микроорганизмами?
4. Чем руководствовался автор, выбирая источники выделения микроорганизмов, учитывая, что своей целью ставил разработку молочного продукта?
5. Какие технологические свойства выделенных штаммов исследовал автор в главе 3?
6. Необходимо было более детально исследовать стабильность пептидов в процессе хранения готового продукта.
7. Желательно было бы подробнее изложить технологию рекомендуемого напитка (гл.6), указав основные стадии и их технологические параметры.

Приведенные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы.

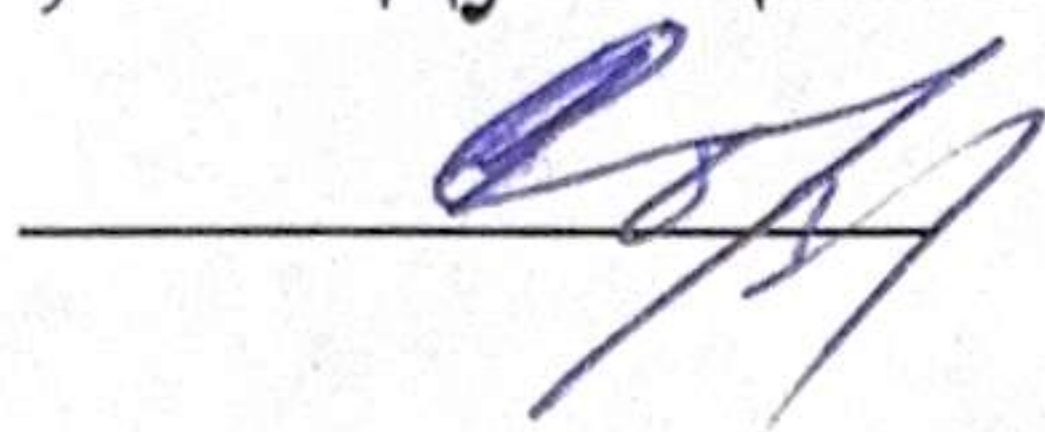
Заключение

Диссертационная работа Ахангаран Махбубех на тему: «Разработка биотехнологии напитка молокосодержащего с экстрактом нута сквашенного, содержащего биологически активные пептиды», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, имеющей научную новизну и практическое значение в области пищевой биотехнологии. В полной мере удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (в редакции постановления от 25.01.2024), а ее автор – Ахангаран Махбубех заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по

специальности 4.3.5 – «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Диссертационная работа Ахангаран Махбубех обсуждена и одобрена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» «20» марта 2025 г., протокол № 10. Присутствовало на заседании 15 человек, в обсуждении приняло участие 6 человек. Результаты голосования: «за» – 15 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии, доктор биологических наук, профессор, и.о. проректора по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии ВГУИТ

 Корнеева Ольга Сергеевна

394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д.19,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»
Тел.: 8-910-343-6201
e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

