

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
технологический университет»  
И.В. Войтов  
«14» \_\_\_\_\_ 2023 г.



## **ОТЗЫВ**

### **оппонирующей организации**

Учреждения образования

«Белорусский государственный технологический университет»  
на диссертационную работу Соловьёва Виталия Владимировича  
«Технология комплексной переработки избыточных пивных дрожжей»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов  
и биологически активных веществ.

Научный руководитель – Моргунова Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент, Первый заместитель председателя Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 4 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Полный объем диссертации составляет 227 страниц машинописного текста, в том числе 10 приложений, 28 рисунков, 43 таблицы. Библиографический список содержит 315 наименований, включая 26 авторских публикаций.

### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки**

Тема диссертационной работы Соловьёва В.В. соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. №156 п. 2 «Биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии производства: биотехнологии (геномные и постгеномные, клеточные, микробные, медицинские, промышленные)» и п. 5 «Агропромышленные и продовольственные технологии: продовольственная безопасность и качество сельскохозяйственной продукции».

Цель диссертационной работы Соловьёва В.В. – разработка научно-обоснованной технологии комплексной переработки избыточных пивных дрожжей с получением новых продуктов с высокой биологической ценностью – дрожжевого экстракта и микоадсорбента.

Объект исследования – технология переработки избыточных пивных дрожжей путем направленного ферментативного гидролиза биополимеров дрожжевой клетки с целью получения дрожжевого экстракта и микоадсорбента.

Предметами исследования являются избыточные пивные дрожжи, ферментные препараты, дрожжевой экстракт и микоадсорбент.

В диссертационной работе Соловьева В.В. подобраны ферментные препараты и исследован процесс гидролиза биомассы избыточных пивных дрожжей, установлены закономерности биотрансформации биополимеров клетки дрожжей, при комплексной обработке ферментными препаратами, математически обоснованы оптимальные параметры получения дрожжевого экстракта и микоадсорбента, исследованы режимы их сушки с целью обеспечения максимального сохранения биологической ценности. На основании полученных данных разработана технология комплексной переработки избыточных пивных дрожжей, дана оценка биологической ценности полученного дрожжевого экстракта и сорбционной способности нового микоадсорбента.

Таким образом, цель, задачи, объект и предмет диссертационного исследования, структура работы, а также представленные к защите и обсуждению результаты соответствуют технической отрасли науки и паспорту специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ (пунктам 1 Создание технологий переработки продовольственного сырья, в том числе с использованием принципиально нового и нетрадиционного сырья, с целью получения новых видов продуктов с целенаправленно заданными показателями качества; 2 Биохимические и физико-химические процессы, происходящие при переработке продовольственного сырья на всех стадиях его трансформации, а также закономерности формирования показателей качества готовой продукции; 4 Способы повышения качества готовой продукции, полученной на основе биотрансформации продовольственного сырья, в том числе с использованием биологически активных веществ), по которым она представлена в Совет по защите диссертаций Д 02.17.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

## **Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости**

Представленная диссертация посвящена решению важной с практической точки зрения задачи – разработке технологии комплексной переработки избыточных пивных дрожжей с получением новых продуктов с высокой биологической ценностью – дрожжевого экстракта и микоадсорбента.

Соискателем проведен комплексный анализ морфологических и физиологических характеристик избыточных пивных дрожжей, образующихся на отечественных предприятиях, с целью оптимизации их последующей переработки при получении дрожжевого экстракта и микоадсорбента с заданными свойствами.

Получены новые данные о направленной биотрансформации дрожжевой биомассы избыточных пивных дрожжей с использованием оптимально подобранных ферментных препаратов, углубляющие и расширяющие способы переработки вторичных материальных ресурсов пивоваренного производства, и позволяющие получать новые продукты – дрожжевой экстракт и микоадсорбент, с высокими биологической ценностью и микосорбционной способностью.

Экспериментально подтверждена возможность и целесообразность использования для процесса гидролиза биополимеров дрожжей комплекса ферментных препаратов, включающего  $\alpha$ -амилазу, протеазу, глюкоамилазу, липазу, маннаназу и установлена их рациональная дозировка.

Разработан новый критерий оптимальности направленного гидролиза биополимеров избыточных пивных дрожжей, позволяющий достичь уровня накопления растворимых сухих веществ в жидкой фазе дрожжевого гидролизата от 40,0 до 43,5 %.

Проведены исследования минерального, витаминного и аминокислотного состава компонентов дрожжевого гидролизата, полученного по оптимальным режимам направленного гидролиза с использованием ферментных препаратов, характеризующие высокую биологическую ценность продуктов, получаемых на основе избыточных пивных дрожжей.

Биологическая ценность сухого дрожжевого экстракта подтверждена высоким содержанием белка, многокомпонентными минеральным, витаминным, аминокислотным составами, адсорбционная способность микоадсорбента изучена по отношению к высокомолекулярным микотоксинам – охратоксина А, зеараленона, дезоксиниваленола.

**Конкретные научные результаты (их новизна и практическая значимость), за которые соискателю может быть присуждена искомая степень**

Соискателю Соловьёву Виталию Владимировичу может быть присуждена

ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ за следующие научные результаты, имеющие научную новизну и практическую значимость:

– новые данные по влиянию ферментных препаратов амилолитического, протеолитического, липолитического и цитолитического спектра действия на деструкцию биополимеров дрожжевой клетки в процессе гидролиза, обеспечивающую накопление в дрожжевом гидролизате растворимых сухих веществ 8,9–9,6 %, аминного азота 67,09–82,25 мг/100 см<sup>3</sup>, редуцирующих сахаров 0,20–0,91 %;

– новые данные по адсорбционным свойствам микоадсорбента, позволяющего в дозировке 0,35 % снизить в контаминированной микотоксинами муке содержание охратоксина А на 43,66 %, зеараленона на 42,62 %, дезоксиниваленола на 36,09 %;

– научно обоснованные параметры ферментативного гидролиза избыточных пивных дрожжей: исходная массовая доля сухих веществ дрожжевой суспензии 15–20 %; ферментативная обработка в четыре этапа: I этап – при температуре 38–40 °С в течение 50–80 мин., II этап – при температуре 50–52 °С в течение 50–80 мин., III этап – при температуре 63–65 °С в течение 40–70 мин., IV этап – при температуре 75–77 °С в течение 50–80 мин.; введение на I этапе ферментов и их дозировка в единицах активности на грамм сухих веществ дрожжей: α-амилаза – 1,0, протеаза – 2,0, глюкоамилаза – 10,0, липаза – 2,0, маннаназа – 10,0; доведение рН дрожжевой суспензии до 4,4 – 5,4;

– данные по биологической ценности сухого дрожжевого экстракта: содержание кальция в 100 г дрожжевого экстракта 21,1 %, магния – 100,0 %, фосфора – 302,0 %, калия – 153,7 %, витамина В<sub>1</sub> – 3,9 %, В<sub>2</sub> – 65,0 %, В<sub>5</sub> – 196,6 %, В<sub>6</sub> – 65,8 %, В<sub>12</sub> – 34,0 % от средней суточной потребности человека; общее содержание белка в 100 г дрожжевого экстракта не менее 42,7 % от средней суточной потребности человека;

– разработка научно-обоснованной технологии комплексной переработки избыточных пивных дрожжей, предусматривающей получение новых продуктов с высокой биологической ценностью – дрожжевого экстракта и микоадсорбента.

Практическая значимость полученных в работе новых научных данных обусловлена разработанной на их основе нормативно-технической и технологической документацией.

Таким образом, результаты работы, полученные соискателем (в том числе впервые) представляют несомненную научную и практическую значимость и могут быть использованы в различных отраслях пищевой промышленности при производстве обогащенной пищевой продукции, а также при производстве адсорбентов микотоксинов для кормовой промышленности.

## **Замечания и рекомендации по диссертационной работе и автореферату**

Аналитический обзор литературы в значительном объеме содержит общенаучную информацию, включающую описание терминов, понятий, классификацию, а именно, характеристику дрожжей, состав и строение дрожжевой клетки, описание механизма действия ферментов, их классификацию, способы получения и др. со ссылками на учебные пособия, изданные, начиная с 1967 г.

На стр. 72 приведено заключение, что «... более глубоким превращениям подвергаются полимеры маннановой природы, чем глюканы...», не подтвержденное экспериментальными данными.

Имеются неточности, неудачное построение или отсутствие необходимых параметров в таблицах 3.3, 3.5 и 3.11.

## **Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует**

Диссертационная работа Соловьева В.В. представляет собой завершенное квалификационное исследование, выполненное грамотно, на хорошем научном и методическом уровне. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь.

Автором проведен анализ научной литературы по теме исследования, обоснована актуальность работы, грамотно изложены цель, задачи и результаты исследований, применены современные методы исследований и оборудование. Экспериментальные данные, полученные Соловьевым В.В. лично или совместно с сотрудниками Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», РУП «Институт мясо-молочной промышленности», РУП «Институт почвоведения и агрохимии» статистически обработаны, логично представлены и хорошо проиллюстрированы. Достоверность представленных в диссертации данных не вызывает сомнений.

Приведенные в диссертационной работе результаты, сформулированные на их основе выводы и положения, выносимые на защиту, широко обсуждены на десяти международных конференциях и отражены в 19 работах, включая 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, 2 статьи в сборниках материалов конференций и 8 тезисов докладов, полученные результаты положены в основу патента на изобретение, технических нормативно-правовых актов и технологической документации. Объем публикаций, соответствующих пункту 19 Положения о

присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, составляет 2,7 авторских листа. Изложенные в заключительной части диссертации основные научные результаты подтверждаются ссылками на печатные работы, а рекомендации к практическому использованию – соответствующими нормативно-правовыми актами, рекомендациями и заключениями.

Автореферат информативен, полностью соответствует содержанию диссертации, выводам и основным положениям, выносимым на защиту, оформлен согласно требованиям ВАК Республики Беларусь.

Соловьёв Виталий Владимирович продемонстрировал способность решать актуальные научные и практические задачи, владеет сведениями о современном состоянии вопроса, хорошо ориентируется в литературных источниках и умело анализирует полученные экспериментальные данные.

Сказанное выше подтверждает соответствие научной квалификации Соловьева В.В. ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

### **Рекомендации по использованию результатов, имеющих практическое применение**

На основании результатов научных исследований, представленных в диссертации, разработана научно обоснованная технология комплексной переработки избыточных пивных дрожжей, которая прошла апробацию на опытно-технологических производствах РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и в РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и обладает потенциалом для внедрения на других предприятиях пищевой промышленности.

Пакет созданной нормативно-технической и технологической документации может быть использован для организации производства дрожжевых экстрактов и микоадсорбентов на предприятиях пищевой промышленности.

Проведены агрохимические испытания и подтверждена эффективность комплексных удобрений с добавками экстракта дрожжевого в полевых опытах на загрязненной радионуклидами дерново-подзолистой связносупесчаной почве при возделывании озимых (пшеница) и яровых зерновых (ячмень, овес) культур.

Научная новизна полученных данных подтверждена патентом Республики Беларусь № 21956 от 30.06.2018 г. «Способ получения гидролизата дрожжей».

### **Заключение**

Диссертационная работа Соловьева В.В. «Технология комплексной переработки избыточных пивных дрожжей», является самостоятельным

завершенным квалификационным исследованием, которое успешно сочетает в себе решение теоретических и прикладных задач. По значимости полученных результатов, объему и уровню выполненных исследований диссертация полностью отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь и может служить основанием для присуждения соискателю искомой ученой степени.

Руководствуясь требованиями, установленным главой 3 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, считаем, что автору диссертационной работы «Технология комплексной переработки избыточных пивных дрожжей» Соловьеву Виталию Владимировичу может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ за совокупность новых научно обоснованных данных, включающих:

1. Новые данные о направленной биотрансформации дрожжевой биомассы избыточных пивных дрожжей с использованием оптимально подобранных ферментных препаратов, обеспечивающих накопление в дрожжевом гидролизате растворимых сухих веществ 8,9–9,6 %, аминного азота 67,09–82,25 мг/100 см<sup>3</sup>, редуцирующих сахаров 0,20–0,91 %.

2. Научно обоснованные параметры ферментативного гидролиза избыточных пивных дрожжей: исходная массовая доля сухих веществ дрожжевой суспензии 15–20 %; ферментативная обработка в четыре этапа: I этап – при температуре 38–40 °С в течение 50–80 мин., II этап – при температуре 50–52 °С в течение 50–80 мин., III этап – при температуре 63–65 °С в течение 40–70 мин., IV этап – при температуре 75–77 °С в течение 50–80 мин.; введение на I этапе ферментов и их дозировка в единицах активности на грамм сухих веществ дрожжей: α-амилаза – 1,0, протеаза – 2,0, глюкоамилаза – 10,0, липаза – 2,0, маннаназа – 10,0; доведение pH дрожжевой суспензии до 4,4 – 5,4.

3. Разработку научно-обоснованной технологии комплексной переработки избыточных пивных дрожжей, предусматривающей получение новых продуктов с высокой биологической ценностью – дрожжевого экстракта (содержание кальция в 100 г дрожжевого экстракта 21,1 %, магния – 100,00 %, фосфора – 302,0 %, калия – 153,7 %, витамина В<sub>1</sub> – 3,9 %, В<sub>2</sub> – 65,0 %, В<sub>5</sub> – 196,6 %, В<sub>6</sub> – 65,8 %, В<sub>12</sub> – 34,0 % от средней суточной потребности человека; общее содержание белка в 100 г дрожжевого экстракта не менее 42,7 % от средней суточной потребности человека) и микоадсорбента, позволяющего в дозировке 0,35 % снизить в контаминированной микотоксинами муке содержание охратоксина А на 43,66 %, зеараленона на 42,62 %, дезоксиниваленола 36,09 %.

что в совокупности вносит существенный вклад в развитие пищевой промышленности.

Отзыв составлен на основе всестороннего анализа материалов

представленной диссертационной работы и устного доклада соискателя и одобрен на заседании кафедры биотехнологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 6 от 14.12.2023 г.).

На заседании присутствовало 11 сотрудников, из них докторов наук – 1, кандидатов наук – 10:

Леонтьев В.Н. (зав. кафедрой биотехнологии БГТУ, к.х.н, сп. 02.00.10);  
Болтовский В.С. (профессор кафедры биотехнологии БГТУ, д.т.н. сп. 05.21.03);  
Флюрик Е.А. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ к.б.н., сп. 03.00.16);  
Игнатовец О.С. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.б.н., сп. 03.00.16);  
Вакула С.И. (ст. препод. кафедры биотехнологии БГТУ, к.б.н., сп. 03.02.07);  
Гребенчикова И.А. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.т.н., сп. 05.21.03);  
Феськова Е.В. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.т.н., сп. 05.18.07);  
Остроух О.В. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.т.н., сп. 05.21.03);  
Рымовская М.В. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.т.н., сп. 05.23.04);  
Чернецкая Ю.Г. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.ф.н., сп. 14.04.02);  
Маркевич Р.М. (доцент кафедры биотехнологии БГТУ, к.х.н., сп. 05.21.04).

В открытом голосовании принимало участие 11 человек.

Проголосовали: за – 11, против – нет, воздержавшихся – нет.

**Председатель научного собрания**

Зав. кафедрой биотехнологии  
Белорусского государственного  
технологического университета,  
кандидат химических наук, доцент

В.Н. Леонтьев

**Эксперт**

Доцент кафедры биотехнологии,  
кандидат химических наук, доцент

Р.М. Маркевич

**Секретарь научного собрания**

Доцент кафедры биотехнологии,  
кандидат технических наук, доцент

Е.В. Феськова

Выражаем согласие на размещение отзыва на сайте учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» в глобальной компьютерной сети.