

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

На сегодняшний день существует серьёзная проблема дефицита белка. Особенно сильно дефицит характерен для развивающихся стран. Согласно прогнозам учёных, если люди будут придерживаться традиционных способов получения белка, то это может привести к серьёзным проблемам, и следствием может стать даже изменение климата. Поиск наиболее перспективных источников белка ведётся учеными со всего мира. Многочисленные исследования доказывают, что дрожжи – хороший источник полноценного белка, витаминов, пищевых волокон. Дополнительным преимуществом дрожжей является их способность расти на растительных отходах пищевых и перерабатывающих предприятий.

В связи с этим, диссертационная работа Фоменко И.А., целью которой является решение комплекса научно-технических задач по разработке технологии комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения, обладает несомненной актуальностью.

Работа имеет научную новизну, в частности, предложен способ щелочной делигнификации и ферментативного гидролиза подсолнечной лузги, позволяющий получить ферментоллизат с содержанием РВ 3,4 %, с помощью математического моделирования определены рациональные параметры ферментативного гидролиза с использованием препарата ЦеллоЛюкс-Г, предложен и обоснован способ получения концентрата на основе дрожжевой биомассы, заключающийся в последовательном обезжиривании и денуклеинизации биомассы.

Выводы и результаты достоверны и обоснованы, логично вытекают из материалов, изложенных в автореферате. Они имеют, безусловно, научную и практическую значимость.

Разработан комплект технической документации (ТУ и ТИ) на получение сухих кормовых дрожжей «КД-Км-60» .

Получен патент РФ на изобретение № 2762425 и проведена опытно-промышленная апробация разработанных технологий на базе технологического отдела ООО «ПромБит» (г. Ефремов, Россия) и отдела № 2 ОАО Институт «Прикладной биохимии и машиностроения» (г. Москва, Россия).

Основные результаты опубликованы в 18 печатных работах, в том числе 5 в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Считаю, что диссертационная работа является завершенным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует требованиям, изложенным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, и паспорту специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ, а ее автор, Фоменко Иван Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

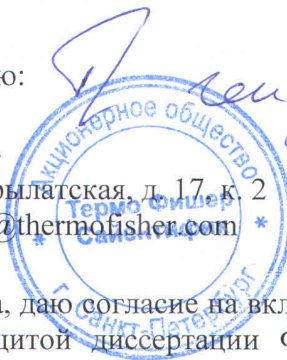
Кандидат технических наук, доцент  
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов  
и биологически активных веществ  
Специалист по работе с ключевыми клиентами

*Д.Г.* Шипарева Дарья Герасимовна

8.06.2022

Подпись Шипаревой Д.Г. заверяю:

АО «Термо Фишер Сайентифик»  
121614, Россия, г. Москва, ул. Крылатская, д. 17, к. 2  
8-800-250-0339, info.btd.moscow@thermotisher.com



*Д.Г. Шипарева*  
*Дарья Герасимовна*

Я, Шипарева Дарья Герасимовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ»

Актуальность темы. Проблема дефицита полноценного белка в питании человека и сельскохозяйственных животных актуальна для многих стран мира и, в том числе для России. Один из наиболее перспективных способов решения проблемы обеспеченности белком – получение дрожжевой биомассы. Дрожжи являются источником аминокислот и витаминов для человека и животных. Несомненным преимуществом дрожжей является быстрый рост, накопление большого количества белка и возможность расти на дешевом сырье. Одним из вариантов такого сырья выступает лузга подсолнечника, являющаяся крупнотоннажным отходом масличных предприятий.

Диссертационная работа Фоменко И.А. посвящена разработке технологии комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Научная новизна работы. Научно обоснованы параметры предобработки подсолнечной лузги и получения ферментолизата, содержащего 3,4 % РВ, из которых глюкоза – 73,65 %; целлобиоза – 12,49 %; олигосахариды – 13,86 %.

Представлены технологические решения обработки биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 с целью получения белкового концентрата, содержащего не менее 60 % белка, не более 2 % липидов и нуклеиновых кислот.

Практическая значимость работы.

Разработаны и апробированы технологии получения кормовых дрожжей на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 и *Candida parapsilosis* D-18 с содержанием сырого протеина не менее 55 %, перевариваемостью в условиях *in vitro* более 95 % за 3 ч.

Разработаны ресурсосберегающие технологии получения водорастворимой субстанции фитомеланинов и ферментного препарата кормового назначения на основе штамма *Myceliophthora thermophila* F-859.

Разработан комплект технической документации (ТУ и ТИ) на получение сухих кормовых дрожжей «КД-Км-60».

Отдельные положения работы использованы при издании 2-х учебных пособий (лабораторный практикум по дисциплине «Биотехнология ферментных препаратов» (2020 г.) и учебное пособие «Микробиологическая оценка качества сырья и биотехнологической продукции молекулярно-генетическими и протеомными методами» (2020 г.)), рекомендованных для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.01 Биотехнология



(бакалавриат) и 19.04.01 Биотехнология (магистратура).

По результатам исследования опубликовано 18 печатных работ, в том числе 5 – в журналах из Перечня ВАК РФ, 2 – в журналах из баз цитирования Scopus и WoS, получен 1 патент РФ на изобретение.

Однако, в ходе знакомства с авторефератом были сделаны несколько замечаний:

1. Целесообразнее было бы представить распределение частиц по размеру в таблице 2 в процентном соотношении от количества частиц во всех фракциях, приняв их за 100%;

2. В ходе культивирования дрожжей в качестве сравнения, возможно было использовать нативную подсолнечную лузгу и гидролизат без добавления других питательных компонентов;

3. Для полученного дрожжевого концентрата следовало дать ориентировочную экономическую оценку затрат для получения единицы продукции.

Сделанные замечания не снижают положительного впечатления от автореферата. Считаю, что по актуальности научной новизне и практической значимости диссертационная работа Фоменко И.А. «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фоменко И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ»

Кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
НИЦ «Курчатовский институт»  
Отдел биотехнологий и биоэнергетики  
Специальность: 05.18.07 – «Биотехнология  
пищевых продуктов и  
биологически активных веществ»  
Gorin\_KV@nrcki.ru

  
01.06.2022 г.

Горин Кирилл Викторович

Подпись Горина К.В. заверяю:

Главный ученый секретарь Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» к.т.н. Сергунова Кристина Анатольевна

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»)  
123182, Россия, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1  
Телефон: +7 (499) 196-95-39; e-mail: [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)



Я, Горин Кирилл Викторович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича на тему  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого  
назначения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

Диссертационная работа Фоменко Ивана Андреевича выполнена на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (ФГБОУ ВО «МГУПП»).

По данным института конъюнктуры аграрного рынка урожайность подсолнечника в России в 2020 году составила 13,8 – 13,9 млн т, что составляет 70% от сбора всех масличных культур. Лужность семян подсолнечника достигает 25 – 30 % от массы неочищенной семечки. Так же по данным ИКАР в 2020 году экспорт подсолнечника составил 1,6 млн т, то есть около 12 млн т подсолнечника было переработано. В настоящее время лузгу подсолнечника используют в качестве топлива в виде прессованных брикетов. Брикетированию подвергается 40% образующейся лузги, остальные 60% захораниваются или утилизируются с помощью сжигания.

Одним из путей решения проблемы утилизации лузги подсолнечника может быть биоконверсия этого трудноперерабатываемого отхода в кормовые препараты с высоким содержанием белка. Дрожжи достаточно давно используются при производстве хлеба, вин, пивных напитков и в сельском хозяйстве. Дрожжевые продукты и корма, содержащие дрожжевые компоненты, разрешенные к использованию в рационах сельскохозяйственных животных, представлены в списках AAFCO.

Использование подсолнечной лузги в качестве субстрата для получения белкового продукта на основе дрожжей, позволит сократить количество образующихся отходов.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертация на тему «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения» выполнена на актуальную тему.

Основной целью работы явилось решение комплекса научно-практических задач, направленных на разработку ресурсосберегающей технологии биоконверсии подсолнечной лузги в белковые препараты для сельского хозяйства и пищевой промышленности.

В ходе исследования обоснованы и экспериментально подтверждены предобработки подсолнечной лузги, заключающиеся в последовательном измельчении, обработке 4 %-ным раствором гидроксида натрия и коммерческим ФП «ЦеллоЛюкс-Ф». Показано, что при использовании биокаталитического метода обработки делигнифицированной подсолнечной лузги позволяет получить ферментолитат, содержащий 3,4 % РВ, из которых глюкоза – 73,65 %; целлобиоза – 12,49 %; олигосахариды – 13,86 %. Выявлено, что последовательное обезжиривание и денуклеинизация дрожжевой биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 позволяет получить белковый ингредиент для пищевой промышленности (концентрат), сбалансированный по незаменимым аминокислотам и отвечающий требованиям, предъявляемым к белковым концентратам (не менее 60 % белка, не более 2 % липидов и нуклеиновых кислот).

Теоретическая и практическая значимость обусловлена технологиями получения кормовых дрожжей, белкового концентрата пищевого назначения, водорастворимой субстанции фитомеланинов и кормового ферментного препарата. Разработаны и апробированы технологии получения кормовых дрожжей на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* Y-4557

и *Candida parapsilosis* D-18 с содержанием сырого протеина не менее 55 %, перевариваемостью в условиях *in vitro* более 95% за 3 ч. Разработаны технологические решения по получению белковых концентратов на основе микробной биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 с содержанием истинного белка 65 %, липидов и нуклеиновых кислот менее 2%. Разработаны ресурсосберегающие технологии получения водорастворимой субстанции фитомеланинов и ферментного препарата кормового назначения на основе штамма *Myceliophthora thermophila* F-859. Разработан комплект технической документации (ТУ и ТИ) на получение сухих кормовых дрожжей «КД-Км-60». Получен патент РФ на изобретение № 2762425. Проведена опытно-промышленная апробация разработанных технологий на базе технологического отдела ООО «ПромБит» (г. Ефремов, Россия) и отдела № 2 ОАО Институт «Прикладной биохимии и машиностроения» (г. Москва, Россия)

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1. На стр. 8 автореферата автор указывает: «В силу особенностей химического состава подсолнечной лузги необходима ее предварительная обработка механическим, химическим и ферментативным способами». Возникает вопрос, был ли исследован химический состав лузги подсолнечника, использованной в работе.

2. В табл. 1 автореферата было бы хорошо указать страну-изготовитель ферментных препаратов

3. В работе присутствуют грамматические и пунктуационные ошибки

Диссертационная работа в целом заслуживает положительной оценки, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно пп. 9 – 14 Постановления Правительства РФ «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (№ 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями, ред. от 01.10.2018 г., с изм. от 26.05.2020 г.)) и Приказом Минобрнауки РФ «Об утверждении Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук» (№ 1093 от 10.11.2017 г.), а ее автор Фоменко Иван Андреевич достоин присуждения искомой степени по научной специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ.

Кандидат сельскохозяйственных наук

старший научный сотрудник отдела молекулярной биологии и вирусологии

06.02.01- разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных (шифр и специальность по которой защищена диссертация)

Маркова Евгения Владимировна

Я, Маркова Евгения Владимировна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности (ФГБНУ ВНИТИБП)

141142, Московская область, г.о.Лосино-Петровский, пос. Биокомбината, д. 17, к.1.

E-mail: [vnitibp@mail.ru](mailto:vnitibp@mail.ru) Тел/факс: +7 (496) 567-32-63

Подпись Марковой Евгении Владимировны заверяю:

Старший специалист отдела кадров

Глинская Ирина Игоревна

01.06.2022г.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича на тему «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Диссертационная работа Фоменко И.А. выполнена на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП» и посвящена разработке комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Проблема эффективного использования растительных отходов будет актуальна еще долгие годы. Ежегодно в России образуется около 3 млн. т подсолнечной лузги, большая часть которой сжигается или захоранивается на полигонах. Лузга подсолнечника является трудноутилизируемым отходом, ввиду особенностей ее химического состава, одна при должной предобработке может явиться субстратом для микроорганизмов. В связи с этим тема диссертационного исследования является актуальной

Целью диссертационной работы явилось решение комплекса научно-технических задач, направленных на разработку технологии комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Научная новизна диссертации заключается в обосновании необходимости и подборе параметров щелочной делигнификации и ферментативного гидролиза подсолнечной лузги и подборе рациональных параметров последовательного обезжиривания и денуклеинизации дрожжей биомассы с целью получения белкового концентрата пищевого назначения.

На защиту выносятся 4 положения: 1) Способ предобработки (механической и химической) и биокаталитической деструкции полимеров подсолнечной лузги; 2) Способ получения кормовых дрожжей на ферментоллизате подсолнечной лузги; 3) Способ получения дрожжевого концентрата на основе культуры *Kluyveromyces marxianus*, используемого в качестве пищевого ингредиента. 4) Способ получения субстанции водорастворимых фитомеланинов, обладающих адсорбционной и антиоксидантной активностями и кормового целлюлолитического ферментного препарата на основе мицелиального гриба *Myceliophthora thermophila*, как побочных продуктов биоконверсии подсолнечной лузги.

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1. Не указано, каким образом необходимо готовить суспензию ФП «ЦеллоЛюкс-Ф».

2. Чем обусловлен выбор дозировки ФП при их выборе (рисунок 3)?

Основные положения работы представлены научному сообществу в виде 18 научных публикаций, среди которых 5 – статьи в изданиях, входящих в Перечень

рецензируемых научных журналов ВАК РФ.

В работе имеются незначительные замечания по тексту, в целом вышеуказанные замечания не снижают положительного впечатления от исследования. Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно. Работа соответствует классификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов кандидатской диссертационной работы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор Фоменко И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Доктор технических наук,  
профессор биотехнологии,  
Академик РАЕН,  
Директор ООО «БИОИН-НОВО»

Нугманова Татьяна Алексеевна

ООО «БИОИН-НОВО», 125475, г. Москва, ул. Дыбенко, д. 2, корп. 1, кв. 60.,  
8(903)185-06-30, e-mail: bioin@yandex.ru

Я, Нугманова Татьяна Алексеевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Подпись Нугмановой Т.А. заверяю:  
Нач. отдела кадров ООО «БИОИН-НОВО»

30.05.2022

Лескова Л.В.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология  
пищевых продуктов и биологически активных веществ

Одной из существенных проблем, стоящих перед населением мира, является обеспечение организма человека белковой пищей. Альтернативой животному белку может стать белки растительного и микробного происхождения, выделяемые из разнообразных сырьевых ресурсов. При рассмотрении в качестве источника белка растительные ресурсы перспективным является направление использования для этих целей отходов пищевой и перерабатывающей промышленности. Именно этой актуальной задаче и посвящено настоящее исследование, целью которого явилась разработка ресурсосберегающей технологии биоконверсии подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения.

Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные в автореферате, теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены. Они отражают и расширяют современные представления о развитии биотехнологии в плане комплексной переработки растительного сырья для создания новых белковых препаратов пищевого назначения.

Автором предложен способ подготовки подсолнечной лузги, включающий ее щелочную делигинификацию, а также гидролиз полисахаридов с использованием ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-Ф». С помощью метода математического моделирования подобраны оптимальные условия данного процесса. Полученный препарат явился основой питательной среды для выращивания кормовых дрожжей.

По материалам диссертации опубликовано опубликовано 16 работ, в том числе 2 статьи в изданиях, включенных в базы цитирования Scopus и WoS, 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получен патент. Основные положения и результаты диссертационной работы прошли апробацию и были обсуждены на научных и научно-практических конференциях международного и национального уровня.

Практическая значимость работы подтверждена разработанным комплектом технической документации (ТУ и ТИ) на получение сухих кормовых дрожжей. Разработанная технология прошла производственную апробацию на двух предприятиях отрасли.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, материал работы структурирован и логически взаимосвязан.

Вместе с тем в работе имеются некоторые замечания:

1. Не понятно из материала автореферата каким образом контролировали процесс и степень удаления лигнина

2. Желательно было бы привести в автореферате расчет экономической эффективности разработанных препаратов.

Высказанные замечания не снижают научную значимость и практическую ценность диссертационной работы.

Представленные в автореферате положения подтверждают, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, редакция от 01.10.2018 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фоменко Иван Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Доктор технических наук (специальность 05.18.15 –  
Технология и товароведение пищевых продуктов и  
функционального и специализированного  
назначения и общественного питания), доцент,  
заведующий кафедрой «Технология продуктов  
питания из растительного сырья» ФГБОУ ВО  
«Кемеровский государственный университет»

Сергеева И.Ю.

Доктор технических наук (специальность 05.18.15 –  
Технология и товароведение пищевых продуктов и  
функционального и специализированного  
назначения и общественного питания), профессор,  
профессор кафедры «Технология продуктов  
питания из растительного сырья» ФГБОУ ВО  
«Кемеровский государственный университет»

Киселева Т.Ф.

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»  
Почтовый адрес: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д.6  
e-mail: [tpprs@kemsu.ru](mailto:tpprs@kemsu.ru)  
тел. 8(3842)396855

Мы, Сергеева Ирина Юрьевна и Киселева Татьяна Федоровна, даем согласие на включение наших персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку

ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Отдел кадров УРП

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ Сергеевой И.Ю.,  
Киселевой Т.Ф.  
Инициалы Сергеевой И.Ю.  
Инициалы Киселевой Т.Ф.

Должность / Подпись / Ф.И.О.  
«с.г.» / 06. 20 22г.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича  
«КОМПЛЕКСНАЯ БИОКОНВЕРСИЯ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ В  
ПРЕПАРАТЫ КОРМОВОГО И ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ»,  
представленной на соискание ученой степени по специальности: 05.18.07 –  
Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Применение на маслопрессовых заводах технологической схемы по переработке семян подсолнечника с предварительным обрушиванием семян и выделением ядра позволяет добиться с одной стороны получения высокопротеинового жмыха, но с другой стороны появляется проблема утилизации подсолнечной лузги. При этом существующие технологии утилизации такого объема лузги не всегда являются малоотходными и ресурсосберегающими. В связи с этим, диссертационная работа Фоменко И.А., посвященная разработке ресурсосберегающей технологии биоконверсии подсолнечной лузги в белковые препараты для сельского хозяйства и пищевой промышленности является актуальной и имеет важное практическое значение.

Автором экспериментально определены и научно обоснованы параметры процесса щелочной делигинификации и ферментативного гидролиза полисахаридов подсолнечной лузги. Доказано, что применение разработанного способа биоконверсии подсолнечной лузги позволяет получить ферментолит с высоким содержанием глюкозы и олигосахаридов, что позволяет его использовать для культивирования биомассы дрожжей. Автором разработана технология получения белкового препарата с применением обезжиривания и денуклеинизации дрожжевой биомассы. Растительные отходы такие, как лузга подсолнечника, в своем химическом составе содержит лигнин (до 25%), являющийся ингибитором целлюлолитических ферментных препаратов. С целью удаления лигнина из подсолнечной лузги автор определ режимы щелочной предобработки – нагревание суспензии лузги в присутствии гидроксида натрия или тиосульфата натрия.

По теме диссертации автором опубликовано 18 работ из них 2 в изданиях, индексируемых Scopus и WoS, 5 статей в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК РФ, получен патент.

Совокупность представленных результатов диссертационной работы Фоменко Ивана Андреевича «КОМПЛЕКСНАЯ БИОКОНВЕРСИЯ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ В ПРЕПАРАТЫ КОРМОВОГО И ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ» позволяет считать, что цель достигнута и задачи, поставленные автором, выполнены.

Работа представляет собой заверченный научно-исследовательский труд на актуальную тему, характеризуется новизной, теоретической и практической значимостью и соответствует пунктам 2, 4, 6 Паспорта специальности 05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов и биологически

активных веществ. Диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018 с изм. от 26.05.2020), предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Фоменко Иван Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой пищевой  
инженерии ФГБОУ ВО «УрГЭУ»,

Тихонов Сергей Леонидович

03.06.2022 г.

Подпись Тихонова С.Л.

УДОСТОВЕРЯЮ:

Начальник отдела управления по  
работе с персоналом



Ю.А. Святская

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский государственный экономический  
университет»

610144, г. Екатеринбург, ул.8 Марта, 62

ФГБОУ ВО «УрГЭУ»

Телефон: 89122769895

E-mail: tihonov75@bk.ru



Я, Тихонов Сергей Леонидович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.



Тихонов Сергей Леонидович  
03.06.2022 г.

Подпись Тихонова С.Л.

УДОСТОВЕРЯЮ:

Начальник отдела управления по  
работе с персоналом

Ю.А. Святская



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Фоменко Ивана Андреевича** «**Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ»**

Диссертационная работа Фоменко И.А. выполнена в ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» на актуальную тему, связанную с дефицитом полноценного белка в питании человека и сельскохозяйственных животных. Один из наиболее перспективных способов решения проблемы обеспеченности белком – получение дрожжевой биомассы. Дрожжи являются источником аминокислот и витаминов для человека и животных. Несомненным преимуществом дрожжей является быстрый рост, накопление большого количества белка и возможность расти на дешевом сырье. Одним из вариантов такого сырья выступает лузга подсолнечника, являющаяся крупнотоннажным отходом масличных предприятий.

Цель диссертации Фоменко И.А. разработать технологию комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Практическая значимость работы. Разработаны и апробированы технологии получения кормовых дрожжей на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 и *Candida parapsilosis* D-18 с содержанием сырого протеина не менее 55 %, перевариваемостью в условиях *in vitro* более 95 % за 3 ч.

Разработаны ресурсосберегающие технологии получения водорастворимой субстанции фитомеланинов и ферментного препарата кормового назначения на основе штамма *Myceliophthora*



*thermophila* F-859.

Разработан комплект технической документации (ТУ и ТИ) на получение сухих кормовых дрожжей «КД-Км-60».

Отдельные положения работы использованы при издании 2-х учебных пособий (лабораторный практикум по дисциплине «Биотехнология ферментных препаратов» (2020 г.) и учебное пособие «Микробиологическая оценка качества сырья и биотехнологической продукции молекулярно-генетическими и протеомными методами» (2020 г.)), рекомендованных для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.01 Биотехнология (бакалавриат) и 19.04.01 Биотехнология (магистратура).

В работе научно обоснованы параметры предобработки подсолнечной лузги и получения ферментолизата, содержащего 3,4 % РВ, из которых глюкоза – 73,65 %; целлобиоза – 12,49 %; олигосахариды – 13,86 %.

Представлены технологические решения обработки биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 с целью получения белкового концентрата, содержащего не менее 60 % белка, не более 2 % липидов и нуклеиновых кислот.

По результатам исследования опубликовано 18 печатных работ, в том числе 5 – в журналах из Перечня ВАК РФ, 2 – в журналах из баз цитирования Scopus и WoS, получен 1 патент РФ на изобретение.

Однако, в ходе знакомства с авторефератом были сделаны несколько замечаний:

1. Какое количество ферментолизата лузги вносили в агаризованные питательные среды для первичного скрининга дрожжевых культур?

2. Проверялась ли способность дрожжевых культур к утилизации целлобиозы, которой по данным ВЭЖХ 12,49 %?

3. На сегодняшний день китайские производители ферментных

препаратов предлагают широкий спектр целлюлолитических и ксиланазных ферментных препаратов, возникает вопрос, исследовалась ли в работе возможность использования ферментных препаратов из Китая?

Сделанные замечания не снижают положительного впечатления от автореферата. Считаю, что по актуальности научной новизне и практической значимости диссертационная работа Фоменко И.А. «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Фоменко И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ»

Кандидат биологических наук,  
03.00.02 – Микробиология  
Старший научный сотрудник  
Директор ООО «ЛейТран»



Коновалова Елена Юрьевна  
8 июня 2022

ООО «ЛейТран»  
123060, г. Москва, ул. Берзарина, д. 34 стр. 16  
<http://www.leitran.ru>, +7 (495) 159-44-13

Я, Коновалова Елена Юрьевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.



## ОТЗЫВ

**На автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича, «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения», предназначенная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ**

Работа посвящена созданию способа комплексной переработки подсолнечной лузги в препараты для сельского хозяйства и пищевой промышленности. Актуальность выбранной темы диссертации неоспорима. Как известно, одним из запросов, предъявляемых к сельскому хозяйству сегодня, – это обеспечение населения полноценными и экологически безопасными пищевыми продуктами в достаточном количестве. Учитывая современные темпы развития сельского хозяйства в России, первостепенное значение приобретает обеспеченность отрасли отечественными высококачественными и сбалансированными кормами, поскольку уровень кормления сельскохозяйственных животных и птиц является одним из главных факторов, оказывающих разностороннее влияние на полноценный рост, развитие и продуктивные качества скота и птицы. Одним из решений указанной проблемы является использование микробного белка, синтезируемого дрожжевыми клетками на основе растительных отходов пищевой или перерабатывающей промышленности.

Как известно, Россия является одним из лидеров по переработке подсолнечника, отход которого – лузга – может быть использована в качестве дешевого субстрата для получения белкового продукта на основе дрожжей. Однако, вследствие отсутствия соответствующих современных технологий по переработки лузги, большая ее часть (60%) утилизируется путем сжигания или захоронения.

Выполненная работа представляет собой современное комплексное исследование, направленное на разработку эффективного способа получения белкового концентрата.

Как следует из автореферата, автором в достаточной степени выполнены теоретические и экспериментальные исследования.

Использованные методики подобраны адекватно, являются информативными и современными.

Организация экспериментальных исследований глубоко и охватывает все аспекты проводимой научно-исследовательской работы.

Полученный приоритет на изобретение подтверждает значимость данных результатов исследования.

Материалы диссертации прошли апробацию на представительных Международных и Всероссийских конференциях.

Из списка работ, опубликованных по теме диссертации, видно, что ее фрагменты достаточно полно освещены в печати. Публикация результатов в центральных изданиях свидетельствуют о высоком уровне исследований, их новизне, научной значимости.

Достоверность выводов, представленных в автореферате диссертации Фоменко И.А., не вызывает сомнений. В автореферате диссертации приведено пять выводов, которые логично вытекают из приведенного материала. Они четко сформулированы и отражают основные положения работы.

Вместе с тем, на основании материала, изложенного в автореферате диссертации, возникают некоторые вопросы. Так, остался не полностью раскрыт вопрос о корреляции между размером частиц измельченной лузги и количеством образовавшихся редуцирующих веществ после ферментативного гидролиза. Отсутствуют данные, на основании которых можно было бы судить об эффективности выбранного температурного (120 °С) и временного (1 ч) режима для проведения процесса делигнификации. Также не совсем ясно изложен проведенный скрининг грибных культур,



используемых в дальнейшем для получения ферментного препарата целлюлолитического действия.

Однако, данные замечания не влияют на общее положительное впечатление от диссертационной работы, основные результаты которой представляются значимыми и весомыми и отвечают всем требованиям, предъявляемым к работам данного уровня.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертант Фоменко И.А. заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

к.б.н.

03.00.23 – Биотехнология

руководитель группы  
биотехнологии физиологически  
активных веществ

ФИЦ Биотехнологии РАН



Джавахия Вахтанг  
Витальевич



Джавахия В. В.  
2022 г.

Институт биоинженерии им. К.Г. Скрыбина  
ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы  
биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН)  
117312 г. Москва, проспект 60-летия Октября, д. 7.к.1.

## **ОТЗЫВ**

**На автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения»,**

**представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности**

**05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически  
активных веществ**

В представленной работе рассматривается вопрос разработки альтернативных источников белка, которые смогут заменить или дополнить растительные белки, используемые в настоящее время на кормовые цели. Диссертантом проведен аналитический обзор современного состояния производства и использования микробных белков, синтезируемых грибами, дрожжами и бактериями, изучен опыт их применения в пищевой промышленности и сформулированы цели и задачи исследования.

В ходе работы научно обоснованы и экспериментально подтверждены параметры процесса щелочной делигинификации и ферментативного гидролиза полисахаридов подсолнечной лузги, определены рациональные параметры разных способов предобработки подсолнечной лузги, позволяющие получить основу питательной среды для дрожжевых культур, разработаны технологии получения кормовых дрожжей, белковых концентратов на основе микробной биомассы. Подобные работы в сложившейся экономической ситуации приобретают особую актуальность и являются очень своевременными.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников, приложений и изложена на 158 страницах машинописного текста. Список литературы включает 188 источников, в том числе 75 зарубежных, что подтверждает глубокое изучение состояния изучаемой проблемы.

В работе Фоменко И.А. использованы современные биологические, химические, микробиологические и органолептические методы исследования. Результаты работы обработаны с использованием общепринятых математических методов.

Основные научные и практические результаты диссертационной работы были апробированы на научно-технических конференциях различного уровня. Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов соответствующего профиля.

Представленный автореферат и опубликованные статьи отражают основное содержание диссертационной работы. По теме опубликовано 18 работ, в том числе 5 в изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки России и 3 – в изданиях, индексируемых в зарубежных базах данных.

Представленные результаты научных исследований имеют практическую значимость, которая подтверждается полученным патентом РФ.



В целом работа актуальна, изложена грамотно, логично, техническим языком. Однако, к автореферату работы имеются следующие замечания:

1. Автор широко использует в автореферате как стандартные, так и нестандартные аббревиатуры, для чего введен подраздел «Сокращения», однако он выполнен весьма странно. В частности, была введена аббревиатура «ОАО», расшифрованная автором как «общая антиоксидантная активность», хотя было бы лучше для этих целей ввести аббревиатуру «ОАА». Тем не менее, в тексте присутствует использование этой аббревиатуры в более традиционном виде на с. 5 (ОАО Институт «Прикладной биохимии и машиностроения»). Кроме того, вызывает удивление расшифровка аббревиатуры СП – «сырой протеина к АСВ» (притом что АСВ в списке аббревиатур не присутствует); другие аббревиатуры, встречающиеся в тексте (ЦлС, КС) в подразделе также не представлены.
2. В разделе «Материалы и методы» автореферата соискатель не указывает методы анализа, используемые в работе, вместо этого краткая характеристика методов дается по тексту при рассмотрении главы 3 (например, на с.11 приводятся условия хроматографии).
3. На с.11 автореферата автор анализирует уравнение регрессии по критерию Фишера, причем, судя по тексту, табличное значение он приводит равным 4,0, а расчетное – 2,0, после чего делает вывод об адекватности уравнения регрессии. Между тем классический анализ адекватности уравнения регрессии предполагает, что сделать вывод об адекватности уравнения регрессии можно лишь при превышении расчетного значения критерия Фишера над табличным, что позволяет отбросить «нуль-гипотезу» о равенстве остаточной дисперсии и дисперсии воспроизводимости. Возможно, автор использовал какой-то свой подход к оценке адекватности, но об этом стоило упомянуть.
4. Фраза «количественно оценить рост микроорганизмов на агаризованной среде не представляется возможным...» вызывает некоторые сомнения. Вообще-то, микробиологические методы как раз и нацелены на количественный анализ роста микроорганизмов путем разведений, посева и подсчета колоний. Почему в данном случае подобный метод оказался неприменимым – следует пояснить, или же переформулировать фразу.
5. На с. 18 автореферата соискатель делает вывод о приближенности протеина белкового концентрата к идеальному белку (кроме серосодержащих аминокислот, фенолфталеина и тирозина). Между тем данные таблицы 8 свидетельствуют о содержании треонина в количестве 2,31 г/100 г белка, что составляет 70 % от содержания в идеальном белке, приведенного в этой же таблице.

Несмотря на указанные замечания, представленная диссертационная работа Фоменко Ивана Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно

обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для развития пищевой промышленности в части изготовления препаратов кормового и пищевого назначения.

Диссертация соответствует требованиям и критериям п. 9 действующего Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Фоменко И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Бражная Инна Эдуардовна  
Ученая степень: канд. техн. наук,  
05.18.12 «Процессы и аппараты  
пищевых производств»,  
05.18.04 «Технология мясных, молочных,  
рыбных продуктов и холодильных производств»  
Ученое звание: доцент  
Должность - Профессор кафедры технологий  
пищевых производств  
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный  
технический университет»



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский государственный технический университет»  
183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, д.13; тел. 8(8152) 403326, моб. тел. +7 9537520749,  
e-mail: brain67@mail.ru

Волченко Василий Игоревич  
Ученая степень: канд. техн. наук,  
05.18.04 «Технология мясных, молочных,  
рыбных продуктов и холодильных производств»  
Ученое звание: доцент  
Должность - Профессор кафедры технологий  
пищевых производств  
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный  
технический университет»



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский государственный технический университет»  
183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, д.13; тел. 8(8152) 403326, моб. Тел +79212857004,  
email daesher@mail.ru

Дата: 09.06.2022 года

Подписи Бражной И.Э. и Волченко В.И. заверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета  
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный  
технический университет»



Т.В. Пронина



## Согласие на обработку персональных данных

Я. Бражная Инна Эдуардовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры технологий пищевых  
производств ФГАОУ ВО «Мурманский  
государственный технический университет»



Бражная И.Э.

Я. Волченко Василий Игоревич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры технологий пищевых  
производств ФГАОУ ВО «Мурманский  
государственный технический университет»



Волченко В.И.

Подписи Бражной И.Э., Волченко В.И. заверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета  
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный  
технический университет»



Пронина Т.В.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Фоменко Ивана Андреевича  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты  
кормового и пищевого назначения», представленной к защите на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

В последние десятилетия в связи с вопросами экологической безопасности и экономической эффективности агропромышленного комплекса большое внимание уделяется рациональному использованию вторичных ресурсов пищевой промышленности и сельскохозяйственных производств. Биоконверсия отходов позволяет не только решать экологические проблемы, но и использовать вторичное сырье в качестве полезных продуктов. В таких условиях важным направлением являются разработки по комплексному использованию сырья и безотходной переработке образующихся вторичных ресурсов с применением микробиологической биотрансформации сырья, главным образом в направлении обогащения его белком, синтезируемым бактериями, дрожжами или грибами в целях получения кормов, кормовых и пищевых добавок.

В масложировой промышленности в качестве сырья для микробной биоконверсии может быть использована подсолнечная лузга, образующаяся в количестве до 30% к массе семян подсолнечника. Поэтому работа, имеющая целью разработку ресурсосберегающей технологии биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для сельского хозяйства и пищевой промышленности актуальна и соответствует интересам развития биотехнологии и ее практического применения.

В представленной диссертационной работе научно обоснованы и экспериментально подтверждены параметры механической, химической и ферментативной предобработки подсолнечной лузги, позволяющие получить основу питательной среды (ферментализат) для дрожжевых культур. Дополнительно отмечается, что подбор рациональных параметров биокаталитической деструкции полимеров лузги проведен с использованием методов математического моделирования.

На ферментализате подсолнечной лузги автором был проведен скрининг потенциальных продуцентов белка среди 17 штаммов дрожжевых культур различных видов из нескольких коллекций микроорганизмов и дальнейшее глубинное культивирование отобранных дрожжей в полупромышленном биореакторе. В результате разработан способ получения белкового препарата кормового назначения на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* и *Candida parapsilosis* с содержанием сырого протеина не менее 60 % и перевариваемостью пищеварительными ферментами более 95 % за 3 ч, что характеризует его высокое качество. Кроме того, разработана технология получения сбалансированного по незаменимым аминокислотам белкового ингредиента для пищевой промышленности на основе штамма *K. marxianus*, содержащего более 65% истинного белка и не более 2% нуклеиновых кислот и липидов, т.е. отвечающего требованиям, предъявляемым к белковым концентратам.

Одним из вариантов более эффективного использования отходов масложировых производств, с созданием безотходной технологии переработки растительного сырья, является применение этих отходов в качестве субстрата для культивирования мицелиальных грибов. В данной работе показана возможность комплексной переработки лузги путем получения двух побочных продуктов: водорастворимой субстанции фитомеланинов и кормового ферментного препарата целлюлолитического действия,




получаемого при поверхностном культивировании мицелиального гриба *Myceliophthora thermophila* на непрогидролизованном осадке подсолнечной лузги.

Представленный автореферат дает полное представление о целях и задачах, решаемых в диссертации, основных положениях и результатах исследований, характеризуется последовательностью и логикой изложения. Большой экспериментальный материал свидетельствует о значительном объеме проделанной соискателем работы. Практическая значимость диссертационной работы отмечена патентом на изобретение и подтверждается результатами опытно-промышленной апробации разработанных технологий.

В качестве замечания отмечается, что в автореферате автором не приводится сравнение разработанных технологий с существующими способами биоконверсии подсолнечной лузги, не отмечены преимущества и возможные недостатки предлагаемых технологий. Однако данное замечание не носит принципиального характера, не снижает значимости проведенных автором исследований и не влияет на общую положительную оценку работы.

Таким образом, диссертация «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения» является законченным научным исследованием, соответствующим тенденциям современной биотехнологии, а ее автор, Фоменко Иван Андреевич, заслуживает присвоения звания кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

к.б.н., ведущий научный сотрудник  
отдела клинико-экономического анализа  
ГБУ МО «НПЦ КЭА МЗ МО»

  
6.06.2022

Клабукова Д.Л.




## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового  
и пищевого назначения»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически  
активных веществ

Стремительный рост народонаселения планеты ставит перед человечеством непростые задачи - обеспечение населения продуктами питания. По прогнозам, для обеспечения растущего населения сбалансированным протеиновым питанием ежегодное производство мяса и молочных продуктов должно вырасти до 1250 млн. тонн в 2050 г.

Исследования автора диссертации являются несомненно актуальными, так как посвящены проблеме получения в условиях постоянно растущего спроса альтернативных источников белка для сельского хозяйства и пищевой промышленности. В работе обоснована перспективность получения белковых продуктов микробного происхождения для обогащения кормов сельскохозяйственных животных и рациона человека. В качестве субстрата для получения микробного белка предложено использовать лузгу подсолнечника, являющуюся крупнотоннажным отходом масличного производства.

В соответствии с целью и задачами работы разработана технология гидролиза подсолнечной лузги и определены рациональные параметры её механической, химической и биокаталитической предобработки, позволяющие получить основу питательной среды для дрожжевых культур. Научно обоснованы и экспериментально подтверждены параметры процесса щелочной делигнификации и ферментативного гидролиза полисахаридов подсолнечной лузги, заключающиеся в последовательном измельчении, обработке 4 %-ным раствором гидроксида натрия и коммерческим ферментным препаратом «ЦеллоЛюкс-Ф».

В работе проведен скрининг штаммов дрожжей, способных утилизировать сахара, содержащиеся в ферментоллизате, накапливать большое количество биомассы (не менее 20 г/л), содержащей значительное количество сырого протеина (не менее 45 %). Учитывая, что при культивировании дрожжей образуется большое количество тепла, которое необходимо отводить, что достаточно затратно в условиях крупнотоннажного производства, автор указал на преимущество термотолерантных штаммов, способных расти при 40°C. В результате скрининга из 19 потенциальных продуцентов белка были выбраны в качестве наиболее перспективных для получения кормовых белковых препаратов штаммы: *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 и *Candida parapsilosis* D-18.

Штамм *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 был предложен и для получения белкового ингредиента пищевого назначения. Для получения микробного пищевого белка из дрожжевой биомассы необходимо удалять липиды и нуклеиновые кислоты. В диссертационной работе в результате оптимизации процесса обезжиривания выбраны наиболее рациональные технологические параметры для экстракции липидов из биомассы дрожжей: 60 %-ный этиловый спирт, температура 60°C, соотношение биомасса:этанол = 1:2,5. При таких параметрах остаточное содержание липидов составляло 1,9 % к АСВ. Определены и оптимальные параметры процесса денуклеинизации: соотношение обезжиренной биомассы и воды (гидромодуль) 1:7; температура 50°C; длительность выдержки суспензии 1 час. В результате был получен белковый концентрат, близкий по составу к «идеальному» белку ФАО/ВОЗ по всем незаменимым аминокислотам, кроме серосодержащих, фенилаланина и тирозина.

В целом, результаты диссертационной работы являются основой для разработки биотехнологии кормового белкового препарата для сельского хозяйства и белкового концентрата для пищевой промышленности на основе технологии биоконверсии



подсолнечной лузги, являющейся отходом на маслоэкстракционных заводах. Использование подсолнечной лузги позволяет решать проблему утилизации крупнотоннажных отходов масличного производства. Причем автор в данном исследовании предусматривает утилизацию отходов, образующихся при обработке подсолнечной лузги в процессе получения основы питательной среды для дрожжевых культур. В процессе щелочной делигнификации измельченной подсолнечной лузги образуется большое количество стока, который необходимо утилизировать. Данный сток содержит в себе растворенный лигнин и фитомеланины, которые можно отделить и получить водорастворимую субстанцию.

Разработанный автором способ получения субстанции водорастворимых фитомеланинов, обладающих адсорбционной и антиоксидантной активностями, и кормового целлюлолитического ферментного препарата на основе мицелиального гриба *Myceliophthora thermophila*, еще более повышает практическую значимость работы и является ее безусловным достоинством.

В результате работы автором получен патент на способ биоконверсии подсолнечной лузги в кормовой продукт с высоким содержанием белка.

В качестве критических пожеланий и замечаний по содержанию автореферата необходимо отметить отсутствие в автореферате результатов исследований по определению в соответствии с ГОСТ 20083 «Дрожжи кормовые. Технические условия» токсичности полученных белковых препаратов и содержания в них металломагнитных примесей. Тем не менее, результаты диссертационного исследования обладают высокой теоретической и практической значимостью и могут использоваться в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, способствуя решению экологических задач по утилизации и сокращению промышленных отходов.

Считаю, что рассматриваемая диссертационная работа Фоменко Ивана Андреевича по полученным результатам, объему и качеству публикаций полностью соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Кандидат биологических наук  
по специальности 03.00.23 - Биотехнология,  
Ведущий научный сотрудник отдела  
«Технологий и препаратов на основе  
бактериальных и грибных культур»  
ОАО «Биохиммаш»

1.06.2022

Лаврикова Виктория Викторовна

Открытое акционерное общество Институт «Прикладной биохимии и машиностроения»;  
127299; г.Москва, ул.Клары Цеткин, д.4, Телефон (495) 459-91-99, e-mail: vikalv@mail.ru.

Я, Лаврикова Виктория Викторовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Подпись Лавриковой В.В. заверяю



Буланова Н.П., руководитель  
по работе с персоналом



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича на тему  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных  
веществ

Актуальность работы обусловлена постоянно растущим дефицитом полноценного белка в питании человека и сельскохозяйственных животных. Одним из решений этой проблемы является разработка технологий получения альтернативного белка, например, микробного происхождения. В качестве продуцентов микробного полноценного белка рационально использовать дрожжевые культуры. Дрожжи являются быстрорастущими микроорганизмами, способными расти на дешевом сырье (отходах АПК в нативном или предобработанном состоянии), накапливать до 65% белка.

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП» под руководством доктора технических наук, профессора Ивановой Людмилы Афанасьевны.

Диссертация соответствует пунктам 2, 4, 6 Паспорта специальности 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ».

**Теоретическая и практическая значимость** в разработке комплексной технологии биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Определены рациональные параметры механической, химической и биокаталитической предобработки подсолнечной лузги, позволяющие получить основу питательной среды (ферментализат) для дрожжевых культур. В ходе выполнения диссертационной работы были разработаны и апробированы технологии получения кормовых дрожжей на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 и *Candida parapsilosis* D-18 с содержанием сырого протеина не менее 55 % и перевариваемостью в условиях *in vitro* более 95 % за 3 ч. Разработаны технологические решения по получению белковых концентратов на основе микробной биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 с содержанием истинного белка 65 %, липидов и нуклеиновых кислот менее 2 %. Разработаны ресурсосберегающие технологии получения водорастворимой субстанции фитомеланинов и ферментного препарата кормового назначения на основе штамма *Myceliophthora thermophila* F-859.

Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных физико-химических и биологических методов анализа, актом проведения испытаний разработанных технологий в отделе технологий препаратов на основе бактериальных и грибных культур (отдел № 2) ОАО «Биохиммаш» (г. Москва) и в опытно-промышленном цехе ООО «ПромБит» (г. Ефремов). Основные продукты, полученные по разработанным технологиям, проанализированы в испытательной лаборатории ОАО Институт «Прикладной биохимии и машиностроения».

На защиту выносятся 4 положения. По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе 5 – в журналах из перечня ВАК РФ.

Диссертационная работа построена по традиционному принципу и включает введение, 6 глав, общие выводы и 5 приложений. Объем диссертации – 158 страниц машинописного текста. Список использованной литературы включает 188 источников (из них 75 – иностранных).

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1. К сожалению, в автореферате не представлен химический состав подсолнечной



лузги, на основании которого можно было обосновать способа обработки, выбор ферментных препаратов и их мультисимных композиций.

2. В автореферате не приведено обоснование почему накопление ПВ в образце, полученном после измельчения на роторной ударной мельнице Retsch SR 200, происходит более интенсивно, по сравнению с образцами, имеющими частицы меньшего размера (рис.2).

3. Не понятно на чем был основан выбор температур проведения процесса делигнификации, процесс вели только при 30 ° или 120 °, оптимальной выбрали 120 °.

В целом вышеуказанные замечания не снижают положительного впечатления от исследования. Содержание автореферата позволяет заключить, что автору удалось выстроить логически стройную, непротиворечивую и конструктивную работу. Судя по автореферату диссертационная работа Фоменко Ивана Андреевича на тему «Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук (пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842), а ее автор Фоменко Иван Андреевич достоин присуждения искомой степени по научной специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Доктор технических наук,

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Доцент

Заместитель директора

департамента производства и развития

предприятий- начальник отдела инновационных

технологий и развития производства

  
2.06.2022

Милорадова Елена Васильевна

Я, Милорадова Елена Васильевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

ООО «Объединенные кондитеры»

115184, г. Москва, 2-й Новокузнецкий пер., 13/15

Подпись Милорадовой Е.В. заверяю:

НАЧАЛЬНИК  
ОТДЕЛА КАДРОВ  
ДЕМИДОВА Ю В



## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича на тему  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Диссертация Фоменко И.А. выполнена в ФГБОУ ВО «МГУПП» на кафедре  
«Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза».

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска путей утилизации подсолнечной лузги, образующейся при лушении семян. В настоящее время этот трудноутилизируемый отход сжигается или захоранивается. В тоже время лузга может быть использована для биоконверсии в белковые препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства. Таким образом, важной научно-практической задачей исследования стала разработка технологии комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты кормового и пищевого назначения.

Практическая и теоретическая значимость работы заключается в определении рациональных параметров предобработки подсолнечной лузги, позволяющие получить основу питательной среды для микробной биоконверсии.

В ходе выполнения диссертационной работы были разработаны и апробированы технологии получения кормовых дрожжей на основе штаммов *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 и *Candida parapsilosis* D-18 с содержанием сырого протеина не менее 55 % и перевариваемостью в условиях *in vitro* более 95 % за 3 ч. Разработаны технологические решения по получению белковых концентратов на основе микробной биомассы *Kluyveromyces marxianus* Y-4557 с содержанием истинного белка 65 %, липидов и нуклеиновых кислот менее 2 %. Разработаны ресурсосберегающие технологии получения водорастворимой субстанции фитомеланинов и ферментного препарата кормового назначения на основе штамма *Myceliophthora thermophila* F-859.

Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных физико-химических и биологических методов анализа, актом проведения испытаний разработанных технологий в отделе технологий препаратов на основе бактериальных и грибных культур (отдел № 2) ОАО «Биохиммаш» (г. Москва) и в опытно-промышленном цехе ООО «ПромБит» (г. Ефремов). Основные продукты, полученные по разработанным технологиям, проанализированы в испытательной лаборатории ОАО Институт «Прикладной биохимии и машиностроения».

Диссертационная работа построена по традиционному принципу и включает



Yph Compueda S. A.

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Фоменко Ивана Андреевича на тему  
«Комплексная биоконверсия подсолнечной лузги в препараты кормового и  
пищевого назначения», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности**

**05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ**

По данным института конъюнктуры аграрного рынка урожайность подсолнечника в России в 2020 году составила 13,8 – 13,9 млн т, что составляет 70% от сбора всех масличных культур. Лужность семян подсолнечника достигает 25 – 30 % от массы неочищенной семечки. Так же по данным ИКАР в 2020 году экспорт подсолнечника составил 1,6 млн т, то есть около 12 млн т подсолнечника было переработано.

В настоящее время лузгу подсолнечника используют в качестве топлива в виде прессованных брикетов. Брикетированию подвергается 40% образующейся лузги, остальные 60% захораниваются или утилизируются с помощью сжигания. Одним из путей решения проблемы утилизации лузги подсолнечника может быть биоконверсия этого трудноперерабатываемого отхода в препараты с высоким содержанием белка для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

В отличие от растительного белка, микробный белок содержит в своем составе незаменимые аминокислоты практически в полном составе, что доказано многочисленными исследованиями аминокислотного состава дрожжевого белка. Белок микробного происхождения сопоставим с «эталонным» белком, принятым ФАО/ВОЗ. Нельзя не отметить значительного преимущества, заключающегося в сверхпродуктивности микроорганизмов, в разы превосходящей прирост массы растительных или животных источников белка. По результатам многочисленных исследований отмечается, что микробный белок безвреден и может быть использован в качестве альтернативного источника полноценного белка в рационе человека.

Диссертационная работа Фоменко И.А. выполнена на кафедре «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «МГУПП» и посвящена разработке комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства

Целью диссертационной работы явилось решение комплекса научно-технических задач, направленных на разработку технологии комплексной биоконверсии подсолнечной лузги в препараты для пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Научная новизна диссертации соответствует пунктам 2, 4 и 6 паспорта специальности 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ» и заключается в обосновании необходимости и подборе параметров щелочной делигнификации и ферментативного гидролиза подсолнечной лузги и подборе рациональных параметров последовательного обезжиривания и денуклеинизации дрожжей биомассы с целью получения белкового концентрата пищевого назначения.

Диссертационная работа построена по традиционному принципу и включает введение, 6 глав, общие выводы и 5 приложений. Объем диссертации – 158 страниц машинописного текста. Список использованной литературы включает 188 источников (из них 75 – иностранных).

Обоснованность результатов исследования подтверждена 18 публикациями по теме



диссертации – из них 5 в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК РФ и 2 публикации в изданиях индексируемых Scopus WoS. По материалам исследования получен патент РФ на изобретение (№ 2762425 от 21.12.2021 г.). Основные результаты исследований представлены и обсуждены на международных и национальных научно-практических конференциях разного уровня в период с 2019 по 2021 гг.

Несомненным достоинством работы является то, что была проведена промышленная апробация разработанных технологий в условиях опытно промышленного цеха ООО «ПромБит» (г. Ефремов) и отдела технологий препаратов на основе бактериальных и грибных культур ОАО «Биохиммаш» (г. Москва), что подтверждается актами апробации.

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1. В тексте автореферата отсутствуют сведения о химическом составе объекта исследования – подсолнечной лузги;
2. Не ясно, с чем автор связывает факт отсутствия корреляционной зависимости между размером частиц измельченной лузги при использовании планетарной и коллоидной мельниц и количеством редуцирующих веществ после ферментализации (с. 9 автореферата);
3. Не совсем понятно, каким образом, осуществлялась делигнификация подсолнечной лузги при 120 °С и использовании 4 %-ного водного раствора гидроксида натрия. Видимо речь идет о применении процессов, протекающих при избыточном давлении?

В целом вышеуказанные замечания не снижают положительного впечатления от исследования. Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно. Работа соответствует классификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов кандидатской диссертационной работы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор Фоменко И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

Доктор технических наук,

05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

Доцент кафедры  
биотехнологии



Рожнов  
Евгений Дмитриевич

6.06.2022

Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (БТИ АлтГТУ)  
659305, Сибирский федеральный округ, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27  
+7 (3854) 43-22-85; e-mail info@bti.sechna.ru

Я, Рожнов Евгений Дмитриевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Фоменко Ивана Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Подпись Рожнов Е.Д.  
Заверяю  
Ведущий специалист по кадрам ГКУСП  
Н.А. Воробьева

