

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
СКИБЫ Екатерины Анатольевны
на тему «Биотехнологическая трансформация легковозобновляемого
целлюлозосодержащего сырья в ценные продукты»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 1.5.6 – Биотехнология

Актуальность выполненных исследований. Целлюлоза наряду с лигнином является основным компонентом растительной биомассы и самым распространенным возобновляемым природным биополимером Земли. Традиционно нативную целлюлозу используют для изготовления бумаги, нетканых материалов, гидролизованного этилового спирта; (микро)кристаллическую, модифицированную или ферментированную целлюлозу – для производства этанола, пищевых добавок эмульгирующего, антислеживающего действия, различных наполнителей, ароматизаторов, вспомогательных технологических средств; ацетилованную – для получения искусственного текстильного волокна, упаковочных материалов, киноплёнки; нитроцеллюлозу – для изготовления бездымного пороха. Развитие науки ведет к созданию инновационных технологий переработки целлюлозы, что сопровождается получением ее новых форм – нановолоконных и нанокристаллических. Их наиболее перспективными и быстро развивающимися рынками потребления являются пищевая, целлюлозобумажная, лакокрасочная, нефтегазовая, фармацевтическая, медицинская, косметическая, электротехническая промышленность, биоэнергетика, электроника и др.

Особое внимание исследователи уделяют микробному синтезу наноцеллюлозы, которая обладает механической прочностью, гибкостью, высокой влагоудерживающей способностью, устойчивостью к воздействию химических реагентов и высокой температуры, высокой биоадгезивностью, газо- и водопроницаемостью, биосовместимостью, биоразлагаемостью и другими свойствами. Указанные свойства обуславливают преимущественное использование бактериальной наноцеллюлозы и ее композитов в медицине, например, в качестве раневых повязок, матриц лекарственных средств, в составе систем заживления ран, регенерации тканей, доставки лекарств и т.п.

Несмотря на востребованность и ожидаемый высокий рост мирового рынка бактериальной наноцеллюлозы (с 200,5 млн \$ в 2022 г. до 269,9 млн \$ в 2027 г.), ее получение, в том числе в Российской Федерации и странах Евразийского экономического сообщества, все еще ограничивается выпуском экспериментальных образцов. Поэтому выбранная Скибой Екатериной Анатольевной тема диссертационной работы, нацеленной на биотрансформацию возобновляемого растительного целлюлозосодержащего сырья (мискантуса) и/или отходов его переработки (шелухи овса) и получение особо востребованных продуктов – биоэтанола, этилена и бактериальной наноцеллюлозы, является актуальной.

Новизна исследования и полученных результатов. Представленный в диссертационной работе экспериментальный материал, на основании которого сформулированы выносимые на защиту положения, содержит новые данные, в том числе полученные впервые. Так, автором диссертационной работы впервые обоснован и предложен простой, высокоэффективный и экологически безопасный способ одно-

или двухстадийной предобработки целлюлозного сырья, в том числе содержащего кислотонерастворимый лигнин, разбавленным раствором азотной кислоты.

Разработан также ресурсосберегающий способ ферментативного гидролиза шелухи овса, обработанной азотной кислотой, который позволяет образующуюся при этом жидкую фракцию использовать в составе питательных сред для получения продуктов микробного синтеза, а твердый остаток – для получения диоксида кремния.

Научно обоснована, разработана, апробирована новая технология получения биоэтанола с минимальным содержанием метилового спирта, совмещающая стадии ферментативного гидролиза предварительно обработанного целлюлозосодержащего сырья (мискантуса, шелухи овса) и спиртового брожения при условии подпитки субстратом и ферментными препаратами.

Экспериментально доказана эффективность использования симбиотической культуры *Medusomyces gisevii* Sa-12, растущей в средах на основе гидролизатов целлюлозосодержащего сырья в нестерильных условиях, для биосинтеза наноцеллюлозы. Разработана отечественная биотехнология получения бактериальной наноцеллюлозы из овсяной шелухи с выходом продукта влажностью 99,0 %, составляющим 1,94 т/т.

Впервые микробиологическим путем получена бактериальная наноцеллюлоза, по степени кристалличности (86–93 %) и содержанию алломорфа I-альфа (96–98 %) превышающая известные мировые аналоги. Впервые доказана гемостатическая активность наноцеллюлозы, синтезированной с использованием *Medusomyces gisevii* Sa-12.

Новизна полученных результатов подтверждается 7 патентами Российской Федерации на изобретения.

Значимость полученных результатов для науки и производства. Новые научные данные о биосинтезе и свойствах микробной наноцеллюлозы дополняют пока немногочисленную и разрозненную информацию о физиологии и биохимии бактериальных ассоциаций, осуществляющих трансформацию гидролизатов и ферментализатов целлюлозосодержащего растительного сырья или отходов его переработки в продукты высокой добавленной стоимости. Отмеченное в совокупности с особенностями реализации биотехнологии получения из целлюлозосодержащего сырья или отходов его переработки бактериальной наноцеллюлозы, обладающей доказанным гемостатическим действием, определяет несомненную научную значимость представленной диссертационной работы.

Бесспорная практическая важность полученных результатов состоит также в разработке новых способов и биотехнологий получения из возобновляемого целлюлозосодержащего сырья традиционных и импортозамещающих продуктов микробного синтеза, состоятельность которых доказана в условиях опытно-промышленного производства.

Ассоциативная культура *Medusomyces gisevii* Sa-12, разработанные технологии, которые основаны на запатентованных способах получения из возобновляемого целлюлозосодержащего сырья биоэтанола, этилена, бактериальной наноцеллюлозы, разработанная нормативно-техническая документация на производство новой продукции могут стать объектами коммерциализации.

Все изложенные в автореферате выводы и положения диссертационной работы логично вытекают из большого объема многолетних экспериментов, выполненных Скибой Екатериной Анатольевной лично или под ее руководством. По те-


ме диссертационной работы только в журналах из списка ВАК опубликованы 72 статьи; в журналах, индексируемых международными базами Web of Science и Scopus, – 48, из которых 19 – в изданиях категории Q1 и Q2. Новизна оригинальных технических решений подтверждена 7 патентами Российской Федерации на изобретения. Экспериментальные данные, полученные соискателем ученой степени доктора технических наук в соответствии с обоснованно выбранными современными методами исследований, публично обсуждены на многочисленных научных конференциях всероссийского и международного уровня и, следовательно, не вызывают сомнений.

Реферат диссертационной работы, изложенной на 492 страницах и состоящей из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 1118 наименований, 9 приложений, информативен. Представленный в реферате материал логично изложен и оформлен в соответствии с требованиями ВАК Российской Федерации.

На мой взгляд как микробиолога-биотехнолога, уместной была бы в автореферате диссертации информация о видовом составе ассоциативной культуры *Medusomyces gisevii* Sa-12, а также о соотношении отдельных микробных составляющих в процессе трансформации исследуемых целлюлозосодержащих субстратов. Однако отмеченное пожелание, а также отдельные встречающиеся в тексте стилистические и пунктуационно-грамматические погрешности не касаются сути диссертационной работы, не умаляют ее научно-практическую ценность, не влияют на ее высокую оценку.

Таким образом, анализ приведенных в автореферате данных позволяет заключить, что диссертационная работа Скибы Екатерины Анатольевны представляет собой законченную самостоятельно выполненную квалификационную научную работу, которая по актуальности, научной и практической значимости полученных результатов, объему и методическому уровню исполнения отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК Российской Федерации к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.5.6 – Биотехнология.

Главный научный сотрудник лаборатории ферментов Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», академик НАН Беларуси, доктор биологических наук по специальности 03.02.03 – микробиология, профессор, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь


Лобанок Анатолий Георгиевич, aglobanok@gmail.com
« 7 » февраля 2023 г.

Республика Беларусь, 220084, г. Минск, ул. акад. В.Ф. Купревича, 2, Государственное научное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»; Телефон: +375 (17) 317-42-09; E-mail: microbio@mbio.bas-net.by

Подпись Лобанка А.Г. заверяю:
Ученый секретарь
Института микробиологии НАН Беларуси



Левчук О.Д.