

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Хайровой Адели Шамилевны «Получение и исследование биологических и физико-химических свойств хитина, хитозана и их меланиновых комплексов из мухи *Hermetia illucens* на разных стадиях онтогенеза насекомого», представленную к защите в диссертационный совет МГУ.015.2 (МГУ.03.13) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология

Актуальность темы

Диссертационная работа Хайровой Адели Шамилевны посвящена получению и исследованию свойств хитина, хитозана, а также их комплексов с меланинами, полученных в качестве побочных продуктов при переработке мухи черная львинка (*Hermetia illucens*) на разных стадиях онтогенеза насекомого.

Проблема поиска новых источников хитина, которую предлагается решить в рамках данного исследования, является актуальной в последние годы. Хитозан – дезацетилированное производное хитина, обладающее рядом уникальных свойств, таких как биосовместимость, антимикробная и ранозаживляющая способность, антиоксидантные, мукоадгезивные, сорбционные свойства. Всё это обеспечивает перспективы применения хитозансодержащих материалов в различных областях науки, медицины, сельского хозяйства, косметологии и пищевой промышленности. Муха черная львинка является новым перспективным источником не только хитина и хитозана, но и хитин/хитозан-меланиновых комплексов. Меланины – полифункциональные пигменты природного происхождения, обладающие уникальными физико-химическими свойствами (в зависимости от источников получения), в первую очередь, радио- и фотопротекторными свойствами, способностью деактивировать природные радикалы. Использование хитина/хитозана в комплексе с меланинами позволит добиться повышения биологической активности полимеров, в том числе за счет проявляемого синергетического эффекта. Такие материалы являются перспективными для применения в области медицины и косметологии.

Научная новизна и значимость работы

Значимость исследования заключается в разработке методов получения хитина, хитозана и их комплексов с меланинами из нового уникального источника – мухи черная львинка, изучении полученных материалов на различные виды биологической активности. В работе показано, что муха *Hermetia illucens* может являться источником биополимеров на всех стадиях онтогенеза насекомого (личинка, куколка, подмор). Впервые представлены способы получения аморфного хитина, высокомолекулярного хитозана и хитозан-меланиновых комплексов из *H. illucens*, на которые автором были получены патенты РФ.

Практическая значимость

Разработанная в данной работе схема получения хитина и хитозана, а также их комплексов с меланинами может быть реализована в промышленности. Важно отметить, что процесс получения описанных продуктов является одним из этапов глубокой переработки биомассы мухи черная львинка на различных стадиях ее онтогенеза, которая, в свою очередь, используется для утилизации пищевых отходов. В результате такой комплексной переработки может быть получен не только хитин, хитозан и их комплексы с меланином, но также кормовой белок и жир. Поэтому внедрение данного процесса может повысить экономическую эффективность процесса утилизации пищевых отходов. Кроме того, описанные в работе продукты, получаемые из мухи черная львинка, могут быть использованы и в исследовательских целях.

Представляет интерес и дальнейшее изучение хитин- и хитозан-меланиновых комплексов как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения, в частности, для разработки новых материалов, косметических средств и других продуктов.

Диссертация написана четким, понятным языком, аккуратно оформлена, ее структура логична и подчинена выбранному автором направлению исследований.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из следующих разделов: «Введение», «Обзор литературы», «Экспериментальная часть», «Результаты и обсуждение», «Выводы», «Заключение», «Список литературы». Работа изложена на 113 страницах, содержит

15 таблиц и 28 рисунков. Список литературы включает 153 источника, в том числе 140 иностранных.

Степень завершенности диссертационной работы и качество ее оформления

Соискателем выполнен всесторонний анализ данных научной и технической литературы отечественных и зарубежных авторов, патентной документации по теме исследований. Цели и задачи работы сформулированы методически грамотно. На основе поставленных задач исследования предложены пути их реализации.

К основным достигнутым результатам в ходе выполнения диссертационной работы следует отнести следующее:

- Разработаны основы технологии получения хитина, хитозана и их меланиновых комплексов на разных стадиях развития насекомого черная львинка *Hermetia illucens*. Определены структуры и подтверждена чистота биополимеров – хитина, хитозана и их меланиновых комплексов, выделяемых из *H. illucens*.

- Установлено, что чувствительность коллоидного раствора хитина из личинок львинки при использовании его в качестве субстрата для хитинолитических ферментов превышает аналогичные образцы из ракообразных в 2-13 раз.

- Получены хитозаны с заданными молекулярными массами с помощью рекомбинантных штаммов продуцентов хитинолитических ферментов. Установлена высокая противогрибковая активность низкомолекулярного хитозана из черной львинки, превышающая аналогичную активность хитозана, получаемого из панцирей ракообразных.

- Установлено, что подмор *H. illucens* является уникальным сырьем для получения ковалентно связанных хитин- и хитозан-меланиновых комплексов в промышленных масштабах.

- Показана эффективность хитин-меланинового комплекса при сорбции радионуклидов (^{233}U и ^{90}S), а также усиленные фотопротекторные и антиоксидантные свойства хитозан-меланинового комплекса.

- Показана совместимость хитозан-меланинового комплекса с рецептурами солнцезащитных и антивозрастных кремов, что делает возможность включения хитозан-меланинового комплекса в соответствующие рецептуры.

Достоверность полученных результатов подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием современных физико-химических методов исследования биополимеров, таких как метод кондуктометрического титрования, протонный магнитный резонанс, высокоэффективная жидкостная хроматография, инфракрасная спектроскопия, элементный анализ, аминокислотный анализ и другие.

Выводы полностью отражают основные результаты диссертационной работы, ее научную, теоретическую и практическую значимость. По теме диссертации опубликована 21 научная работа, среди них 5 статей в журналах, индексируемых в базах данных WoS, SCOPUS и RSCI, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова, 1 статья в журнале, рекомендованном ВАК, 11 тезисов, получено 2 патента РФ и 1 положительное решение о выдаче патента.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Результаты научных исследований соответствуют паспорту специальности 1.5.6. Биотехнология.

По диссертационной работе возникли следующие вопросы и замечания:

- 1) Каким образом были сделаны выводы об аморфной структуре хитина?
- 2) Как было подтверждено наличие ковалентного связывания в комплексе между хитозаном и меланином?
- 3) Присутствует ли в технологии получения аморфного хитина стадия обезжиривания?
- 4) Зачем потребовалось проводить фракционирование деминерализованного сырья при получении высокомолекулярного хитозана из личинок?

Указанные замечания не снижают уровня научной новизны, теоретической и практической значимости выполненной работы.

Считаю, что диссертационная работа Хайровой Адели Шамилевны «Получение и исследование биологических и физико-химических свойств хитина, хитозана и их меланиновых комплексов из мухи *Hermetia illucens* на разных стадиях онтогенеза насекомого», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение

задачи по получению и изучению биологических и физико-химических свойств хитина, хитозана и их меланиновых комплексов из мухи *Hermetia illucens*.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.5.6. Биотехнология, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно положениям № 5,6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Считаю, что автор работы Хайрова Аделя Шамилевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология (биологические науки).

Официальный оппонент:

доктор биологических наук по специальности 03.00.23
«Биотехнология», профессор, заведующий отделом
получения биологически активных веществ
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и
технологический институт биологической промышленности»
Албулов Алексей Иванович

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и
технологический институт биологической промышленности»
14142, Московская область, Щелковский район, п. Биокомбината, д.17

Подпись Албулова Алексея Ивановича  заверяю
Ученый секретарь ФГБНУ ВНИТИП
кандидат сельскохозяйственных наук

10.02.2022г