



УДК 577.114.4:579.26

ПОТЕНЦИАЛ НАСЕКОМЫХ КАК СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИТОЗАНА

Ким В.В., Облобердиев С.Н. Джураев Б.Б., Хотамов М².

Ташкентский химико-технологический институт Янгиерский филиал¹.

Институт генетики и экспериментальной биологии АН РУз²

v.veronika@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрена возможность использования насекомых в качестве альтернативного источника хитозана. Описаны химический состав экзоскелета насекомых, основные стадии технологического процесса получения хитозана, а также преимущества данного сырья с точки зрения устойчивого развития. Показано, что насекомые могут рассматриваться как перспективная и экологически безопасная сырьевая база для производства хитозана.

Ключевые слова: хитин, хитозан, насекомые, биополимеры, биотехнология, деацетилирование.

Введение

Развитие биотехнологий и переход к принципам устойчивого развития обуславливают возрастающий интерес к возобновляемым биополимерам.

Хитозан — один из наиболее перспективных полисахаридов, получаемый путем деацетилирования хитина. Благодаря своим физико-химическим и биологическим свойствам хитозан широко применяется в медицине, фармацевтике, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и охране окружающей среды.

Традиционным источником хитина являются отходы переработки морских ракообразных. Однако сезонность добычи, высокая минерализация



сырья и потенциальная аллергенность стимулируют поиск альтернативных источников. В этом контексте насекомые представляют значительный научный и практический интерес.

Хитин представляет собой линейный азотсодержащий полисахарид, состоящий из остатков N-ацетил-D-глюкозамина, соединенных β -(1 \rightarrow 4)-гликозидными связями. Хитозан образуется в результате частичного или полного удаления ацетильных групп из структуры хитина. Экзоскелет насекомых содержит хитин, белки, липиды и относительно небольшое количество минеральных веществ. Данное обстоятельство выгодно отличает насекомых от ракообразных и упрощает технологический процесс получения хитозана.

Производство хитозана из насекомых в Узбекистане до настоящего времени не получило существенного развития и носит фрагментарный характер. В стране отсутствует сформировавшаяся промышленная база и устойчивые технологические цепочки в данной сфере, что позволяет рассматривать производство хитозана как новое и перспективное направление, находящееся на стадии становления.

Технология получения хитозана из насекомых состоит из подготовки и обезжиривание сырья.

Сырьё подвергают сушке и механическому измельчению. При необходимости проводится обезжиривание с использованием органических растворителей или термической обработки, что особенно актуально для личинок насекомых.

Депротеинизация. Удаление белков осуществляется обработкой измельченного сырья растворами гидроксида натрия. В результате белковые компоненты переходят в раствор, а хитин сохраняет структурную целостность.

Деминерализация. Деминерализацию проводят с использованием растворов минеральных кислот, чаще всего соляной кислоты. Низкое



содержание минеральных солей в насекомых позволяет снизить концентрацию кислот и продолжительность обработки.

Деацетилирование. Деацетилирование является ключевым этапом процесса и осуществляется при обработке хитина концентрированными щелочными растворами при повышенной температуре. Получаемый хитозан характеризуется определенной степенью деацетилирования, влияющей на его растворимость и функциональные свойства.

Использование насекомых в качестве источника хитозана обладает рядом преимуществ:

- 1). высокая скорость роста и воспроизводства насекомых;
- 2). возможность круглогодичного культивирования;
- 3). низкие затраты на сырьё и энергию;
- 4). снижение экологической нагрузки;
- 5). соответствие концепции циркулярной экономики.

Хитозан, полученный из насекомых, по своим характеристикам сопоставим с хитозаном традиционного происхождения и может применяться в медицине и фармацевтике; агробиотехнологиях; пищевой промышленности; и в системах очистки воды и почвы.

Хитозан широко используют в сельском хозяйстве – в качестве биостимулятора, обеспечивающего повышение урожайности овощей на 25–40 %, средства борьбы с нематодами почв в закрытом грунте, стеблевой и корневой гнилью, ржавчиной; специальных покрытий для фруктов, увеличивающих их сроки хранения, кормовой добавки, повышающей резистентность животных к инфекционным заболеваниям и обогащающей корма.

А также в биотехнологии и экологии – очистка сточных вод от белковых, нефтяных, жировых и других загрязнений, иммобилизация ферментов,



сорбция тяжелых металлов и радионуклидов, добавка при производстве стиральных порошков.

Примеры насекомых-источников хитина

- 1). Чёрная львинка (*Hermetia illucens*)
- 2). Мучной червь (*Tenebrio molitor*)
- 3). Саранча
- 4). Сверчки
- 5) Пчелы

Таблица 1. Схема производства хитозана из насекомых

Этап	Описание процесса	Основные реагенты / условия	Результат
1. Сбор и подготовка сырья	Сбор насекомых, отделение панцирей, промывка, сушка	Вода, сушка 60–80 °C	Сухое хитинсодержащее сырьё
2. Измельчение	Механическое измельчение экзоскелета	Дробилки, мельницы	Порошок экзоскелета
3. Деминерализация	Удаление минеральных солей (CaCO ₃ и др.)	HCl 1–2 М, 20–25 °C	Обеззоленное сырьё
4. Депротеинизация	Удаление белков	NaOH 1–5 %, 60–90 °C	Хитин
5. Обесцвечивание (опционально)	Удаление пигментов	H ₂ O ₂ или этанол	Осветлённый хитин



Этап	Описание процесса	Основные реагенты / условия	Результат
6. Промывка и сушка	Удаление остатков реагентов	Вода до нейтрального pH	Чистый сухой хитин
7. Деацетилирование	Превращение хитина в хитозан	NaOH 40–50 %, 90–120 °C	Хитозан
8. Очистка и классификация	Фильтрация, сушка, фракционирование	Фильтры, сушильные шкафы	Готовый хитозан
9. Контроль качества	Определение степени деацетилирования, ММ	ИК-спектроскопия, титрование	Продукт заданного качества

Заключение

В заключение, хитин и хитозан представляют собой универсальные полимеры с различными свойствами, которые делают их экономически привлекательными и полезными во многих отраслях промышленности, включая пищевую, сельское хозяйство, очистку сточных вод, тканевую инженерию, биомедицину, биотехнологию, санитарии, косметику, текстильную и бумажную промышленность.

Анализ современных исследований показывает, что насекомые являются перспективным альтернативным источником хитина и хитозана. Развитие технологий их промышленного культивирования и переработки может обеспечить устойчивое и экологически безопасное производство



биополимеров. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию технологических параметров и оценку экономической эффективности данного подхода.

Список литературы

1. Ахмедов С. Зеленые возобновляемые источники энергии: хитозан. производство и вклад в достижение целей устойчивого развития ООН. *Uzbek Scholar Journal* Volume- 23, December, 2023 www.uzbekscholar.com.
2. Rinaudo M. Chitin and chitosan: Properties and applications // *Progress in Polymer Science*. 2006. Vol. 31. P. 603–632.
3. Muzzarelli R.A.A. Chitins and chitosans for the repair of wounded skin // *Carbohydrate Polymers*. 2009. Vol. 76. P. 167–182.
4. Kaya M., Baran T., Erdoğan S. et al. Extraction and characterization of chitin and chitosan from insects // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015. Vol. 72. P. 131–140.
5. Ким В.В., Касимов Ш.И., Эгамкулова Х. Акрам кизи Мусакаева Сабина Ришатовна КАТАЛИТИЧЕСКИЕ И МЕХАНИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА ПРОИЗВОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* Ким В.В. [и др.]. 2025. 11(140). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21282>
6. Van Huis A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector // *FAO Forestry Paper*. 2013. No. 171.
7. Shahidi F., Abuzaytoun R. Chitin, chitosan, and co-products: Chemistry, production, applications, and health effects // *Advances in Food and Nutrition Research*. 2005. Vol. 49. P. 93–135.
8. Хабибуллаева Н.Ф., Сидикова Н.А., Хаитбаев А.Х. ПОЛУЧЕНИЕ ХИТОЗАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ APIS MELLIFERA // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2021. 9(87). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12184>