

ХИТОЗАН И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ В АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ, МЕДИЦИНЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ (РОСХИТ 2023)

В настоящий выпуск журнала “Прикладная биохимия и микробиология” включены статьи, которые были представлены в рамках Шестнадцатой Всероссийской конференции с международным участием “Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана” (<https://roschit23.ru/>), проходившей в сентябре 2023 года в г. Владивостоке (РосХит-2023). Юбилейная конференция была посвящена 40-летию первой конференции по хитину и хитозану, состоявшейся во Владивостоке в сентябре 1983 г. (Первая Всесоюзная научно-техническая конференция по производству и использованию хитина и хитозана из панциря криля и других ракообразных), которая проводилась на базе крупнейшего научного учреждения региона — Института химии ДВО РАН (ИХ ДВО РАН).

Итоги «РосХит-23» показали, что в последнее десятилетие разработки в области хитинологии были посвящены источникам хитина, получению, анализу и свойствам хитозана и его производных, хитинолитическим ферментам, применению хитина, хитозана и их производных, которые становятся все более востребованными. Особенно хитозан стал востребован в сфере медицины, благодаря его биосовместимости и биodeградируемости в организме, что обусловлено воздействием ферментов слизистой оболочки и кишечной микрофлоры человека.

В настоящее время вследствие квоты на вылов и охраны загрязнения морских ареалов сырьевая база для производства хитозана в нашей стране является весьма ограниченной. Сведения о запуске в Мурманске комплексной схемы утилизации отходов промышленной переработки камчатского краба и краба-стригуна были представлены в докладе Новикова В. Ю. (ПИНРО им. Н. М. Книповича, Мурманск). Было отмечено, что это стало возможно благодаря деятельности ООО «Антей-Север», так как была организована переработка живых крабов на береговом предприятии.

Новые источники сырья были представлены исследователями из Узбекистана — это гидробионты соленых водоемов Приаралья. Вид беспозвоночных *Artemia parthenogenetica*, представленных в соленых водоемах Приаралья, становится сейчас доминантом зоопланктона вследствие высокой минерализации водной среды. Рачки *Artemia parthenogenetica* стали единственным, успешно размножающимся видом в Аральском море, запасы которого в настоящее время достигают промысловых объемов.

Проведенные Рашидовой С. Ш. с соавт. (Институт химии и физики полимеров АН РУз, Ташкент, Узбекистан) исследования показали, что выделенный из цист *A. parthenogenetica* Аральского моря хитозан обладает хорошей растворимостью (82%) и степенью дезацетилирования — 73%. В перспективе это позволит использовать его как в медицине, так и в АПК. Авторы работ из Узбекистана представили также доклады по получению хитина и хитозана из отходов традиционного для страны шелкового производства. Это тем более актуально, поскольку речь идет об отходах возобновляемого местного сырья в достаточных количествах: 10000–15000 т/г, остающихся при переработке натурального шелка. Куколки тутового шелкопряда *Bombyx mori* также могут быть возобновляемым источником для выделения природного полисахарида и получения из него модификацией не менее востребованного хитозана. В продолжающемся цикле работ Института химии и физики полимеров АН Узбекистана (Рахманова В. Н. и др.) достигнут новый важный этап в получении производных хитозана: впервые синтезирован сульфат хитозана на основе сырья из *Bombyx mori*.

Следует отметить, что также используются быстро возобновляемые альтернативные источники хитозана из насекомых: хитозан из личинок мух черная львинка (*Hermetia illucens*), подмора пчел и др. Особую популярность сегодня приобретают новые биоматериалы, получаемые, например, из комплексов хитозана с меланином. Доступность хитин-меланиновых комплексов, получаемых на поздних стадиях (куколки, имаго) онтогенеза насекомого *Hermetia illucens*, позволила группе авторов из ФИЦ Биотехнологии РАН и РГУ им. А. Н. Косыгина разработать новые электроформованные изделия из хитозана — нановолокна из хитозан-меланинового комплекса со средним диаметром 250 нм, устойчивые в водных растворах. Такие волокна можно использовать в качестве раневых покрытий, а также в тканевой инженерии для пролиферации живых клеток.

Лидирующим направлением в тканевой инженерии сегодня является использование биомиметических гидрогелевых каркасов. Решение этой задачи основывается, в том числе, на разработке предназначенных для технологий 3D-печати гидрогелевых чернил, в качестве которых могут выступать композиции, содержащие хитозан. Кильдеевой Н. Р. с соавт. (Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина, ФИЦ

Биотехнологии РАН) удалось оптимизировать условия перехода гидрогелей полисахаридов от текущих полимерных систем к получению упругого тела матрикса, форма которого задана и адаптирована для считывания 3D-биопринтером, что создает перспективы для выпуска трехмерных искусственных матриксов, полностью совместимых с живыми тканями.

Представленный в докладах участников конференции РосХит-23 спектр медицинских приложений хитозана отличался широтой и разнообразием. В работах Привар Ю. О., Братская С. Ю. с соавт. (Института химии ДВО РАН) представлены новые способы получения супермакропористых биорезорбируемых материалов на основе хитозана и карбоксиметилхитозана. Полученные материалы могут применяться для трехмерного культивирования опухолевых и нормальных клеток человека, а также тестирования *in vitro* эффективности противоопухолевых препаратов и комбинированных методов лечения опухолевых заболеваний.

Большой интерес представляет также медицинское направление, связанное с надежно подтвержденными улучшенными гемостатическими свойствами производных хитозана. В работе Лунькова А. П. с соавт. (ФИЦ Биотехнологии РАН) продемонстрирован успешный синтез методом клик-химии перспективного производного хитозана, содержащего аминокaproновую кислоту. Авторы работы предположили, что за счет улучшенной адгезии и антифибринолитической активности

аминокапроновой кислоты, будет наблюдаться усиление гемостатической активности хитозана, что откроет перспективу использования производного, например, как основы инновационной аэрозольной пены для заживления кожи после ожогов и др.

К новым биоматериалам предъявляются жесткие требования, такие как биоразлагаемость, высокие прочностные характеристики, биосовместимость. Исследования, проведенные в ННГУ им. Н. И. Лобачевского (Апратина К. В. с соавт.) показали перспективность использования в биомедицине разработанных ими пленок блок-сополимеров на основе рыбного коллагена и хитозана с молекулярной массой 330 кДа, полученных из крабовых панцирей (ООО “Биопрогресс”, Московская обл., Россия).

В настоящем сообщении перечислена лишь небольшая часть работ, имеющих прикладное значение, авторы которых представили доклады на конференции. В рамках РосХит-2023 были представлены результаты научных проектов из разных регионов России, в том числе поддержанные грантами Российского научного фонда.

Президент Российского хитинового общества

В. П. Варламов

Секретарь И. В. Яковлева

ФИЦ Биотехнологии РАН