

Исследование антимикробной активности наночастиц производных хитозана, входящих в состав съедобных нанокомпозитных покрытий

Автор: Дысин А.П. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель: Критченков А.С. (Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург)

Введение. В последнее время большое внимание уделяется эволюции антибиотикорезистентных микроорганизмов. Как известно, на данный момент не существует единого противомикробного агента, к которому не проявляли бы резистентность все микроорганизмы. Данной проблемой обуславливается актуальность приведенного исследования, заключающаяся в создании и изучении новых антимикробных агентов, которые оказывали бы влияние на микроорганизмы с постоянно возрастающей устойчивостью к антибиотикам. Новизну и популярность в этом отношении имеет полисахарид хитозан, поскольку микроорганизмы не способны вырабатывать к нему резистентность. Кроме того, в таких продуктах питания, как сыр, допустимая норма антибиотиков строго регламентирована, что создает дополнительные трудности в сохранении потребительских свойств продукта, поскольку тот со временем подвергается порче из-за развития в нем неблагоприятных микроорганизмов.

Известно, что хитозан проявляет широкий спектр противомикробной активности против бактерий, нитевидных грибов, дрожжей и даже вирусов. Исследования показали антибактериальную активность хитозановых наночастиц против *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella choleraesuis*, *Pseudomonas aeruginosa*. Сообщалось также об их противогрибковой активности против *Aspergillus niger*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Collectotrichum gloeosporioides*, *Candida albicans*.

Однако на сегодняшний день существует не так много данных об активности хитозана относительно микроорганизмов порчи сыра, среди которых бактерии: *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Pseudomonas fluorescens*; дрожжи: *Candida apis*, *Candida glabrosa*, *Candida intermedia*, *Pichia fermentans*, *Yarrowia lipolytica*; грибки: *Mucorspp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus flavus* и др.

Целью данной работы стала оценка антимикробной активности различных форм хитозана: исходного полисахарида, его триметиламинобензильного производного, а также наночастиц на основе последнего. Выполнение данной цели предполагает следующие задачи:

- 1) Синтез наночастиц катионного триметиламинобензильного производного хитозана (ТМАБХ);
- 2) Сравнение антимикробной активности данных наночастиц с исходными ТМАБХ и с хитозаном на мультикультурах порчи сыра.

Решение проблемы. В рамках данного исследования путем ионного гелирования были получены новые наночастицы на основе ТМАБХ, ионногелированных ТПФН. Предполагается, что наибольший эффект в качестве антимикробных агентов должны оказывать наночастицы с наименьшими, из полученных, размерами (радиусы $\approx 90,74$ нм и $325,7$ нм), т.к. частицы с данными размерами способны эффективно связываться с отрицательно заряженной бактериальной клеточной стенкой, вызывая нарушение структуры клеточной мембраны, таким образом изменяя ее проницаемость.

Результаты. По результатам эксперимента в бактериальных мультикультурах, лишь наночастицы ТМАБХ проявили антимикробный эффект в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/мл.

По зоне задержки роста (т.е. ее радиусу) вокруг дисков сделали вывод о чувствительности микроорганизмов порчи сыра к различным видам хитозана. Минимальная ингибирующая концентрация для наночастиц ТМАБХ составила 1,0 мг/мл.

Выводы. Таким образом, было показано, что наночастицы на основе ТМАБХ обладают характерной антимикробной активностью против микроорганизмов порчи, развивающихся в сыре Гауда, в отличие от молекулярных хитозана и его производного. Данный результат позволяет рассматривать такую перспективу применения этих наночастиц, как включение их в нанокompозитное пищевое покрытие с целью придания ему антимикробных свойств и продления таким образом срока хранения продукта.