



# БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ



Региональный трек  
Всероссийского конкурса  
научно-технологических проектов

**«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»**

направление

Новые материалы

название работы

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
СТРУКТУРНЫХ И СОРБЦИОННЫХ  
СВОЙСТВ ХИТОЗАНОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА АДГЕЗИЮ БАКТЕРИЙ

участник(и)

Суцня Александра Алексеевна

#большиевызовы  
#МГК

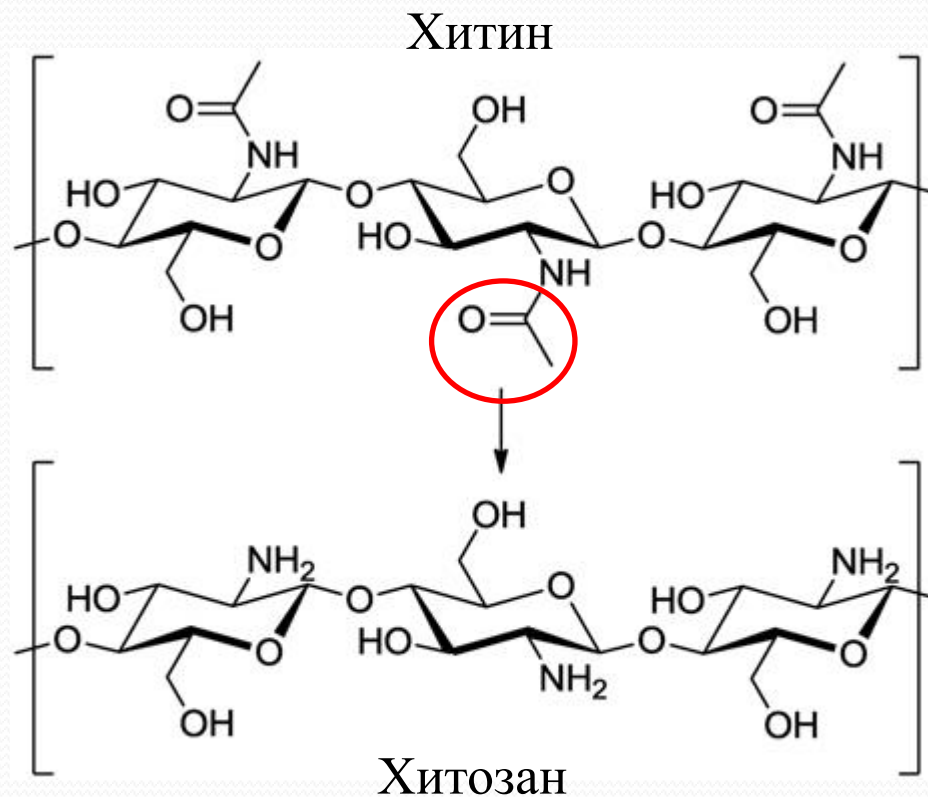
[mgk.olimpiada.ru](http://mgk.olimpiada.ru)

г. Москва  
2021



# Актуальность

Хитозан – это полимер, состоящий из  $\beta$ -D-глюкозаминовых звеньев. В основе получения хитозана лежит реакция отщепления от структурной единицы хитина – ацетильной группировки. Хитозан растворим разбавленных неорганических (соляной, азотной) и органических (муравьиной, уксусной) кислотах.



Ключевыми характеристиками хитозана являются:

- молекулярная масса – низко-, средне- и высокомолекулярный хитозан;
- степень деацетилирования - отношение глюкозаминных звеньев к общему числу звеньев в молекуле.

## Свойства хитозана:

- биосовместимый;
- биоразлагаемый;
- обладает способностью адгезировать клетки;
- обладает гемостатической активностью.

# Актуальность

## Применение:

- Парфюмерно-косметическая промышленность (В составе косметических кремов, снижающих потерю воды, гелеобразователь в жидких мылах и гелевых зубных пастах.)
- Сельское хозяйство
- Экология
- Пищевая промышленность
- Медицина (используется для создания биоматериалов различной формы, в инженерии различных тканей, как компонент искусственных кровеносных сосудов).



**Цель работы:** исследовать структурные, сорбционные, и адгезионные свойства хитозана и определить пригодность использования материалов на основе хитозана в медицине.

### **Задачи:**

- Изучить литературные данные о свойствах хитозана и методах его получения и применении.
- Приготовить растворы с различным содержанием хитозана, растворенного в водном растворе уксусной кислоты.
- Приготовить пористые материалы (губки) из растворов.
- Исследование структуры различных материалов.
- Исследование процесса набухания в губках.
- Исследование взаимодействия хитозановых материалах с бактериями.

# Приготовление растворов

Хитозан растворяли в 2% водном растворе уксусной кислоты при комнатной температуре. Концентрация раствора варьировалась в диапазоне от 0,5 до 2 масс.%.

# Приготовление пористых материалов

Раствор наливали в формы (лабораторные планшеты), замораживали, после чего помещали под вакуум в лиофильную сушку.

Формы, в которые заливали раствор



Лиофильная сушка  
НИЦ «Курчатовский институт»

Образец 2%-ой губки хитозана



## Расчет структурных параметров губок

Плотность полученных губок рассчитывали по следующей формуле:  $\rho_{\text{обр}} = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi r^2 h}$

где  $r$  – радиус основания образца,  $h$  – высота образца.

Пористость губок можно рассчитать по формуле:  $p = \left( 1 - \frac{\rho_{\text{обр}}}{\rho} \right) \times 100\%$

где  $\rho = 1,33 \text{ г/см}^3$  – плотность полимера.

### Результат

% полимера	0,5	1	2
Плотность губок, г/см <sup>3</sup>	0,0013	0,192	0,008
Пористость, %	99,9	99,8	99,4

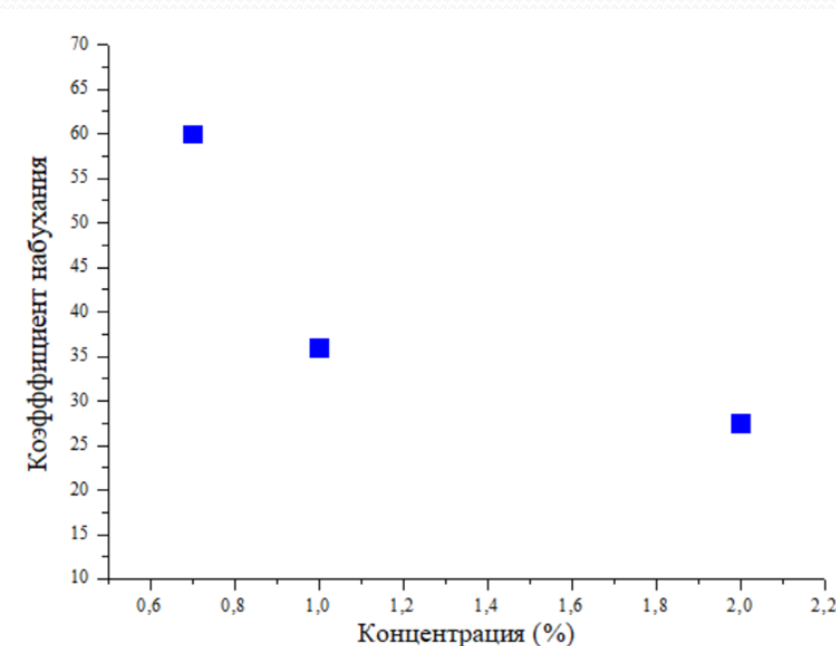
**Вывод:** С увеличением процента полимера губки становятся прочнее, их плотность увеличивается, а пористость уменьшается.

# Впитываемость

Сухие губки взвешивали и помещали в воду на 4 дня. После убирал лишнюю воду и взвешивали мокрые губки.

% полимера	0,7	1	2
Масса сухой, г.	0,0042	0,1144	0,0698
Масса мокрый, г.	0,2562	3,2632	2,584
Коэффициент набухания	60	36,02	27,52

График зависимости коэф. набухания от % полимера



$$\alpha = \frac{m_M - m_c}{m_c} \quad \text{где } \alpha \text{ - коэффициент набухания, } m_M \text{ - масса мокрой, } m_c \text{ - масса сухой}$$

**Вывод:** с увеличением процента полимера, уменьшается коэффициент набухания.

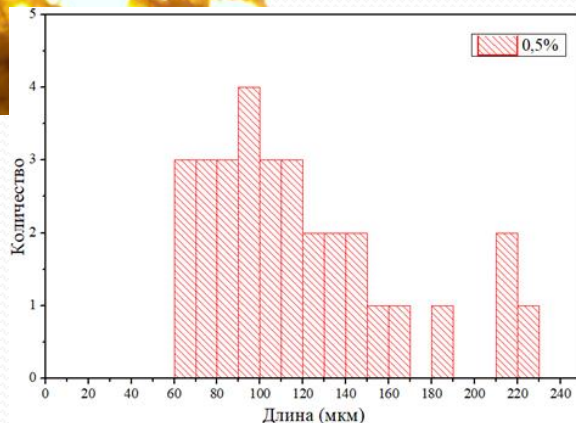
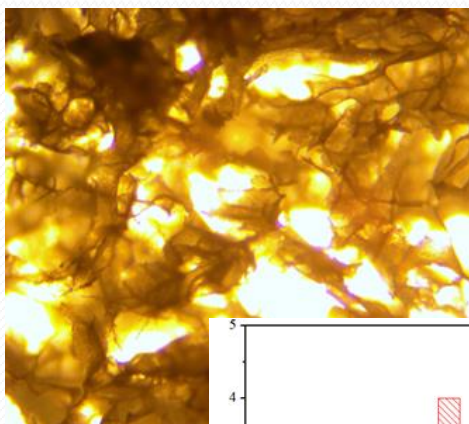


# Структура пористых материалов

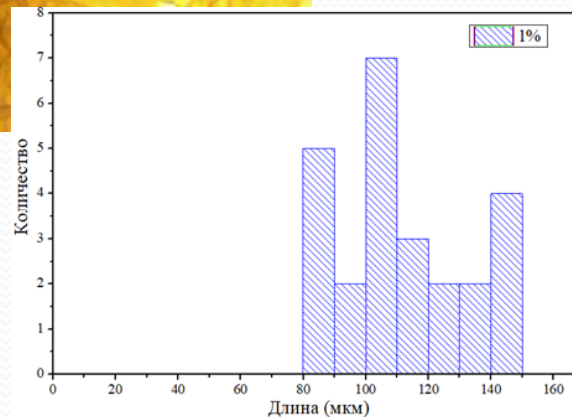
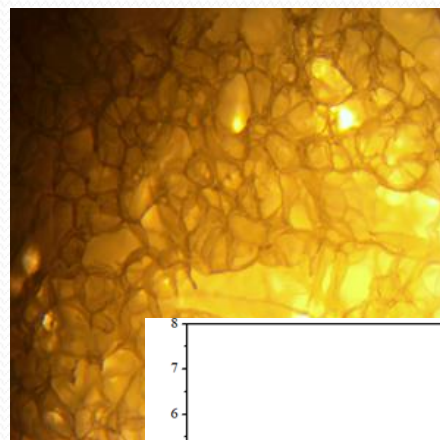
Структура хитозановых губок представляет собой сеть взаимосвязанных пор, стенки которых образованы полимером.

Средний диаметр пор

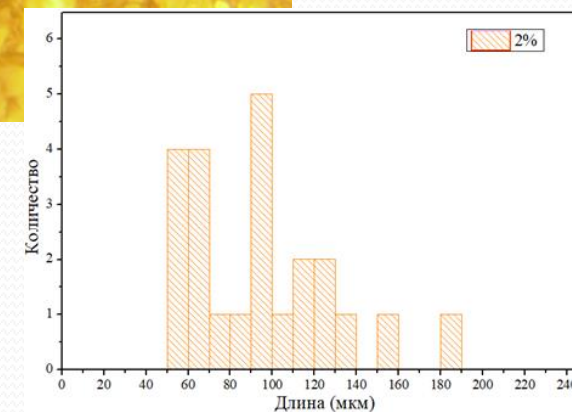
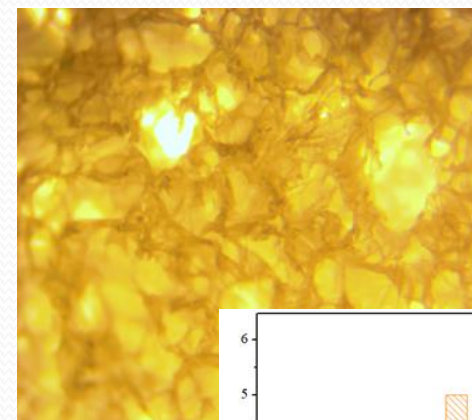
% полимера	0,5	1	2
Диаметр пор, мкм	$119 \pm 23$	$121 \pm 25$	$129 \pm 41$



0,5% хитозана



1% хитозана

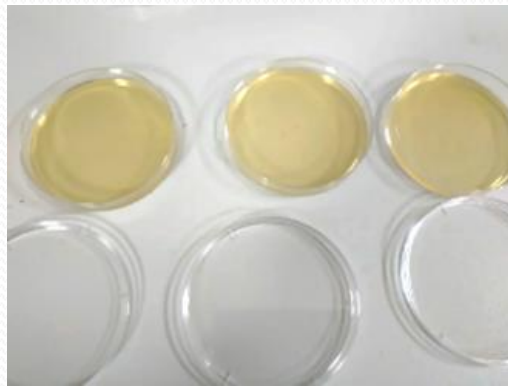


2% хитозана



# Исследование бактериальной совместимости

Вначале готовили питательную среду из кипяченой воды и агар-агара. Среду разлили по чашкам Петри и оставили на 40 минут для застывания. Чтобы в чашках не выросли грибы, мы добавляли 1 таблетку нистатина в среду. Затем ставили чашки Петри в термостат при температуре 29°.



Питательная среда в чашках Петри

После недели образцы достали посмотрели результаты. Можно отметить, что под образцами с меньшей концентрацией полимера колонии бактерий развиваются хуже, чем при больших концентрациях полимера.

## Выводы

1. В данной исследовательской работе были получены высокопористые материалы на основе полимера хитозана с концентрациями в диапазоне 0,5 – 2 масс.% методом лиофилизации.
2. Исследованы структурные параметры образцов: пористость, плотность. Доказано, что с увеличением процента полимера пористость уменьшается. На оптическом микроскопе получены изображения губок. С помощью обработки изображений определены диаметры пор для каждой концентрации полимера и построены диаграммы распределений диаметров.
3. Проведены эксперименты по набуханию губок в дистиллированной воде. Показано, что впитываемость уменьшается с увеличением процента полимера.
4. Эксперимент по взаимодействию бактерий и пористого материала показал, что на поверхности всех губок возможен рост бактерий. Преимущественно бактерии находятся на стенках губок, поэтому их диаметр играет важную роль. Таким образом, хитозановые материалы совместимы с биологическими объектами и их можно использовать в медицине.

# Список литературы

1. Коновалова М. В. Получение и исследование противоспаечных барьерных материалов на основе биополимеров пектина и хитозана : дис. – Автореферат диссертации на соискание уч. степени кандидата биологических наук. 2017.–25 с, 2017.
2. Domard, A. Some physicochemical and structural basis for applicability of chitin and chitosan. / A. Domard // Proc. 2nd. Asia Pacific Symposium “Chitin and chitosan” / Ed.F. Stevens, M.S. Rao, S. Chandkrchang. Bangkok, Thailand: 1996. – P. 1–12.
3. Kumara, G. Enzymatic gelation of the natural polymer chitosan. / G. Kumara, J.F. Bristowa, P.J. Smith., G.F. Payne // Polymer. – 2000. – Vol.41, N.6. – P.2157
4. Muzzarelli, R.A.A. Chitin. / R.A.A Muzzarelli. // Oxford: Pergamon Press, 1977. – 309 p.
5. Хитозан / под.ред. К.Г. Скрябина, С.Н. Михайлова, В.П. Варламова. – М.: Центр "Биоинженерия" РАН, 2013. – 593 с.
6. Хитин и хитозан: получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. – М.: Наука, 2002.– 368 с.
7. Gain, B. Natural products gain flavor. / B. Gain // Chemical week. – 1996. – Vol.158, N.48. – P.35–36.
8. Cho, Y-W. Water-soluble chitin as a wound healing accelerator / Y-N. Cho, S H. Chung, G. Yoo, S-W. Ko // Biomaterials. – 1999. – Vol.20, N.22. – P. 2139–2145.
9. Jagur-Grodzinski, J. Biomedical application of functional polymers / J. Jagur-Grodzinski // Reactive & Functional Polymers. – 1999. – Vol.39, N.2. – P.99–138.
10. Rhoades, J. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods / J. Rhoades, S. Roller // Applied and environmental microbiology. –2000. – Vol.66, N.1. – P. 80–86.
11. Rhazi, M. Influence of the nature of the metal ions on the complexation with chitosan. Application to the treatment of liquid waste / M. Rhazi, J. Desbrieres, A. Tolaimate, M. Rinaudo, P. Vottero, A. Alagui, M. Meray // European Polymer Journal. – 2002. – Vol.38, N.8. – P.1523–1530





**Спасибо за внимание!**