

стандартным методом фенол-хлороформной экстракции. Для исследования микробиоты проводилось высокопроизводительное секвенирование участка V3–V4 гена 16S рПНК. В результате получена совокупность сиквенсов, которую анализировали с использованием биоинформационных подходов.

При оценке альфа-разнообразия на основании индекса Chao1 выявлено, что альфа-разнообразие микробиотического сообщества выше у образцов инвазированных животных при сравнении с образцами от интактных животных. Отличия по альфа-разнообразию между микробиотами образцов желчных протоков с гемозоином и без него отсутствуют. При оценке бета-разнообразия микробиотического сообщества желчных протоков методом анализа главных координат установлено, что между микробиомами интактных и инвазированных протоков различий не обнаружено. Также в образцах зрелых форм *O. felinus* была определена

таксономическая представленность. На уровне родов выше представленность операционных таксономических единиц (ОТЕ) наблюдали для *Sphingomonas*, *Prevotella* и *Mythylobacterium*. При этом минимальная представленность операционных таксономических единиц *Flexispira*, *Lysinibacillus* и *Sphingopyxis*. При сравнительном анализе представленности на зрелой форме *O. felinus* и микробиома желчи при описторхозе можно выделить ОТЕ родов, которые присутствовали в обоих микробиомах: *Sphingomonas*, *Mythylobacterium*, *Sphingobium*, *Coprococcus*, *Ruminococcus*, *Acinetobacter*, *Bacteroides*, *Roseburia*, *Lactobacillus*, *Oscillospira*, *Blautia*, *Corynebacterium* и *Dorea*.

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод о том, что имеется зависимость между модификацией микробиотического сообщества и инвазией желчных протоков, однако это не связано с наличием гемозоина, вырабатываемого *O. felinus*.

### Список литературы

1. Irina V. Saltykova et al. Biliary Microbiota, Gallstone Disease and Infection with *Opisthorchis felinus* // *LOS Neglected Tropical Diseases*, 2016.– №7.
2. Alexandra G. Pershina et al. Hemozoin “knobs” in *Opisthorchis felinus* infected liver // *Parasites & Vectors*, 2015.– 8:459.

## БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНОГО БИОСОРБЕНТА

А.М. Карамендинова

Научный руководитель – к.м.н., доцент М.В. Чубик

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [Adiya.karamendinova@mail.ru](mailto:Adiya.karamendinova@mail.ru)

**Актуальность:** Одной из острых экологических проблем, стоящих перед человечеством, является очистка промышленных сточных вод. Одним из примечательных свойств *Aspergillus niger* в сочетании с различными нанопорошками является хорошая сорбционная активность различных веществ и тяжелых металлов [1]. Наночастицы некоторых металлов проявляют хорошую бактерицидную активность. Сорбционная и, возможно, бактерицидная активность композитного биосорбента представляет особый интерес.

**Цель:** определить влияние сухого комплекса наночастиц никеля и плесневого гриба *Aspergillus niger* на рост и размножение штаммов золотистого стафилококка, кишечной па-

лочки и бацилл в водной среде.

Экспериментальная часть работы заключалась в следующем. Получали гибридный сорбент, состоящий из наночастиц оксида никеля и мицелия плесневого гриба *Aspergillus niger* [2]. В качестве объектов использовали суточные культуры *Staphylococcus aureus*, штамм 209, *Escherichia coli*, штамм O-111, *Bacillus pseudoanthracis*, spp. К суспензии бактерий в изотоническом растворе, содержащей 5000 микробных тел в 1 мл, добавляли 0,5 г лиофильно высушенного биосорбента, инкубировали при комнатной температуре в течение 30 минут. Количество жизнеспособных микроорганизмов после культивирования с композитным биосорбентом определяли по методу Коха [3].

Полученные результаты показали высокую антибактериальную активность комплекса наночастиц никеля и плесневого гриба. По сравнению с контрольными значениями, количество жизнеспособных стафилококков уменьшилось на 92%; кишечной палочки – на 96%.

В отношении *Bacillus pseudoanthracis, spp.*, сорбционная способность композитного биосорбента оказалась ниже, количество выросших микроорганизмов уменьшилось на 22%. Воз-

можно это связано со способностью микроорганизма образовывать споры.

Исходя из полученных результатов, можно судить о высокой антибактериальной активности комплекса наночастиц никеля и плесневого гриба *Aspergillus niger* в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Меньшую активность биосорбент проявлял в отношении спорообразующих микроорганизмов.

### Список литературы

1. J.L. Zhou // *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 1999.– Vol.51.– P.686–693.
2. Мамонова И.А., Бабушкина И.В. // *Инфекция и иммунитет*, 2012.– Т.2.– №1–2.– С.225.
3. Непрусова А.И., Котова И.Б. *Практикум по микробиологии.*– Москва: Академия, 2009.– С.105–107.

## СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

В.В. Лисина, К.С. Станкевич, С.И. Горенинский, Р.О. Гуляев

Научные руководители – д.х.н., профессор В.Д. Филимонов; к.ф.-м.н., доцент С.И. Твердохлебов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, v.v.lisina91@gmail.com

### Введение

Одним из стратегически важных направлений современной тканевой инженерии является разработка биodeградируемых и биосовместимых полимерных материалов с заданной архитектурой – матриц или скаффолдов [1]. Полимолочная кислота (ПМК) – биоразлагаемый полимер, широко использующийся в медицине, в том числе в тканевой инженерии, косметологии, для контролируемой доставки лекарственных средств и т.д. Однако, у изделий на основе ПМК есть ряд недостатков, таких как гидрофобность поверхности и недостаток реакционно-способных групп [2].

Целью данной работы является создание композитных скаффолдов на основе полимолочной и полиакриловой кислот (ПАК) и исследование их физико-химических свойств.

### Материалы и методы

Формование трехмерных биodeградируемых скаффолдов проводили на установке для электроспиннинга Nanon-01 (MECC CO., Япония) на цилиндрическом коллекторе из 8% прядильного раствора ПМК (PURASORB® PL 18,

CorbionPuras, Нидерланды) в хлороформе.

Модельные скаффолды размером 1×3 см помещали на 10 мин. в смесь толуол/этанол=3/7 (об.) для образования активного слоя, способного поглощать вещества из их растворов. После этого скаффолд быстро переносили в 0,1% раствор ПАК (M<sub>v</sub>=1250000 г/моль, Sigma-Aldrich, США) в воде и выдерживали в течение 3 ч.

Ковалентное нанесение флуоресцентного 2-фенил-1,3-бензоксазол-5 амина, желатина, бычьего сывороточного альбумина (БСА) (Panreac, Испания, M=68000 г/моль) и цитокина TGFβ<sub>1</sub> на поверхность композитного материала проводили согласно методу, описанному в [3].

Морфологию волокон трехмерных биodeградируемых скаффолдов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) Quanta DualBeam (FEI Corporation, США). Физико-химические свойства модифицированных скаффолдов исследовали методом ИК НПВО Nicolet 6700 (ThermoScientific, США) и флуориметрии. Наличие белка на поверхности материалов качественно подтверждали с помощью окраски Coomassie Brilliant Blue G-250 (BIO-RAD, США).