

МИКРОБНЫЕ БИОПЛЕНКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

MICROBIAL BIOFILMS AND THEIR IMPLICATIONS FOR HUMAN

**E. Kocherygina
S. Butakova
S. Vershinina**

Summary. The study of biofilms currently attracts great attention of researchers, mainly due to the fact that this mode of existence of bacteria creates serious problems in the environment and medicine.

The ability of bacteria to form biofilms is currently considered as a factor of their pathogenicity. Biofilms can be formed on various organs and tissues in humans and animals.

Biofilms bring harm not only to microorganisms, but also cause great difficulties in industry, medicine, etc.

Therefore, this article describes the main features of microbial biofilms and their impact on the environment and human health.

Keywords: microbial biofilms, proteins, nucleic acids, ecology, human health.

Кочерыгина Елена Викторовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Бутакова Светлана Викторовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

5962svetlana.butakova@mail.ru

Вершинина Светлана Эдуардовна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Аннотация. Изучение биопленок в настоящее время привлекает большое внимание исследователей, главным образом, в связи с тем, что этот способ существования бактерий создает серьезные проблемы в экологии и медицине.

Аннотация. Способность бактерий формировать биопленки рассматривается в настоящее время как фактор их патогенности. Биопленки могут образовываться на различных органах и тканях в организме человека и животных. Биопленки приносят вред не только макроорганизмам, но и вызывают большие трудности в промышленности, медицине и т.д.

Поэтому в данной статье рассмотрены основные особенности микробных биопленок и их влияние на окружающую среду и здоровье человека.

Ключевые слова: микробные биопленки, белки, нуклеиновые кислоты, экология, здоровье человека.

В современной науке общепризнано, что основной формой существования бактерий в естественных условиях, являются связанные с поверхностью сообщества — биопленки [4].

Биопленка состоит из клеток, которые прикреплены к поверхности и друг к другу, и заключены в матрикс, состоящий из внеклеточных полимерных веществ: экзополисахаридов, белков, нуклеиновых кислот и липидов. Фенотип таких клеток изменен по сравнению с одиночными, планктонными клетками. У них изменены параметры роста и экспрессии специфичных генов. Это определение позволяет отличить микробные сообщества биопленок от внешне похожих на них структур, например, колоний бактерий, растущих на поверхности агаризованных сред, которые не проявляют характеристик, свойственных истинной биопленке [9]. Бактерии, живущие внутри биопленок, имеют значительно высокий уровень устойчивости (до 1000 раз) к антибиотикам и другим лекарственным препаратам, что крайне затрудняет борьбу с ними [6].

Бактериальные биопленки могут быть образованы бактериями одного или нескольких видов и состоять как из активно функционирующих клеток, так и из покоящихся или некультивируемых форм.

Дифференциация определенного сообщества происходит в ответ на действия неблагоприятных факторов внешней среды (экстремальных pH, температуры, осмоларности) и сопровождается изменением метаболизма, гидродинамики, коммуникативных связей и т.д. [5]

Матрикс — ключевой структурный компонент биопленки — неоднороден и у различных видов бактерий не одинаков. Он различается как по физическому, так и по химическому составу. Экзопполисахариды матрикса представлены гомо- и гетеропполисахаридами. В состав экзополисахаридов входят уроновые кислоты (главным образом, глюкуроновая) и аминокислоты. Матрикс пронизан каналами, по которым циркулируют питательные вещества, ферменты, кислород, сигнальные метаболиты и продукты метаболизма бактериальных клеток. При созревании биопленки продуцируется значительное количество экзополимера (ЭПС), объединяющего соседние клетки и формирующего матрикс. Экзопполимеры составляют 85% массы биопленки, а 15% — бактерии. Так же матрикс участвует во взаимодействии клеток с соседними клетками и колонизируемой поверхностью, фиксируя бактерии в экологических нишах, где существует угроза смыва током жидкости. Он защищает бактерии от пагубного воздействия окружающей среды: ультрафиолетово-

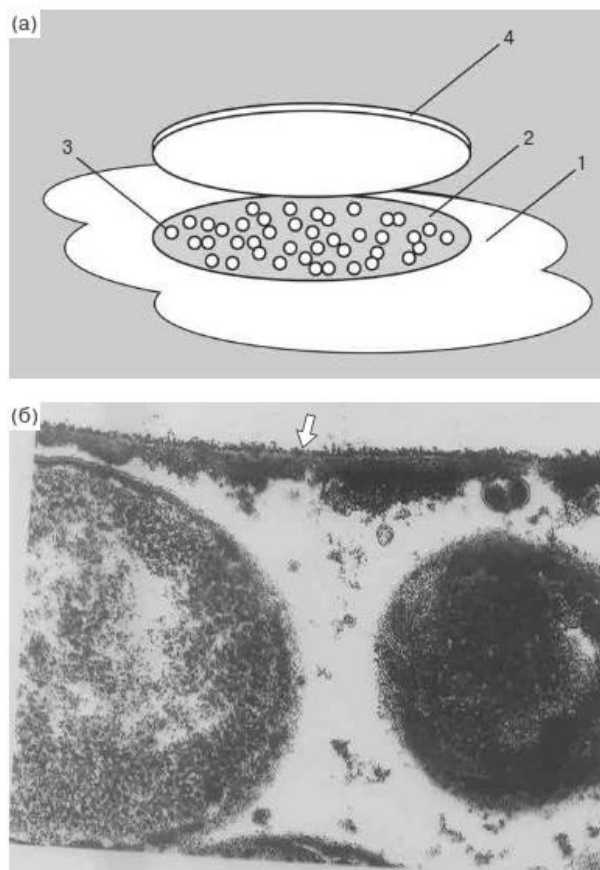


Рис. 1. Бактериальная биопленка: а — схема (1 — бактериальная биопленка; 2 — матрикс; 3 — бактерии; 4 — поверхностная оболочка с мембраноподобной структурой); б — электронограмма биопленки *E. coli*. Стрелкой указана мембраноподобная структура поверхностной оболочки.[7]

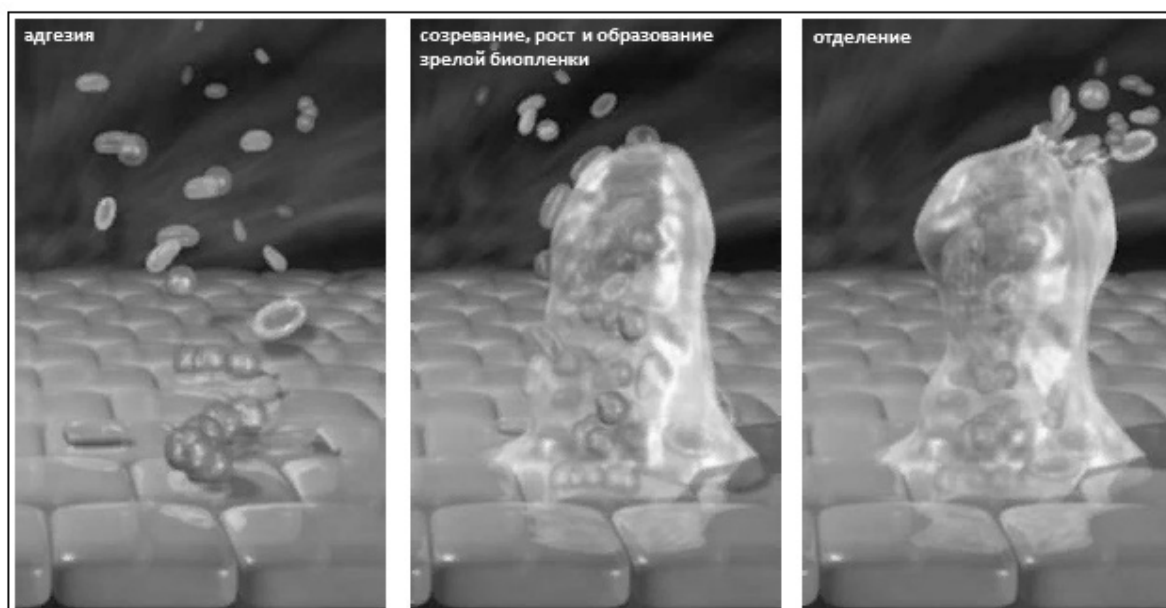


Рис. 2 Процесс формирования и развитии бактериальных биопленок

го излучения, изменения pH среды, осмотического шока и воздействия антибактериальных препаратов. [8; 9]

Образование биопленок — это сложный комплексный динамический процесс, состоящий из нескольких этапов:

1. прикрепление бактериальных клеток к поверхности и формирование бактериальной колонии (адгезия);
2. формирование защитного матрикса биопленки (созревание));
3. отделение от зрелой биопленки планктонных клеток (отделение).

Начальные элементы биопленок могут сформироваться в течение 2 ч инкубации, достигая максимальной интенсивности уже через 24 ч.[8; 11]

В природе биопленки распространены повсеместно: они выстилают нефтепроводы, аквариумы, постоянные катетеры, внутренние имплантаты, контактные линзы и протезы. Биопленки могут образовываться на различных органах и тканях в организме человека и животных, а также на корнях и других частях растений.

Биопленки образуются они как в пресных, так и солёных и слабосолёных водных бассейнах. В последние годы массовый выброс в природу антропонозной микрофлоры привёл к активному включению в природные биоплёнки многих возбудителей, преимущественно кишечных инфекций (бактериальных и вирусных). В природе биоплёнки могут вызывать серьёзное ухудшение экологической обстановки.[11]

Одной из основных проблем современных предприятий является образования биопленки в системе трубопроводов. Это является не только основной причиной загрязнения воды, но и оказывает отрицательное воздействие на технические характеристики труб, приводит к поломке и износу оборудования, кроме того, к понижению теплопроводности труб, что приводит к снижению эффективности теплообмена.[1; 2;3]

Биоплёнки в системе питьевого водоснабжения могут стать резервуаром патогенных микроорганизмов. Установлено образование биоплёнок на различных пищевых продуктах — мясных, овощных готовых блюдах, на технологическом оборудовании в молочной промышленности и в пищеблоках.[12]

В пищевой промышленности образование биопленок на продуктах повышает риск заражения патогенными микроорганизмами пищи и в результате возникновения пищевых инфекций.[6]

В природных условиях биопленки могут вызывать ухудшение экологической обстановки, например, при образовании цианобактериальной пленки на поверхности водоемов, затрудняется снабжение водных организмов кислородом[10].

Следует отметить, однако, что рост бактерий в виде биопленок может иметь и определенные преимущества:

- ◆ в биологической борьбе с фитопатогенами, вызывающими заболевания растений (бактерии, используемые для биологической борьбы, лучше выживают в ризосфере растений и противостоят атакам фитопатогенных микроорганизмов с антагонистической активностью)[5];
- ◆ при использовании в медицине препаратов с пробиотической активностью живых бактерий[11].
- ◆ в производствах, включающих длительную биотрансформацию токсичных веществ в связи с увеличенной устойчивостью бактерий к ксенобиотикам;
- ◆ при биологической очистке воды, воздуха и других сред путем создания микробных сообществ заданного состава, эффективно деградирующих вредные соединения[8]. Использование биопленок при очистке окружающей среды играют большую роль для экологии. Один из современных методов очистки на сегодняшний день является — ремедиация. Это — очистка территории от опасных отходов или сдерживание их распространения, в соответствии с применяемыми нормами. Ремедиация может осуществляться при помощи естественных или сконструированных микроорганизмов или растений. При этом используемые технологии не должны нарушать биологического равновесия в природе, эффективно разлагать загрязнители без образования токсичных продуктов деструкции и восстанавливать плодородие почв.

Все вышесказанное обуславливает необходимость глубоких и разносторонних исследований биопленок микроорганизмов, механизмов регуляции и генетического контроля их образования, а также методов борьбы с биопленками, патогенными для человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Donlan, R. M. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms / R. M. Donlan, J. W. Costerson // Clin.Microbiol. Rev.— 2002.— Vol. 15.— P. 167–193
2. Miller, M. B. Quorum sensing in bacteria / M. B. Miller, B. L. Bassler // Ann. Rev. Microbiol.— 2001.— Vol. 55.— P. 165–199

3. Trautner, B. W. Role of biofilm in catheter-associated urinary tract infection / B. W. Trautner, R. O. Darouiche // American Journal of Infection Control. — 2004. — № 32. — P. 177–183
4. Акимкин В. Г. Система профилактики внутрибольничных инфекций в России. Служба госпитальных эпидемиологов: итоги и перспективы развития // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2005. — № 1. -С. 4–8
5. Биологические свойства микроорганизмов в прогнозировании течения гнойно-воспалительных заболеваний легких и плевры / О. М. Абрамзон, О. Л. Карташова, А. В. Вальшев и др. // Журнал микробиологии. 2004. — № 3. — С. 9–12
6. Брискин Б. С. Внутрибольничные инфекции и их профилактика: взгляд хирурга / Б. С. Брискин, Н. Н. Хачатрян // Хирургия. 2005. — № 2. — С. 26–30.
7. В.В. Тец, Г. В. Тец Микробные биопленки и проблемы антибиотикотерапии // Атм сферА. Пульмонология и аллергология 4*2013, С. 60–64
8. Голуб, А. В. Бактериальные биопленки — новая цель терапии? / А. В. Голуб // Клин. микробиол. антимикроб. химио-тер. — 2012. Том 14. — № 1. — С. 23–29
9. Добровольский Г. Д. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003
10. Добровольский Г. Д. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003.
11. Ильина Т. С. Биопленки как способ существования бактерий в окружающей среде и организме хозяина: феномен, генетический контроль и системы регуляции их развития / Т. С. Ильина, Ю. М. Романова, А. Л. Гинцбург // Генетика. — 2004. — № 40. — С. 1–12
12. М.И. Петрухина, Г. В. Ющенко, Н. Г. Политова Эпидемиологическое значение бактериальных плёнок (обзор) // Медиаль. Эпидемиология № 3 (17) ноябрь 2015, с. 91–7

© Кочерыгина Елена Викторовна,

Бутакова Светлана Викторовна (5962svetlana.butakova@mail.ru), Вершинина Светлана Эдуардовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Иркутский национальный исследовательский технический университет