

А. А. Масехнович, асп.;  
И. А. Гребенчикова, доц., канд. техн. наук;  
М. В. Рымовская, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

## **УЧАСТИЕ НИТЧАТЫХ БАКТЕРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ХЛОПКА АКТИВНОГО ИЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ АЭРАЦИИ СРЕДЫ**

В настоящее время нитчатое вспухание активного ила является наиболее распространенной в мировой практике проблемой биологической очистки сточных вод [1]. Под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды происходит деградация видового состава активного ила и развитие нитчатых бактерий [2]. Нитчатое вспухание приводит к нарушению структуры хлопка активного ила, возрастанию илового индекса и, как следствие, резкому ухудшению процессов биологической очистки сточных вод. Поэтому для обеспечения устойчивой работы очистных сооружений необходимо поддерживать оптимальное соотношение нитчатой и флокулирующей микробиоты в биоценозе активного ила [3].

Цель работы – установление влияния нитчатых бактерий на формировании хлопка активного ила при различных условиях аэрации среды.

Объекты исследований – изоляты нитчатых бактерий, выделенные из биоценозов активного ила очистных сооружений Республики Беларусь (ОАО Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», Минская очистная станция производства «Минскочиствод» УП «Минскводоканал» (МОС)).

В эксперименте использовали активный ил с минимальным исходным содержанием нитчатых форм микроорганизмов и суточные культуры бактериальных изолятов с наиболее развитой нитчатой структурой (условное обозначение: М7, М9, М26, М42, А12, А33).

Для оценки влияния количества нитчатых бактерий (НБ) на структуру хлопка активного ила (АИ) были выбраны следующие соотношения количества суспензий АИ : НБ – 1 : 1; 3 : 1; 10 : 1. Смешанные культуры микроорганизмов культивировали в течении 4 суток в аэробных, микроаэробных и анаэробных условиях для каждой смеси АИ : НБ без внесения подпитки. Периодически отбирали пробы и микроскопировали полученные образцы для оценки влияния нитчатых микроорганизмов на структуру хлопка активного ила.

Согласно результатам эксперимента, при соотношении АИ : НБ, равном 10 : 1, для всех исследуемых изолятов при любых условиях аэрации бактериальные нити не оказывали видимого влияния на формирование структуры хлопка. Для вариантов соотношения АИ : НБ, равных 1 : 1 и 3 : 1, получены следующие результаты.

При культивировании совместно с активным илом бактерии изолята М7 визуально фиксировались в хлопке уже через 6 ч после начала эксперимента во всех условиях аэрации. Для чистой культуры изолята М7 в бедной питательной среде (синтетической сточной воде) образование нитей более выражено в микроаэробных условиях в сравнении с аэробными и анаэробными. Возможно, этим объясняется тот факт, что при совместном культивировании АИ и НБ М7 именно в микроаэробных условиях формировался наиболее компактный и плотный хлопок, в то время как в аэробных и анаэробных условиях видимого влияния на структуру хлопка бактерии изолята М7 не оказывали.

Бактерии М9 в чистой культуре наиболее длинные нити образовывали в аэробных и анаэробных условиях. При совместном культивировании АИ и НБ М9 встраивание нитей в хлопок происходило уже после 6 ч культивирования, а после 24 ч наблюдалось обрастание нитей гетеротрофной микробиотой во всех условиях аэрации. Однако, можно отметить, что в микроаэробных условиях формировался хлопок визуально компактнее, с большим количеством крупных образований.

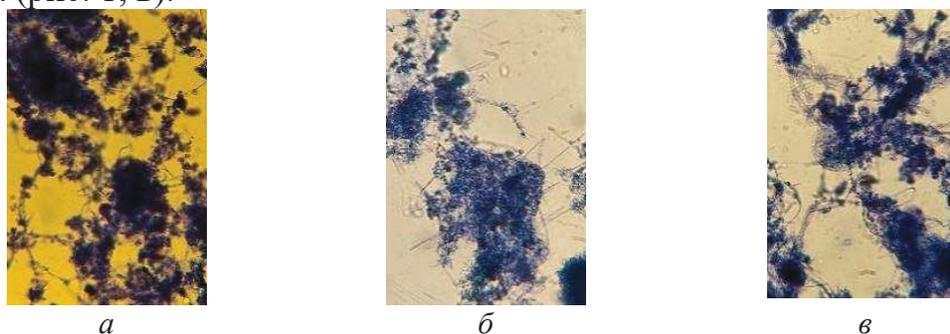
Бактериальные нити изолята М26 наблюдались в структуре хлопка независимо от условий аэрации и соотношения АИ : НБ уже после 6 ч совместного культивирования. В аэробных условиях нити изолята М26 способствуют формированию более компактного хлопка, а в анаэробных условиях отмечено образование крупных пространственных структур за счет длинных бактериальных нитей исследуемого изолята, выступающих в роли «мостиков» (рис. 1, а). В чистой культуре бактерии изолята М26 образуют наиболее длинные нити также в анаэробных условиях. Таким образом, нарушение условий аэрации и перемешивания иловой смеси на очистных сооружениях может являться одной из причин негативного влияния данных бактерий на структуру хлопка ила.

При культивировании в чистой культуре бактерий М42 значительное количество длинных нитей наблюдалось в аэробных условиях. Как следствие, в таких условиях при культивировании в смеси с АИ для этих бактерий отмечено постепенное медленное удлинение нитей на протяжении всего эксперимента, при этом нити как встраивались в хлопок, так

и находились в свободном состоянии в суспензии. В то же время в условиях микроаэрации либо при ее отсутствии нити средней длины бактерий М42 интенсивно включались в структуру хлопка и в свободном состоянии практически не выявлены. При совместном культивировании бактерий изолята М42 с активным илом наиболее плотный хлопок образовывался в аэробных условиях, а в анаэробных же происходили процессы разрыхления его структуры (рис. 1, б).

Нитей бактерии А12 в иловой суспензии как в аэробных, так и в микроаэробных условиях не отмечено, при этом плотная и достаточно компактная структура хлопка затрудняла выявление в нем представителей данного изолята. В то же время в анаэробных условиях наблюдалось массовое развитие бактерий изолята А12, в результате чего в иловой суспензии присутствовало большое количество свободных нитей разной длины (то же характерно и при развитии бактерий А12 в чистой культуре), выявлены также нити в структуре хлопка.

При внесении бактерий изолята А12 в иловую смесь в соотношении АИ : НБ, равном 1 : 1 либо 3 : 1, и культивировании смешанной культуры в анаэробных условиях нарушалась структура хлопка активного ила (рис. 1, в).



**Рисунок 1 – Структура хлопка при совместно культивировании суспензии активного ила с нитчатыми бактериями изолятов М26 (а), М42 (б) и А12 (в)**

В чистой культуре бактерии изолята А33 образовывали длинные нити во всех условиях аэрации, однако в анаэробных количество обнаруженных нитчатых структур значительно выше. При совместном культивировании АИ и НБ А33 в любых условиях аэрации бактериальные нити обнаружены в структуре хлопка уже через 6 ч от начала эксперимента. В аэробных и микроаэробных условиях структура хлопка не была нарушена присутствием изолята А33. Значительное увеличение количества нитей в хлопке, а также их длины, наблюдаемое в анаэробных условиях, также не сказывалось на структуре хлопка, его размерах и плотно-

сти. Таким образом, установлено влияние ряда нитчатых форм микроорганизмов на структуру хлопка при их совместном культивировании с активным илом в условиях, приближенных к таковым для городских очистных сооружений.

Показано, что в случае отсутствия способного разрушить хлопок интенсивного перемешивания и в то же время при еще достаточно высокой концентрации растворенного кислорода (микроаэробные условия), что благоприятствует развитию гетеротрофной микробиоты ила, присутствие бактерий изолятов М7, М9, М26 способствует формированию более плотного и компактного хлопка. Бактерии изолятов М42, А12 вносят вклад в формирование наиболее плотного хлопка в аэробных условиях. Нитчатые микроорганизмы изолята А33 не оказывают отрицательного влияния на характеристики хлопка при любых соотношениях с активным илом и условиях аэрации, хотя образуют значительное количество бактериальных нитей, находящихся в структуре хлопка и в суспензии в свободном состоянии.

При культивировании смешанных культур в присутствии бактерий изолятов М26, М42 и А12 в анаэробных условиях нарушается структура хлопка (происходит его распад на небольшие более плотные разрозненные участки, связанные длинными «мостиками» нитчатых бактерий), что приводит к снижению седиментационной способности ила. Кроме того, в случае присутствия в иловой смеси бактерий изолята А12 в отсутствие аэрации в суспензии наблюдается большое количество не связанных с хлопком бактериальных нитей небольшой длины, что приводит к значительному увеличению концентрации взвешенных веществ в отстоянной жидкости. Эффективность встраивания в хлопок активного ила для всех исследуемых бактерий не зависит от исходного соотношения АИ : НБ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ручай Н.С., Маркевич Р.М. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология». – Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.
2. Усачева К.В., Верес Ю.К. Устранение нитчатого вспухания активного ила в условиях эксперимента // БГУ. – 2012. – С. 65–69.
3. Юрченко В.А., Дяговец Я.С., Хроменкова Е.С., Остапова А.С. Использование микроскопирования для оценки экологически значимых характеристик различных микробиоценозов // Вестник ХНАДУ. – 2008. – № 43. – С. 92–97.