

Белевич И.О. - к.б.н., Гирёва М.В. – аспирант,
Филатьева Л.В. – магистр II года обучения,
Ременников В.Г. - д.б.н., профессор
Пермский государственный университет, г. Пермь

Микробная деградация некоторых токсичных форм тяжелых металлов в водной экосистеме

В настоящее время особенно остро стоит проблема очистки окружающей среды от тяжелых металлов. Поступление тяжелых металлов имеет как естественное, так и техногенное происхождение. Металлы-токсиканты в различных формах способны загрязнять все три области биосферы - воздух, воду и почву.

Микробная клетка, обладающая небольшими размерами и большой скоростью воспроизводства, является типичной модельной системой для изучения биodeградации некоторых соединений тяжелых металлов. Поскольку важным звеном цепи питания водоемов являются пурпурные бактерии, то они, вероятно, могут быть успешно использованы для решения проблемы утилизации таких токсичных веществ, как соединения теллура, селена и хрома.

Целью нашей работы было изучение влияния различных концентраций анионов теллурита, селенита и бихромата на фототрофный рост несерной пурпурной бактерии *Rhodospirillum rubrum*.

Пурпурные бактерии встречаются в природных водоемах, богатых органическими веществами и являются активными их потребителями, используя органические кислоты в качестве доноров электронов. По представлениям Мура и Каплан (Moore, Kaplan, 1994), при росте пурпурных бактерий в анаэробных условиях на свету и среде, содержащей сильновосстановленные углеродные соединения, к числу которых относятся, например, соли малата и сукцината, в клетках наблюдается избыточное восстановление компонентов циклической редокс-цепи – хинонов и цитохромов, а также избыточное накопление восстановленного НАДН. Это приводит к энергетическому кризису и, как следствие, подавлению роста культуры пурпурных бактерий.

Окисление этих сильновосстановленных соединений происходит в результате фотоиндуцированного переноса электронов (фотооксидазной реакции) на различные акцепторы, например, исследуемые нами – O_2 , H_2O_2 , (Белевич и др., 2001), TeO_3^{2-} (Белевич и др., 2002).

Установлено, что пурпурные бактерии, занимающие определенную экологическую нишу, обладают способностью восстанавливать оксианионы теллурита, загрязняющие окружающую среду, до металлического состояния (Te^0), что является значимым путем детоксикации данного оксианиона при его микробной биodeградации и утилизации в экосистеме. Показано также, что оксианионы теллурита, в малых концентрациях (до 10^{-4} М), стимулируют рост пурпурных бактерий.

В ходе дальнейших исследований, мы предположили, что в качестве акцептора электронов в фотооксидазной реакции пурпурных бактерий может выступать бихромат-анион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

Бихроматы относятся к веществам I класса опасности. В составе промышленных выбросов Перми они занимают первое место по количеству среди веществ этого класса (Перминова, Корнилова, 2002). Так в 2001 году в атмосферу Перми поступило 1,055 тонн шестивалентного хрома. “Чемпионами” по выбросам бихроматов являются в нашем городе ОАО “Мотовилихинские заводы” (0,354 т. в год) и ОАО “Пермские моторы” (0,301 т. в год) (Перминова, Корнилова, 2002). ПДК для хроматов в пересчете на CrO_4^- составляет 0,01 мг/л (Панкратов, Сумина, 1989).

В результате проведенных нами исследований было установлено, что в диапазоне концентраций бихромата калия от 10^{-10}M до 10^{-7}M , рост культуры *R. rubrum* соответствует росту при стандартных условиях. Отсутствие изменений в росте культуры при добавлении таких концентраций связано с тем, что в данных условиях клетка не нуждается в дополнительном акцепторе электронов, а к токсическому действию бихромата калия культура *R. rubrum* проявляет устойчивость. При концентрации бихромата калия в среде культивирования 10^{-6}M рост культуры подавляется на 40%, а при концентрациях от 10^{-5}M до 10^{-3}M происходит дальнейшее подавление роста. Таким образом, снижение интенсивности роста культуры *R. rubrum* при увеличении концентраций (10^{-6} - 10^{-3}M) свидетельствует о слабой устойчивости *R. rubrum* к большим концентрациям бихромата калия, которую можно объяснить усилением токсического эффекта бихромат ионов.

Следовательно, в меняющихся условиях окружающей среды, в связи с насыщением водоёмов органическими отходами пищевой промышленности, фотоиндуцированный нециклический перенос электронов на такие акцепторы как: O_2 , H_2O_2 , $\text{Te}_2\text{O}_3^{2-}$, SeO_3^{2-} и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ является адаптивным стабилизирующим механизмом, в результате которого, органика подвергается активной деструкции, а оксианионы – способны обезвреживаться клетками пурпурных бактерий.

Данный процесс можно считать экологически важным, поскольку идет восстановление оксианионов до металлов, т.е. происходит их детоксикация и осаждение в клетках бактерий. Эти данные в дальнейшем могут быть использованы для очистки водоемов от токсичных форм тяжелых металлов.