

строительстве, промышленном цветоводстве, декоративных и лесных питомниках.

ЛИТЕРАТУРА

1 Патент РБ № 9053. Способ удаления тяжелых металлов из избыточного активного ила / А.А. Саховский, И.М. Грошев, И.Э. Головнев, В.Н. Марцуль, Н.А. Минин, Л.В. Головнева / БГТУ.

2 Головнев, И.Э. Использование активного ила после ультразвуковой обработки для очистки сточных вод / И.Э. Головнев, В.Н. Марцуль // Техника и технология защиты окружающей среды: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 5-7 декабря 2007 г. / БГТУ. Минск, 2007. - С. 295-298.

УДК 576.8

А.В. Игнатенко, доц., канд. биол. наук; И.Н. Рой, лаб. (БГТУ, г. Минск)

БИОПОВРЕЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ВЫДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ

Биоповреждение материалов - это любое нежелательное изменение их свойств, вызванное жизнедеятельностью различных организмов. Повреждать материалы способны бактерии и грибы, лишайники, водоросли и высшие растения, простейшие и кишечнополостные, черви, моллюски и членистоногие, рыбы, птицы и млекопитающие. Однако наиболее активные возбудители повреждений - микелиальные грибы и бактерии [1].

Повсеместное распространение микроорганизмов, разнообразие ферментного аппарата, способность к росту в разных условиях обеспечивают им возможность использовать широкий круг природных и синтетических материалов: металл, камень, бетон, стекло, резина, кожа, текстиль, пластмассы и др.

Многие признаки повреждения материалов являются результатом их естественного старения, протекающего под влиянием света, кислорода воздуха, влаги и других факторов внешней среды, однако в большинстве случаев микроорганизмы способствуют созданию агрессивных сред, в которых ускоряются коррозионные процессы.

Наиболее активными коррозионными агентами являются тионовые и нитрифицирующие бактерии, создающие кислые агрессивные среды, сульфатредуцирующие бактерии, гетеротрофные микро-

организмы, образующие коррозионно-активные метаболиты (NH_3 , CO_2 , H_2S , органические кислоты) [2].

К настоящему времени наиболее специфические возбудители повреждения различных материалов в основном известны [2]. Однако в каждом конкретном случае участие микроорганизмов в коррозионном процессе должно быть подтверждено экспериментально. Одним из доказательств является обнаружение микроорганизмов на (или в) поврежденном материале и последующее их выделение.

Наибольшее распространение для обнаружения и выделения микроорганизмов получили методы, основанные на внесении поврежденного материала в жидкие или на плотные питательные среды. В зависимости от физико-химических свойств материала и степени его повреждения в среды помещают поврежденные образцы, соскобы или смывы с их поверхности.

Для выделения деструкторов бетона использовали следующие питательные среды:

Нитрифицирующие бактерии

1-ая фаза нитрификации: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$

1) **Жидкая питательная среда:** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,2 %; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,1 %; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,05 %; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,04 %; NaCl – 0,2 %; дистиллированная вода – 100 мл; 20 % раствор глюкозы – до конечной концентрации 0,2 %.

Готовили 4 варианта среды (рН 2,0; 4,0; 5,0; 7,5-8,0).

Все соли растворяли в общем объеме, разливали по 100 мл во флаконы и в каждом флаконе доводили рН до необходимого значения. Автоклавировали. Затем в каждый флакон добавляли 1 мл 20 % раствора глюкозы до конечной концентрации 0,2 %.

2) **Плотная питательная среда:** жидкая питательная среда с добавлением 20 г/л агар-агара.

Готовили 4 варианта среды. Для варианта среды с рН 2,0 готовили отдельно водный агар (3 %) и жидкий солевой концентрат 4х, затем смешивали солевой концентрат и водный агар в соотношении 1:3. В каждый флакон с определенным значением рН добавляли 1 мл 20 % раствора глюкозы до конечной концентрации 0,2 %.

2-ая фаза нитрификации: $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$

1) **Жидкая питательная среда:** NaNO_2 – 0,1 %; NaCl – 0,05 %; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,05 %; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,05 %; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,04 %; дистиллированная вода – 100 мл; 20 % раствор глюкозы – до конечной концентрации 0,2 %.

Готовили 4 варианта среды (рН 2,0; 4,0; 5,0; 7,6-7,8) описанным ранее способом.

2) Плотная питательная среда: жидкая питательная среда с добавлением 20 г/л агар-агара.

Приготовление осуществляли описанным ранее способом.

Сероокисляющие бактерии



1) Жидкая питательная среда: $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ – 5,0 г/л; $(NH_4)_2SO_4$ – 0,3 г/л; KH_2PO_4 – 3,0 г/л; $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ – 0,25 г/л; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 г/л; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,01 г/л; дистиллированная вода – 100 мл.

В качестве источника углерода добавляли 20 % раствор глюкозы или 10 % раствор глутаминовой кислоты до конечной концентрации 0,2 %. Готовили 4 варианта среды (рН 2,0; 4,0; 5,0; 6,0-8,0).

2) Плотная питательная среда: жидкая питательная среда с добавлением 20 г/л агар-агара.

Железоокисляющие бактерии



1) Жидкая питательная среда: NH_4NO_3 – 0,5 г/л; $NaNO_3$ – 0,5 г/л; $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ – 0,5 г/л; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 г/л; $CaCl_2$ – 0,2 г/л; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 10 г/л; дистиллированная вода – 1000 мл; 20 % раствор глюкозы – до конечной концентрации 0,2 %.

2) Плотная питательная среда: жидкая питательная среда с добавлением 20 г/л агар-агара.

Пробы были отобраны с поверхности бетона и из его внутренних слоев. Отобрав 5 проб бетона в стерильные пробирки, в асептических условиях крупные кусочки измельчали.

Затем вносили пробы в стерильные пробирки с 2 мл жидкой селективной среды и инкубировали при температуре 30°C в течение 7 сут.

Далее готовили разведения в физиологическом растворе и высевали методом Коха по 0,1 мл суспензии на стерильные чашки Петри с плотной синтетической средой.

Высевали разведения 10^0 , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} .

Полученные результаты представлены в таблице.

При обнаружении в (или на) поврежденном материале микроорганизмов следует обращать внимание на характер их роста. Очевидно, что при неблагоприятных условиях количество микроорганизмов невелико.

Таблица

Бактерии	рН 2,0		рН 4,0		рН 5,0		рН 6,0-8,0		рН 7,6-7,8		рН 7,5-8,0		рН 6,5-7,5	
	10 ⁰	10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁰	10 ⁻²						
Нитрифицирующие НФ I-П *С	+	-	+	+/-	+	+					+	+		
НФ I-Г *С	+/-	-	+	+/-	+	+/-					+	+		
НФ II-П *С	-	-	+/-	-	+/-	-			+	+/-				
НФ II-Г *С	-	-	+/-	-	+	-			+	+/-				
Сероокисляющие S-П *С	+	-	10 ⁰	10 ⁻⁴	+	+	+	+						
S-П *Гл	-	-	-	-	-	-	+	-						
S-Г *С	+/-	-	+	+/-	+	+	+	+						
S-Г *Гл	-	-	-	-	-	-	+	-						
Железooksисляющие Fe-П *С														-
Fe-Г *С														-

Примечания: *С – питательная среда с добавлением глюкозы; *Гл – питательная среда с добавлением глутаминовой кислоты; НФ I – нитрифицирующие бактерии 1 фазы; НФ II – нитрифицирующие бактерии 2 фазы; П – проба с поверхности бетона; Г – проба из глубинных слоев бетона; “+” – значительный рост; “-” – отсутствие роста; “+/-” – незначительный рост

Когда условия для их жизнедеятельности благоприятны и вызываемые микроорганизмами процессы идут с достаточной скоростью, рост микроорганизмов интенсифицируется. Однако обнаружение микроорганизмов не является единственной основой для утверждения, что именно они являются ведущей причиной повреждения. Поэтому дальнейшие исследования будут связаны с выделением чистой культуры и изучением свойств микроорганизмов-деструкторов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Промышленная микробиология / под ред. Н.С. Егорова. М.: Высшая школа, 1989.

2 Андреек, Е.И. Микробная коррозия и ее возбудители / Е.И. Андреек, В.И. Вилай, Э.З. Коваль, И.А. Козлова. - Киев: Наукова думка, 1980.