

Е.В.Стабникова, В.О.Красинько, В.Н.Иванов

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА НА УДАЛЕНИЕ АММОНИЯ ПРИ АЭРОБНОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Исследовали влияние железа и внесения накопительной культуры железозокисляющих бактерий на аэробную очистку модельных сточных вод, содержащих белок и прошедших предварительно стадию анаэробной очистки. Окисление железа (II) значительно стимулируется железобактериями. Это обеспечивает удаление аммония из сточных вод путем связывания его в нерастворимое комплексное соединение с гидроксидом железа.

Сточные воды многих отраслей промышленности, в частности таких как производство продуктов питания, удобрений, взрывчатых веществ, а также сточные воды животноводческих комплексов характеризуются повышенным содержанием аммония [1]. Недостаточное удаление аммония из сточных вод является причиной загрязнения подземных и поверхностных вод соединениями азота. Аммоний, нитриты и нитраты являются токсичными веществами для людей и животных и приводят к евтрофикации природных водоёмов [2].

Для удаления аммония из сточных вод в настоящее время предлагаются различные биотехнологии, такие как использование аэрируемого биофильтра, реактора с псевдооживленным слоем, вращающегося биоконтактора, "скорого песчаного фильтра", фильтрация через почвенный слой и через гранулированный активированный уголь с сорбированной активной микрофлорой [3]. Чистые

Материал и методы. Объектом исследований служили накопительные культуры железобактерий, окисляющих двухвалентное железо в нейтральной среде. Выращивание накопительной культуры железобактерий проводили в ферментаторе, представляющим стеклянный конус объемом 4 дм³ с тремя слоями: бескислородный донный слой служил источником двухвалентного железа, образующегося при бактериальной редукции трехвалентного железа; железобактерии росли в вышележащем микроаэрофильном слое, над которым располагалась аэрируемая толща воды. Донным слоем, занимающим 20% общего объема колонны, являлась среда, содержащая 2% агар-агара, 0,1% картофельного крахмала и 1% гидроксида трехвалентного железа. Источником анаэробной микрофлоры в этом слое был нативный чернозем, который добавляли в количестве 1% к массе слоя при температуре, близкой к температуре застывания агар-агара (45-50°С) непосредственно перед внесением среды в ферментатор. Микроаэрофильная зона была представлена слоем мелкого (размером 10-15 мм) гравия, занимавшим 20% общего объема ферментатора, а остальные 60% были заполнены водопроводной водой, инокулированной культурой железобактерий, отобранной из природных мест обитания. Верхний слой аэрировали при помощи микрокомпрессора без турбулизации основной массы воды. Расход воздуха составлял 0,01 дм³/дм³·мин. Выращивание накопительной культуры железобактерий проводили в течение 15 суток при 18-20° С. Железобактерии идентифицировали согласно [10].

Роль железобактерий в процессе окисления железа исследовали при использовании лактата железа(II). Контрольным вариантом служило химическое окисление лактата железа(II) кислородом воздуха. В опытных вариантах в колбы со 100 мл водопроводной воды, содержащей 0,5 г/дм³ лактата железа, вносили инокулят железобактерий в активном или инактивированном состоянии, аэробный активный ил и смесь аэробного активного ила и инокулята железобактерий. Об интенсивности процесса окисления железа судили по накоплению в растворе гидроксида железа(III), количество которого определяли весовым методом [11].

При исследовании процесса аэробной очистки сточных вод использовали модельную сточную воду, близкую по составу к сточным водам мясокомбинатов [12], содержащую, г/л: крахмал - 20; KH_2PO_4 - 1; K_2HPO_4 - 1; CaCO_3 - 0,3; NH_4Cl - 1; вода водопроводная - до 1 л и прошедшую предварительно стадию термофильной анаэробной микробиологической очистки (метановое брожение). Белковое загрязнение моделировали добавлением в воду пептона в количестве 18 г/л (высокозагрязненные) или 3 г/л (воды с умеренным загрязнением). В опытном варианте использовали воду, в которую на стадии анаэробной обработки добавляли соли трехвалентного железа в молярном соотношении $\text{N}:\text{Fe} = 1:1$, что составляло 12,0 г $\text{Fe}^{3+}/\text{дм}^3$ для высокозагрязненных аммонийным азотом стоков и 3,1 г $\text{Fe}^{3+}/\text{дм}^3$ для сточных вод с умеренным загрязнением аммонием. Контролем служила вода, не содержащая железо. Перед внесением в аэротенки сточные воды, прошедшие анаэробную очистку, отделяли от активного ила методом декантации или центрифугирования. Очищаемая вода занимала 50% рабочего объема аэротенка. В контрольный и опытный варианты вносили инокулят железобактерий в количестве 20% от объема аэротенка. Остальные 30% объема аэротенка заполняли водопроводной водой. Аэробную очистку модельных сточных вод проводили в конусовидных стеклянных лабораторных аэротенках объемом 1 или 4 дм^3 при интенсивности аэрации 0,1 дм^3 воздуха/ дм^3 рабочего объема·мин, температуре 18-20; 30,5 и 38°C. Значение рН поддерживали на уровне 6,5-7,5.

Пробы вод, подвергаемых аэробной очистке, отбирали один раз в двое суток и анализировали следующими показателями: химическое потребление кислорода (ХПК) — определяли ускоренным методом бихроматного окисления; содержание аммонийного азота — колориметрическим методом с реактивом Несслера; концентрации двух- и трехвалентного железа — с помощью офенантролинового метода; содержание нитритов и нитратов — колориметрическим методом, соответственно, с α -нафтиламином и салицилатом натрия [11]; содержание белкового азота — по методу Кьельдаля [13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pirsing A., Wiesman U. //Acta Hydrodinamica et Hydrobiologica.-1994.- 22, №6.- P.270-279.
2. Горленко В.М., Дубинина Г.А., Кузнецов С.И. Экология водных микроорганизмов.- М.: Наука, 1977. - 289 с.
3. Bouwer Edward J., Crowe Patricia B. //J. Amer. Water Works Assoc.- 1988.- 80., №9.- P.82-93.
4. Гвоздяк П.И., Дмитренко Г.Н., Куликов Н.И. //Химия и технология воды.-1985.- №1.-С. 64-68.
5. Bonhomme M., Rogalla F., Boisseau G., Sibony J. //Water Sci. and Technol.- 1990.- 22 , №1/2.- P.127-135.
6. Rogalla F., Ravarini P., De Larminat G., Coutelle J. //J. Inst. Water and Environ. Manag.-1990.- 4., №4.- P. 319- 328.
7. Иванов В.Н., Стабникова Е.В., Широких В.О. //Микробиология.-1997.- 66 ,№3.-С. 402-407.
8. Стабнікова О.В., Красінько В.О., Антонюк М.М., Іванов В.М. Вплив заліза на обробку білок- та сульфатовмісних стічних вод//Наукові праці УДУХТ
9. Карпенко В.І., Стабнікова О.В., Красінько В.О., Стабніков В.П., Салюк А.І.

Вплив іонів заліза на метанове зброджування жиромісних стічних вод
//Видавництво НаУКМА

10. Кузнецов С.И., Дубинина Т.А. Методы изучения водных микроорганизмов.- М.: Наука, 1989. - 288 с.
11. Унифицированные методы анализа вод/Под общ. ред. Ю.Ю.Лурье.- М.: Химия, 1971.- 376 с.
12. Никитин Г.А. Метановое брожение в биотехнологии. - К.: Вища школа, 1990. - 207с.

13. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Химико-технологический контроль спиртового и ликероводочного производства.- М: Пищ. пром-сть, 1975.- 440 с.

14. Emerson D., Revsbech N.P. //Applied and Enviromental Microbiology.- 1994.-60., №11.- P.4032-4038.

Ralph D.E., Stevenson J.M. //Water Research.-1995.- 29 ., №1.- P.365-369.

ВПЛИВ ОКИСЛЕННЯ ЗАЛІЗА НА ВИДАЛЕННЯ АМОНІЮ ПРИ АЕРОБНОМУ ОЧИЩЕННІ СТИЧНОЇ ВОДИ

О.В. Стабнікова, В.О. Красінько, В.М. Іванов

Досліджено вплив заліза (III) та внесення накопичувальної культури залізобактерій на аеробну очистку модельних білоквмісних стічних вод, які попередньо пройшли стадію анаеробної очистки. Окислення заліза (II) значно стимулюється залізобактеріями. Це забезпечує видалення амонію з стічних вод шляхом зв'язування його в нерозчинну комплексну сполуку з гідроксидом заліза.

E.V. Stabnikova, V.O. Krasinko, V.N. Ivanov

INFLUENCE OF IRON ON THE REMOVAL OF AMMONIUM FROM WASTE WATER DURING AEROBIC TREATMENT

S u m m a r y

The influence of iron(III) and enrichment culture of iron-oxidizing bacteria on aerobic treatment of protein-containing waste water was studied. An addition of iron-oxidizing bacteria stimulates the oxidation of iron(II) thus enhances the removal of ammonium from the waste water through the formation of its undissolved complex with iron hydroxide.

Ukrainian State University of Food Technology

Shevchenko`s National University