Науковий вісник Ужгородського університету
Серія Біологія, Випуск 20, 2007: 253-256
© Приходько С.В., Курмакова І.М., Третяк О.П., 2007

УДК 579.576.8:620.193

БАКТЕРІЇ-ДЕСТРУКТОРИ ЯК ЧИННИК БІОПОШКОДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

С.В. Приходько, І.М. Курмакова, О.П. Третяк

Бактерії-деструктори як чинник біопошкодження підземних металевих конструкцій. – С.В. Приходько, І.М. Курмакова, О.П. Третяк. *– Досліджені проби ґрунту, продуктів корозії та зразки ізоляційного покриття, які були відібрані при шурфуванні підземного газопроводу в Чернігівській області. Встановлено, що на пошкодженій поверхні сформовано корозійно небезпечне мікробне угруповання, яке стимулює процес біопошкодження металоконструкції. Домінуючу позицію в цьому угрупованні займають сульфатвідновлювальні та залізовідновлювальні бактерії у співвідношенні 2,5:1. Виділені ґрунтові бактерії-деструктори можуть бути використані в якості тест-культур при дослідженні процесу біокорозії металу та перспективних інгібіторів-біоцидів.*

Ключові слова: *біопошкодження, ґрунтові бактерії-деструктори.*

Адреса: *Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна*

E-mail: atret@cn.relc.com

Bacteria-destructors as a factor of biodeterioration of underground metallic constructions. – S.V. Prichodko, I.N. Kurmakova, A.P. Tretyak. *– Explored tests of soils, products of corrosion and models of isolating coverage, which were selected at digging prospect-holes of underground gas pipeline in the Chernihiv region. It is set that on the damaged surface the corrosive-risk microbial community was formed, which stimulates the process of biodeterioration of metal structure. Dominant position in this community occupies sulphate-reducing and iron-restoring bacteria in correlation 2,5:1. Selected soils bacteria-destructors can be used in quality of test- cultures in researching process of biocorrosion of metal and perspective inhibitors-biocides.*

Key words: *biodeterioration, soils bacteria-destructors.*

Address: *Chernihiv State Pedagogical University of T. G. Shevchenko, 53 Getman Polubotok str., Chernihiv, 14013 – Ukraine*

E-mail: atret@cn.relc.com

Ґрунтові бактерії-деструктори відіграють першочергову роль у процесі біопошкодження металевих конструкцій, зокрема газопроводів [1, 2, 5, 8]. Розташування у ґрунті техногенних матеріалів, до яких належать трубопроводи та полімерні ізоляційні покриття, спричинює відповідну реакцію ґрунтової біоти, внаслідок чого відбувається їх відчуження, пошкодження і навіть знищення. Відповідно до експертної оцінки [2, 6] близько 80% корозійних руйнувань нафтопромислового встаткування й більше 50% пошкоджень підземних металоконструкцій обумовлено життєдіяльністю мікроорганізмів.

Відомо [2, 3], що процес біокорозії здійснюються складними мікробними угрупованнями, до складу яких входять бактерії циклу сірки – сульфатвідновлювальні та тіонові, залізовідновлювальні, денітрифікувальні та інші групи. За сучасними уявленнями мікробні асоціації утворюють біоплівку на поверхні ізоляційного покриття трубопроводів, що інтенсифікує їх біопошкодження [2, 4].

Метою роботи було оцінити внесок мікробіологічного фактору у руйнування підземного газопроводу, з'ясувати особливість розподілу ґрунтових бактерій-деструкторів, встановити домінуючі групи бактерій в корозійно небезпечному мікробному угрупованні, яке формується на пошкодженій поверхні газопроводу та ізоляційного покриття.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктами дослідження були зразки ізоляційного покриття, ґрунту та нальоту продуктів корозії, відібрані під час шурфування газопроводу в Чернігівській області (с. Малейки). Шурфування здійснювали з метою ревізії та заміни пошкоджених ділянок, які визначали спеціалісти відділу ла-

бораторії захисту від корозії ВАТ „Чернігівгаз” за результатами електрометрії.

Для виявлення потенційних збудників біопошкодження підземного газопроводу відібрано 4 зразки: 1 – ізоляційне покриття з високою адгезією до труби; 2 – ізоляційне покриття з низькою адгезією до труби; 3 – наліт продуктів корозії на трубі під ізоляцією; 4 – ґрунт, взятий на відстані 10 м від газопроводу на глибині 0,5 м [7]. Зразок 1 та 4 вважали за контрольні.

Пробу ґрунту, продуктів корозії та подрібненої ізоляції вносили в стерильну водопровідну воду для одержання суспензії, яку використовували для приготування серії розведень [12].

У відібраних пробах визначали кількість ґрунтових бактерій-деструкторів: сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ), залізовідновлювальних бактерій (ЗВБ), амоніфікувальних бактерій (АМБ), денітріфікувальних бактерій (ДНБ), вуглеводнеокиснювальних бактерій (ВОБ) методом граничних десятикратних розведень на відповідних рідких поживних середовищах. Культури СВБ, ЗВБ, ДНБ, ВОБ та АМБ вирощували відповідно на середовищах Постгейта „В”, Калиненка, Гільтая, Таусона та на м’ясо-пептонному бульйоні при температурі (28 ± 2)°С [12].

Чисельність корозійно небезпечних бактерій на поверхні пошкодженого газопроводу визначали в 1 г продуктів корозії, перераховували на 1 см^2 поверхні ізоляційного покриття та на 1 г абсолютно сухого ґрунту [9, 12], вологість якого визначали ваговим методом [11].

Результати досліджень та їх обговорення

При проведенні візуальної оцінки стану покриття та поверхні газопроводу відмічені пошкодження, ділянки яких мали наліт продуктів корозії. В результаті дослідження зразків були виявлені анаеробні (СВБ, ДНБ) та аеробні (ЗВБ, АМБ, ВОБ) групи бактерій (рис. 1).

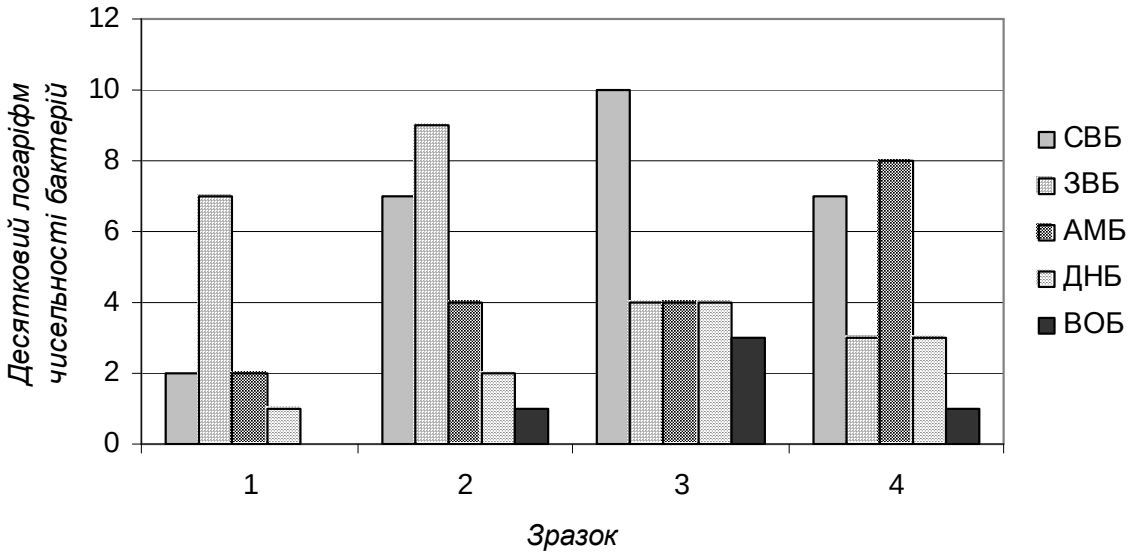

Рис. 1. Кількість бактерій у відібраних зразках.

Встановлено, що найбільша кількість СВБ знаходилась в нальоті продуктів корозії і становила 1010 кл/г, що на три порядки більше, ніж у ґрунті. На ізоляційному покритті з низькою адгезією до труби чисельність СВБ дорівнювала 107 кл/см2, що на п’ять порядків більше, ніж у контрольному зразку 1.

Кількість (107-109 кл/см2) ЗВБ локалізована на ізоляційному покритті значна вища, ніж у ґрунті (103 кл/г). На ізоляційному покритті з низькою адгезією до труби їх чисельність становить 109 кл/см2, що на два порядки більше, ніж на непошкодженому. Незначне збільшення цієї групи бактерій, в порівнянні з ґрунтом, спостерігається в продуктах корозії (104 кл/г).

В 1 г продуктів корозії та на 1 см2 пошкодженого ізоляційного покриття чисельність АМБ становить 104 клітин, що на два порядки більше, ніж на непошкодженому та на чотири порядки менше, ніж у ґрунті.

Кількість ДНБ на непошкодженому та пошкодженому покриттях невисока і становить 101 кл/см2 та 102 кл/см2 відповідно. В продуктах корозії чисельність цих бактерій дорівнює 104 кл/г, що на один порядок більше їх кількості у ґрунті.

ВОБ зустрічаються в усіх відібраних зразках, крім 1. На пошкодженому покритті та в ґрунті їх

кількість однакова і становить 10 кл/см2 та 10 кл/г відповідно. Найбільша кількість цих бактерій (103 кл/г) знаходиться у продуктах корозії.

Отже, на пошкодженій поверхні газопроводу сформоване мікробне угруповання, кількість бактерій в якому є корозійно небезпечною, що стимулює пошкодження трубопроводу за участю бактерій-деструкторів.

Частота трапляння, яка є загальноприйнятим та демонстраційним показником ступеню зараженості металоконструкції мікроорганізмами [10], для СВБ, ЗВБ, АМБ та ДНБ складає 100%, а для ВОБ – 75%.

Особливість розподілу кожної групи бактерій-деструкторів у відібраних зразках демонструє рис.2.

Більшість бактерій-деструкторів активно розмножуються в нальоті продуктів корозії: СВБ – 38%, ДНБ – 40%, ВОБ – 60% від загальної кількості. Завдяки наявності анаеробних умов, катодного водню, підвищеної вологості і температури ВОБ та ДНБ істотно прискорюють руйнування ізоляції, а факультативні анаероби стимулюють біопошкодження підземних конструкцій.

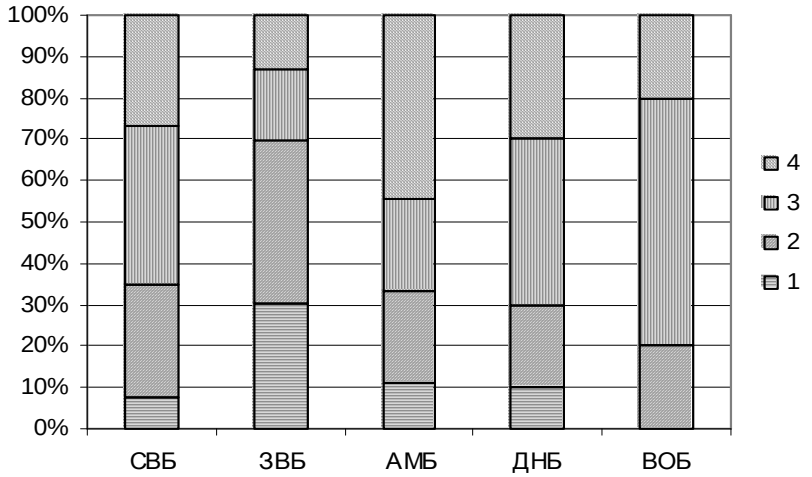

Рис. 2. Розподіл корозійно небезпечних груп бактерій у відібраних зразках.

Таким чином, підземні металеві споруди є потужним техногенним фактором, який стимулює процес біопошкодження металоконструкцій. Техногенез сприяє збільшенню чисельності майже всіх корозійно небезпечних груп бактерій (табл.1).

Таблиця 1. Середня кількість бактерій в техногенно-трансформованому та природному біоценозі.

Біоценоз	СВБ	ЗВБ	АМБ	ДНБ	ВОБ
Техногенно-трансформований	$3,3Ч10^{9}$	$3,4Ч10^{8}$	$6,7Ч10^{3}$	$3,4Ч10^{3}$	$5,1Ч10^{2}$
Природний	$1Ч10^{7}$	$1Ч10^{3}$	$1Ч10^{8}$	$1Ч10^{3}$	$1Ч10^{1}$
Співвідношення	330	$3,4Ч10^{5}$	$6,7Ч10^{-5}$	3,4	51

У техногенно-трансформованому біоценозі кількість ЗВБ максимально збільшена (в 3,4×105 раз). Ця група бактерій активно розвивається в зоні руйнування газопроводу [2].

Чисельність СВБ збільшується в 330 раз. Розвитку цих бактерій сприяє підвищена концентрація Fe2+-іонів, які утворюються внаслідок життєдіяльності ЗВБ, та зниження окисно-відновного потенціалу середовища, що створює сприятливі умови для сульфатредукції. В результаті руйнування матеріалів захисного покриття, утворюються речовини, які теж стимулюють розвиток СВБ, виконуючи роль додаткового живильного субстрату для цієї групи бактерій [2].

ВОБ в зміненому під впливом техногенезу біоценозі збільшуються в 51 раз, а ДНБ в 3,4 раз. В той же час кількість АМБ в природному біоценозі більша в 1,5×104раз, ніж у техногенно-трансформованому.

В трансформованому під впливом техногенезу біоценозі СВБ залишаються в домінуючих видах, а замість розвитку АМБ активізується розвиток ЗВБ.

Отже, під впливом техногенезу відбувається інтенсифікація життєдіяльності корозійно агресивних груп бактерій, переорієнтація домінуючих видів, що призводить до біопошкодження підземних споруд під впливом бактерій-деструкторів. В умовах техногенного навантаження для кожного з мікроорганізмів, що утворюють сукупність, створюються оптимальні умови, які виявляються у

трофічних та енергетичних зв'язках між бактеріями мікробного угруповання [2].

Співвідношення домінуючих видів, а саме СВБ та ЗВБ в корозійно небезпечному мікробному угрупованні, яке формується на пошкодженій поверхні газопроводу та ізоляційного покриття під впливом техногенезу наведено на рис. 3.

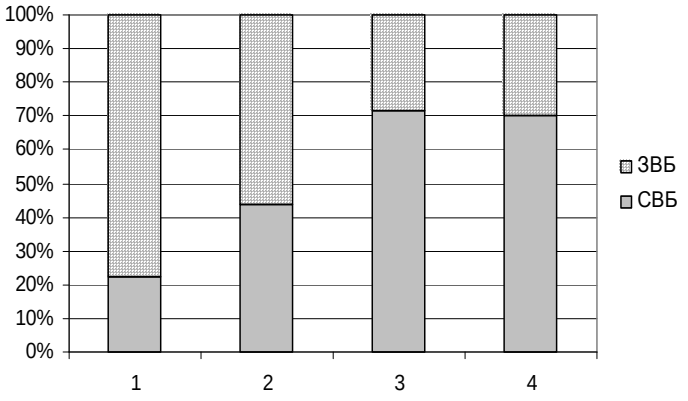

Рис. 3. Співвідношення домінуючих груп бактерій в корозійно небезпечному мікробному угрупованні.

В зразках ізоляції найбільш чисельною групою є ЗВБ. На ізоляційному покритті з високою адгезією до труби та неадгезованому співвідношення СВБ:ЗВБ становить 1:3,5 та 1:2,7 відповідно. В продуктах корозії та в ґрунті превалюють СВБ. Співвідношення СВБ:ЗВБ в цих зразках майже однакове і становить 2,5:1.

Висновки

1. На пошкодженій поверхні підземного газопроводу сформоване корозійно небезпечне мікробне угруповання, яке стимулює процес біопошкодження.

2. В продуктах корозії активно розмножуються більшість ґрунтових бактерій-деструкторів. Домінуючу позицію в корозійно небезпечному мікробному угрупованні займають СВБ та ЗВБ при співвідношенні 2,5:1, яке в продуктах корозії та в ґрунті зберігається.

3. Ґрунтові бактерії-деструктори, які були виділені в умовах руйнування підземного газопроводу, можуть бути використані в якості тест-культур при дослідженні процесу біокорозії та перспективних інгібіторів-біоцидів.

1. Андреюк Е. И., Билай В. И., Коваль Э. З. и др. Микробная коррозия и её возбудители. – К.: Наукова думка, 1980. – 186 с.
2. Андреюк К. І., Козлова І. П., Коптєва Ж. П. та ін. Мікробна корозія підземних споруд. – К.: Наукова думка, 2005. – 260с.
3. Антоновская И. С., Козлова И. А., Андреюк Е. И. Распределение сульфатредуцирующих бактерий в почве вблизи магистральных газопроводов // Микробиологический журнал. – 1985. – Т.47, №2. – С. 93-94.
4. Асауленко Л. Г., Пуріш Л. М. Козлова І. П. Етапи формування біоплівки сульфатвідновлювальними бактеріями // Мікробіологічний журнал. – 2004. – Т.66, №3. – С. 72-79.
5. Биоповреждения / Под ред. В. Д. Ильичева. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.
6. Герасименко А. А. Биокоррозия и защита металлоконструкций. 1. Особенности процесса биокоррозии. Микробная коррозия в природных средах // Практика противокоррозионной защиты. – 1998. – Т. 10, № 4. – С. 14-25.
7. ДСТУ 3291 – 95. Методи оцінки біокорозійної активності ґрунтів і виявлення наявності мікробної корозії на поверхні підземних металевих споруд. – Чинний від 01. 01. 1997 р. – 28 с.
8. Заварзин Г. А. Литотрофные микроорганизмы. – М.: Наука, 1972. – 323 с.
9. Звягинцев Д. Г. Микроорганизмы и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 206 с.
10. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. – М.: МГУ, 1976. – 206 с.
11. Практикум по основам сельского хозяйства. / Под ред. И. М. Ващенко. – М.: Просвещение, 1982. – 399 с.
12. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоёмов. – Л.: Наука, 1974. – 193 с.

Отримано: 10.листопада 2006 р.
Прийнято до друку: 5 лютого 2007 р.