

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 4, Number 310 (2015), 5 – 8

**THE STUDY OF FACTORS AFFECTING THE GROWTH OF
CORROSION-HAZARDOUS BACTERIA IN THE CITY GROUND**

S. A. Aitkeldiyeva, L. G. Tatarkina, E. R. Faizulina,
A. M. Nurmukhanbetova, G. B. Baimakhanova

RSE "Institute of Microbiology and Virology" CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ecomicrolab@gmail.com

Key words: biocorrosion, soil, corrosion dangerous microorganisms.

Abstract. None of engineering construction is connected so closely with nature as the piping system. Pipeline accidents cause great economic damage to the national economy. In recent years discussion of biocorrosion has become special urgency - destruction of constructional materials and anti-corrosion protective coating by the presence in the environment of microorganisms (bacteria, fungi, algae, yeast). The most dangerous organisms are bacteria, as they multiply rapidly and easily adapt to the environment. Microbial activity, according to some authors, can be caused by 50 to 80% of the corrosion damage of pipelines.

The growth of corrosion-hazardous soil microflora at different culture conditions (temperature of 5, 24, 40°C and 1, 2, 4 hydration times a week) is studied. The data suggest that the growth of filamentous fungi, iron- and manganese-oxidizing microorganisms is suppressed at 40°C. The growth of actinomycetes is inhibited at low temperatures (5°C). The degree of hydration affects the growth of the heterotrophic denitrifying bacteria and lithotrophic bacteria *Thiobacillus denitrificans* to a greater extent than the temperature. The temperature affects the growth of sulfate-reducing bacteria since their growth was recorded only in versions 40°C.

УДК 579.846.2

**ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ
КОРРОЗИОННО-ОПАСНЫХ БАКТЕРИЙ В ГОРОДСКОМ ГРУНТЕ**

С. А. Айткельдиева, Л. Г. Татаркина, Э. Р. Файзулина,
А. М. Нурмуханбетова, Г. Б. Баймаханова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: биокоррозия, грунт, коррозионно-опасные микроорганизмы.

Аннотация. Ни одно инженерное сооружение не связано так тесно с окружающей природой, как трубопроводные системы. Большой экономический урон наносят народному хозяйству аварии на трубопроводах. В последние годы приобрело особую актуальность обсуждение вопроса биокоррозии – разрушения конструкционных материалов и противокоррозионных защитных покрытий под действием присутствующих в среде микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей, дрожжей). Наиболее опасными микроорганизмами являются бактерии, так как они быстро размножаются и легко приспособливаются к условиям окружающей среды. Деятельностью микроорганизмов, по мнению ряда авторов, может быть обусловлено от 50 до 80% коррозионных повреждений трубопроводов.

Проведено изучение развития коррозионно-опасной микрофлоры в грунте при различных условиях культивирования (температура 5, 24, 40 °C и увлажнение 1, 2, 4 раза в неделю). Полученные данные свидетельствуют о том, что рост мицелиальных грибов, железо- и марганец-окисляющих микроорганизмов подавляется при температуре 40°C. При пониженной температуре (5°C) подавляется рост актиномицетов. На рост и развитие денитрифицирующих гетеротрофных бактерий и литотрофных бактерий *Thiobacillus denitrificans* в большей степени влияет не температура, а степень увлажнения. На рост и развитие сульфатредуцирующих бактерий влияет температура, так как их рост был отмечен только в вариантах 40°C.

Введение. Проблемы коррозионного разрушения трубопроводов, помещенных в грунт, крайне актуальны. Ни одно инженерное сооружение не связано так тесно с окружающей природой, как трубопроводные системы. Это объясняется обширной географией трубопроводного транспорта, огромной протяженностью водопроводов, газопроводов и нефтепроводов, которые пересекают все природно-климатические пояса. Большой экономический урон наносят народному хозяйству аварии на трубопроводах. Ржавчина является довольно распространенной причиной возникновения аварийных ситуаций на трубопроводах. В настоящее время особенно актуально изучение вопросов биокоррозии, т.е. разрушения конструкционных материалов и противокоррозионных защитных покрытий под действием присутствующих в среде микроорганизмов (бактерий, грибов, актиномицетов водорослей, дрожжей). Деятельностью микроорганизмов, по мнению ряда авторов, может быть обусловлено от 50 до 80% коррозионных повреждений трубопроводов [1-6].

Целью данной работы было изучение развития коррозионно-опасной микрофлоры (КОМ) в грунте при воздействии различных факторов.

Методы исследования. В качестве факторов, влияющих на развитие коррозионно-опасных бактерий, были выбраны такие важные физические параметры, как температура и влажность. Поставлен модельный эксперимент для исследования развития КОМ в грунте, отобранным в г. Алматы на пересечении улиц Манаса и Мынбаева с глубины залегания водопровода (3 метра). Эксперимент был поставлен при различном увлажнении грунта: раз в неделю, раз в 2 недели и раз в 4 недели и при разной температуре: 5, 24, 40 °C.

Результаты эксперимента снимались через 3 месяца.

В исходных образцах грунта определяли pH, количество хлорид- и сульфат-ионов, ионов железа.

Количественный учет различных групп КОМ проводился на стандартных средах [7-9].

Результаты исследования

Известно, что в природных условиях на развитие микрофлоры, в том числе и коррозионно-активной, в грунтах действуют многие физико-химические свойства окружающей среды [10, 11]. Определение кислотно-щелочного баланса водной вытяжки исследуемого грунта показало, что грунт имеет нейтрально-щелочную реакцию (pH 7,68).

Большое влияние на развитие КОМ оказывает количество ионов II и III валентного железа в грунтах. Проведенные исследования показали, что в городском грунте их количество было 1107,5 мг на 100 г грунта. Анализ анионного состава исследуемого грунта показал, что он характеризуется хлоридно-сульфатным типом засоления. Количество хлорид-ионов составило 459,6 мг на 100 г грунта, а сульфат-ионов – 432,1 мг.

Через 3 месяца был проведен количественный учет различных групп КОМ в исследуемом грунте. Результаты представлены в таблице.

По результатам анализа видно, что на численность актиномицетов повлияли как температура, так и увлажнение – наименьшее количество актиномицетов отмечено в вариантах 5°C/все режимы увлажнения и 24°C/ увлажнение раз в 4 недели. Наибольшее количество актиномицетов было выявлено в вариантах, культивируемых при температуре 40°C. Оптимальными условиями для развития мицелиальных грибов в грунте были температура 24°C и увлажнение раз в неделю. В варианте, культивируемом при 40°C, мицелиальные грибы не выявлены.

На подавление развития железоокисляющих и марганец-окисляющих бактерий повлияла температура 40°C. Все режимы увлажнения и все исследуемые температуры оказали стимулирующее действие на развитие гетеротрофных денитрифицирующих микроорганизмов – от $6,0 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^7$ клеток на 1 г грунта. Такие группы микроорганизмов, как *Thiobacillus thioparus*, *Thiobacillus thiooxidans* и *Thiobacillus ferrooxidans* не обнаружены. Однако во всех вариантах выявлены бактерии *Thiobacillus denitrificans* (от $2,0 \cdot 10^3$ до $7,0 \cdot 10^6$ клеток на 1 г грунта). Стимулирующим фактором для их развития послужили и температура и степень увлажнения.

Пониженная температура и увлажнение раз в 4 недели способствовали снижению количества клеток *Thiobacillus denitrificans* в 3 раза по сравнению с исходным вариантом. Сульфатредуцирующие бактерии были выявлены в варианте 40°C в количестве единиц и десятков клеток в грамме

Количественный учет различных групп микроорганизмов в городском грунте
при различных условиях культивирования

Варианты		Группы микроорганизмов					
		Актиномицеты, КОЕ/г	Мицелиальные грибы, КОЕ/г	Железо-окисляющие, КОЕ/г	Марганец-окисляющие, КОЕ/г	Денитрифицирующие, кл/г	<i>T.denitrificans</i> , кл/г
Исходное содержание		(2,0±0,2)×10 ²	(5,0±0,1)×10	(7,5±0,4)×10 ²	–	2,5×10 ²	6,0×10 ³
температура	увлажнение						
5°C	1 н	(5,5±0,3)×10 ²	(1,0±0,1)×10 ²	(6,9±0,4)×10 ³	(2,8±0,2)×10 ⁵	2,5×10 ⁶	5,0×10 ⁴
	2 н	(8,0±0,4)×10 ²	(1,5±0,2)×10 ²	(2,9±0,2)×10 ⁴	(1,6±0,2)×10 ⁵	6,0×10 ⁵	1,3×10 ⁶
	4 н	(5,5±0,3)×10 ²	–	(1,1±0,1)×10 ⁴	(1,5±0,2)×10 ⁵	2,5×10 ⁷	2,0×10 ³
24°C	1 н.	(4,7±0,3)×10 ³	(1,0±0,1)×10 ³	(1,8±0,2)×10 ⁴	(1,5±0,2)×10 ⁵	2,5×10 ⁵	6,0×10 ⁵
	2 н	(2,6±0,2)×10 ³	(2,0±0,2)×10 ²	(1,3±0,2)×10 ⁴	(1,4±0,2)×10 ⁵	6,0×10 ⁵	2,0×10 ⁴
	4 н	(9,5±0,4)×10 ²	(1,0±0,1)×10 ²	(7,0±0,4)×10 ³	(2,9±0,2)×10 ⁵	2,5×10 ⁶	7,0×10 ⁶
40°C	1 н	(8,3±0,4)×10 ⁴	–	–	–	3,0×10 ⁶	3,0×10 ⁶
	2 н	(9,3±0,4)×10 ⁴	–	–	–	6,0×10 ⁵	6,0×10 ⁵
	4 н	(1,2±0,1)×10 ⁵	–	–	–	6,0×10 ³	6,0×10 ³

грунта, что также может говорить о развитии процессов коррозии при благоприятных для данной группы микроорганизмов условиях. В данном случае это повышение температуры культивирования.

Выводы. На основании проведенных исследований показано, что рост мицелиальных грибов, железо- и марганец-окисляющих микроорганизмов подавляется при температуре 40°C. При пониженной температуре (5°C) подавлялся рост актиномицетов. На рост и развитие денитрифицирующих гетеротрофных бактерий и литотрофных бактерий *Thiobacillus denitrificans* в большей степени влияет не температура, а степень увлажнения. На рост и развитие сульфатредуцирующих бактерий влияет температура, т.к. их рост был отмечен только в вариантах 40°C.

Источник финансирования исследований: Министерство образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреюк К.І., Козлова І.П., Коптева Ж.П. и др. Мікробна коррозія підземних споруд. – Київ: Наукова думка, 2005. – 260 с.
- [2] Little B., Wagnerhttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0013468692851107 - aff1 P., Mansfeldhttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0013468692851107 - aff2 F. An overview of microbiologically influenced corrosion //Electrochimica Acta. – 1992. – Vol. 37, Issue 12. - P. 2185-2194.
- [3] Lubensky S.A. Resistance of pipe steel to corrosion in Thiobacilli-added medium //Protection against corrosion and protection of the environment. – 1996. - № 2. - P. 7-10.
- [4] Абраршитова С.А., Айткельдисева С.А. Микробная трансформация неорганических ионов в природных экосистемах. – Алматы, 2002. – 185 с.
- [5] Ніктор A.Videla, Liz K. Herrera Microbiologically influenced corrosion: looking to the future // International Microbiology. – 2005. – Vol. 8. – P.169-180.
- [6] Aruliah Rajasekar, Balakrishnan Anandkumar, Sundaram Maruthamuthu, Yen-Peng Ting, Pattanathu K. S. M. Rahman Characterization of corrosive bacterial consortia isolated from petroleum-product-transporting pipelines // Appl Microbiol Biotechnol. – 2010.- Vol. 85. – P. 1175–1188.
- [7] Практикум по микробиологии /под ред. А.Н. Нетрусова. - М.: Academia, 2005. - 597с.
- [8] Захарова Ю.Р., Парфенова В.В. Метод культивирования микроорганизмов, окисляющих железо и марганец в донных отложениях озера Байкал. //Известия РАН. Сер. Биологич. – 2007. - №3. - С. 290-295.
- [9] Кузнецов С.И., Романенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов (лабораторное руководство). - Ленинград, 1963. - 130 с.

- [10] Kholodenko V.P., Jigletsova S.K., Chugunov V.A., Rodin V.B., Kobelev V.S., Karpov S.V., Chemical - and-microbial-diagnostic of stress corrosion cracking in main pipelines //Appl. Biochem. Microbiol. – 2000. - V. 36. - № 6. - P. 594–601.
- [11] Se-Keun Park, Yeong-Kwan Kim, Sung-Chan Choi Response of microbial growth to orthophosphate and organic carbon influx in copper and plastic based plumbing water systems // Chemosphere. – 2008. - Vol. 72 – P. 1027–1034.

REFERENCES

- [1] Andreyuk K.I., Kozlova I.P., Kopteva Zh.P. i dr. Mikrobnaya korroziya pidzemnyx sporud. **2005**, 260 (in Ukr.).
- [2] Little B., Wagner P., Mansfeld F. *Electrochimica acta*, **1992**, 37, 12, 2185-2194 (in Engl.).
- [3] Lubensky S.A. *Protection against corrosion and protection of the environment*, **1996**, 2, 7-10 (in Engl.).
- [4] Abdrazhitova S.A., Ajtkel'dieva S.A. The microbial transformation of inorganic ions in natural ecosystems. – Almaty, 2002. – 185 (in Russ.).
- [5] Héctor A. Videla, Liz K. *International Microbiology*, **2005**, 8, 169-180 (in Engl.).
- [6] Aruliah Rajasekar, Balakrishnan Anandkumar, Sundaram Maruthamuthu, Yen-Peng Ting, Pattanathu K. S. M. Rahman *Appl Microbiol Biotechnol*, **2010**, 85, 1175–1188 (in Engl.).
- [7] Workshop for Microbiology / ed. A.N. Netrusov, **2005**, 597 (in Russ.).
- [8] Zaxarova Yu.R., Parfenova V.V. The method of culturing microorganisms that oxidize iron and manganese in the sediments of Lake Baikal. *Izvestiya ran. ser. biologich.*, **2007**, 3, 290-295 (in Russ.).
- [9] Kuznecov S.I., Romanenko V.I. Microbiological study of inland waters (A Laboratory Manual, **1963**, 130 (in Russ.).
- [10] Kholodenko V.P., Jigletsova S.K., Chugunov V.A., Rodin V.B., Kobelev V.S., Karpov S.V. *Appl. Biochem. Microbiol.*, **2000**, 36, 6, 594-601 (in Engl.).
- [11] Se-Keun Park, Yeong-Kwan Kim, Sung-Chan Choi *Chemosphere*, **2008**, 72, 1027–1034 (in Engl.).

ҚАЛА ТОПЫРАҒЫНДА КОРРОЗИЯЛЫҚ-ҚАУІПТІ БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ ДАМУЫНА ӘСЕР ЕТЕТИН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

С. А. Айткельдиева, Л. Г. Татаркина, Э. Р. Файзулина,
А. М. Нұрмұханбетова, Г. Б. Баймаханова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БФМ ФК, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: биокоррозия, топырак, коррозиялық-қауіпті микроорганизмдер.

Аннотация. Басқа инженерлік құрылғыларға қарағанда құбыр желілелрінің жүйесі қоршаған табиғатпен өте тығыз байланысты. Құбыр желілелріндегі бұлінулер халық шаруашылығының экономикасын үлкен шығынға ұшыратады. Соңғы жылдары биокоррозия жайындағы сұрапттар ерекше өзектілікке ие болуда – конструкциялық материалдар мен коррозияға карсы корғаныш жабындыларының ортадағы микроорганизмдердің (бактериялар, санырауқұлактар, балдырлар, ашытқылар) әсерінен бұзылуы. Ең қауіпті микроорганизмдер – бактериялар, себебі олар тез көбейеді және қоршаған ортаның жағдайларына тез бейімделеді. Бірқатар авторлардың ой-пікірлері бойынша, құбыр желілелрінің 50%-дан 80%-ға дейін бұлінулеріне микроорганизмдердің қызметі себепші болуы мүмкін.

Әртүрлі жағдайда еккенде (температура 5, 24, 40 °C және аптасына 1, 2, 4 рет ылғалдандыру) топырактарғы коррозиялық қауіпті микрофлораның дамуына зерттеу жүргізілді. Алынған мәліметтер 40°C температурада жіппұмақты санырауқұлактар, темір- және марганецтотықтырғыш микроорганизмдерінің өсуін баулагайтындығын дәлелдейді. Төмен температурада (5°C) актиномицеттердің өсуі баулагайды. Денитрифицирлеуші гетеротрофты бактериялар мен литотрофты *Thiobacillus denitrificans* бактерияларының өсуі мен көбейіне температура емес, ылғалдандыру дәрежесі әсер етеді. Ал сульфатредуирлеуші бактериялардың дамуы мен өсуіне температура әсер етеді, өйткені олардың өсуі тек 40°C нұскаларында кездесті.

Поступила 31.07.2015 г.