

Як бачимо, найвища вітровальність в лісах заповідника притаманна деревостанам 101-140 річного віку, висока вітровальність також спостерігається у 71-100 річному віці.

Цікаво те, що в значній мірі вітровалами пошкоджуються низькоповнотні деревостани старшого віку (0.5-0.6 - 61.4%). Однак, 62.0% пошкоджених площ припадає на деревостани повнотою 0.7. Це площі, на яких за 2-5 років до вітровалонебезпечної ситуації були проведені рубки догляду, переважно прохідні рубки. Це питання було проаналізовано по двох п'ятирічних періодах, які передували вітровалам. Із загальної площі деревостанів, які були пошкоджені вітровалами в 1989-1992 рр. 31.3% займають низькоповнотні деревостани старшого віку, в яких в останній десятирічний період рубки не проводилися. Пошкоджені вітровалами деревостани, в яких рубки проводилися в 1979-1984 рр., тобто за 5-10 років до вітровалу, займають 28.2% площі, а в яких рубки були проведені за 1-5 років - 40.5% пошкоджених площ. Це підтверджує наведене вище узагальнення про те, що рубки проміжного користування стимулюють прояв вітровалів деревостанів.

УДК 620.193.8

СТИМУЛЮЮЧИЙ ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ НА ПРОЦЕС БІОКОРОЗІЇ СТАЛІ У ҐРУНТІ

*Смикун Н.В.; Третяк О.П.; Курмакова І.М. -
Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т.Г.Шевченка*

Досліджено вплив техногенних забруднювачів (стічна вода деревообробного підприємства, нестицид Лінурон та їх суміш) на процес біокорозії сталі 45 у ґрунті. Вивчено динаміку мікробних угруповань ґрунту (сульфатредуючі, денітрифікуючі, сапрофітні бактерії і мікроскопічні гриби), що відповідають за біодеградацію металу. Показано, що швидкість корозії у ґрунті зумовлюється впливом забруднювачів не тільки на мікробні угруповання, але й на електрохімічні показники розчинення металу. Встановлено інтенсифікацію біокорозії сталі, особливо у випадку сумішні техногенних забруднювачів.

Stimulation influence technical contaminants on process of biocorrosion of steel in soil

N.Smykun; A. Tretyk; I. Kurmakova

The influencing technical of contaminants (waste water of wood-working firm, pesticide Linyrone and their blend) on process of biocorrosion of steel 45 in soil is investigated(studied). Is studied dynamics(changes) of microbial communities of soil (sulphate reducing, denitrifying, saprophytic bacterias and microfunguses), which one respond for processes of corrosion. Is established intensification of biocorrosion of steel, but in case of a mix(mixture) the increase of speed of process as contrasted to personal technical by contaminants is watched.

Накопичення у ґрунті техногенних забруднювачів (ТЗ) здійснює потужний пресинг на мікрофлору ґрунтів, що змінює якісний, кількісний склад та активність мікробних угруповань, в тому числі й тих, що розвиваються на підземних металевих спорудах. Це може призводити до прискорення корозійних процесів, і як наслідок – впливати на стан техногенної безпеки [1-3]. Стічні води підприємств деревообробної промисловості (СВДП) та пестициди можна віднести до найбільш поширених забруднювачів довкілля [4,5]. При цьому їхня дія, особливо спільна, на зазначені процеси у ґрунті практично не вивчена [6,7].

Мета роботи - дослідження впливу СВДП, Лінурону (L), їхньої суміші на динаміку мікробних угруповань та процес корозії сталі у ґрунті.

Матеріали та методи. Корозію сталі вивчали в умовах лабораторного модельного експерименту протягом 5 місяців в чорноземі опідзоленому. ТЗ вносили у ґрунт кількістю 2 мг/100 г ґрунту (L), 10 мл/100 г ґрунту (СВДП $\omega_{\text{СВДП}} = 0,3$) та 10 мл + 2 мг на 100 г ґрунту (СВДП+L відповідно).

Використовували зразки сталі 45 циліндричної форми ($d=17$ мм, $h=8$ мм), що раніше не перебували під впливом корозії. Після стерилізації в полум'ї пальника зразки вносили в чашки Петрі з ґрунтом, де протягом експерименту підтримувалась повна вологоємність та температура $+27^\circ\text{C}$. Чисельність фізіологічних угруповань мікроорганізмів та показники швидкості корозійного процесу визначали через 2,5 та 5 місяців. В контроль ТЗ не вносились. Повторність дослідів трьохкратна.

Вивчали вплив ТЗ на такі групи мікроорганізмів: сульфатредуючі бактерії (СРБ), денітрифікуючі бактерії (ДНБ), сапрофітні бактерії (СБ) та мікроскопічні гриби (МГ). Виділення мікробного угруповання та облік кількості мікроорганізмів проводили загальноприйнятим в мікробіології ґрунтів методом граничних десятикратних розведень на відповідних поживних середовищах: СРБ – на середовищі Постгейта “В”, ДНБ – на середовищі Гільтая, СБ – на МПА, МГ – на сусло-агарі [8].

Вплив ТЗ на швидкість корозії сталі визначали за втратою маси (Δm) зразків (гравіметричний метод) та електрохімічними показниками корозійного процесу. Розраховували: швидкість корозії в ґрунті $K_m = \Delta m / S \cdot t$ (S – площа зразка, t – час експерименту, Δm – втрата маси зразка), коефіцієнт гальмування корозійного процесу $\gamma_m = K_m / K_m^*$ (K_m та K_m^* – швидкість корозії без та з внесенням ТЗ).

Електрохімічні параметри корозійного процесу визначали за поляризаційними кривими електроду зі сталі 45, знятими у водних витяжках від потенціалу вільної корозії (φ_{cm}) за допомогою потенціостату П-5845. Використали скляну трьохелектродну комірку з розділеним катодним та анодним простором. Електрод порівняння - хлорид срібний, допоміжний - Pt. Потенціал перераховували на стандартну водневу шкалу. Визначали потенціал, струм (I_{cm}) та коефіцієнт гальмування (γ_{cm}) вільної корозії [9,10].

Результати та їх обговорення. Якісний та кількісний склад мікробних угруповань ґрунтів з різними техногенними забруднювачами представлений в табл. 1.

Табл. 1. Вплив техногенного забруднення на якісний та кількісний склад фізіологічних угруповань мікроорганізмів в чорноземі опідзоленому

ТЗ	Кількість в 1 г ґрунту					
	СРБ, 10 ⁶		ДНБ, 10 ⁶		СБ, 10 ⁶	МГ, 10 ⁶
	2.5 міс.	5 міс.	2.5 міс.	5 міс.	2.5 міс.	2.5 міс.
-	0.9	15.0	4.5	11.5	6.0 ± 0.5	11.5 ± 1.2
L	не знайдено	9.0	75.0	16.0	5.2 ± 0.5	12.7 ± 0.8
СВДП	9.0	450.0	450.0	9.0	15.0 ± 1.3	162.5 ± 14.9
СВДП + L	250.0	95.0	250.0	95.0	5.4 ± 0.6	40.0 ± 1.7

Встановлено, що внесення в ґрунт ТЗ по-різному впливає на структуру мікробного угруповання феросфери (зона ґрунту, що безпосередньо контактує з поверхнею металу) [3].

Дослідження впливу L на структуру мікробного ценозу показало, що чисельність СРБ після 2,5 місяців експерименту зменшилась, а після 5 місяців – зросла, але не досягла рівня контролю. Чисельність ДНБ збільшилась в 16,7 раза (2,5 місяці), порівняно з контролем, потім (5 місяців) знизилась майже в 5 разів, але була вище (в 1,4 раза) ніж у контролі. L практично не вплинув на розвиток СБ та МГ. Таким чином, L проявляє вибіркочу дію на мікробні угруповання ґрунту, забезпечуючи переважно розвиток ДНБ, що робить його корозійно-небезпечним ТЗ. Це підтверджується даними гравіметричного дослідження швидкості корозії у ґрунті (табл.2). L підвищує швидкість корозії протягом експерименту: в 1,3 раза (2,5 місяці) та в 1,5 раза (5 місяців) порівняно з контролем.

Табл. 2. Вплив ТЗ на процес корозії сталі 45

ТЗ	t, місяців	Показники корозії в ґрунті		Показники корозії у водній витяжці		
		$K_{гг}$, г/м ² год	γ_m	$-\varphi_{сво}$ В	$I_{св}$, 10 ² А/м ²	$\gamma_{св}$
-	до експерименту	-	-	0.230	7.59	-
	2.5	0.079	-	-	-	-
	5.0	0.080	-	-	-	-
L	до експерименту	-	-	0.230	1.58	4.79
	2.5	0.103	0.77	-	-	-
	5.0	0.118	0.67	0.270	10.00	0.16
СВДП	до експерименту	-	-	0.390	14.40	0.52
	2.5	0.116	0.69	-	-	-
	5.0	0.118	0.67	0.190	4.67	3.08
СВДП + L	до експерименту	-	-	-	-	-
	2.5	0.121	0.66	-	-	-
	5.0	0.147	0.54	0.205	1.31	0.70

Примітка. Коефіцієнт гальмування вільної корозії після 5 місяців експозиції розраховували за відношенням до струму корозії з даним ТЗ до експерименту.

Дослідження водних витяжок з ґрунту до експерименту свідчать, що *L* має потенційну здатність зменшувати швидкість корозійного процесу (коефіцієнт гальмування вільної корозії не високий, але більше одиниці). Проте захисні властивості *L* не реалізуються. Дані дослідження водної витяжки, одержаної після 5 місяців експозиції сталі у ґрунті, вказують, що потенціал вільної корозії зміщується в катодну область на 40 мВ, а струм зростає у 6,3 раза (коефіцієнт гальмування значно менший за одиницю 1). Можна передбачити, що наявність пестициду призводить до накопичення корозійно-активних мікробних метаболітів, які прискорюють біодеградацію металу.

Таким чином, *L* є техногенним забруднювачем, який стимулює формування корозійно-небезпечного угруповання мікроорганізмів у ґрунті, а також процес біокорозії сталі.

За наявності СВДП зафіксовано зростання (2,5 міс.), чисельності всіх досліджуваних груп мікроорганізмів порівняно з контролем (табл. 1): СРБ та ДНБ - на 1 та 2 порядки відповідно, СБ - в 2,5 раза, МГ - в 14 разів. При тривалій експозиції (5 міс.) відмічається подальший стимулюючий вплив СВДП на СРБ (збільшення чисельності в 50 разів, що у 39 разів більше рівня контролю) та пригнічуючий щодо ДНБ (зменшення чисельності в 50 разів, що менше рівня контролю в 1,3 раза). Таким чином, наявність в ґрунті СВДП веде до утворення мікробного ценозу, який є дуже агресивним до сталевих конструкцій. При цьому можна було б очікувати досить високу швидкість корозійного процесу. Але вона практично однакова з *L* за даними 2,5 місяців і більш тривалого експерименту (гравіметрія). Це можна пояснити впливом СВДП на електрохімічні показники корозійного процесу (табл.2). Потенціал вільної корозії водної витяжки з СВДП до експерименту на 160 мВ менше ніж у контролі, але він зміщується протягом експерименту на 200 мВ в анодну область. Крім того, струм вільної корозії сталі у водній витяжці після 5 місяців менший ніж до експерименту (3,1 рази). Що, вірогідно, пов'язано з накопиченням продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, які впливають на електрохімічні показники процесу корозії.

Таким чином, наявність в чорноземі СВДП, так як і *L*, посилює процес корозії металу за рахунок змін в структурі мікробного угруповання, але вплив мікробних метаболітів на електрохімічні показники корозії стримує біодеградацію металу при досить агресивному ценозі.

При вивченні спільного впливу СВДП з *L* (табл.1) на мікробні угруповання встановлено, що чисельність фізіологічних угруповань мікроорганізмів значно зростає, за винятком СБ. Підтримування чисельності СБ на

рівні контролю можна пов'язати з дією L , тому що сама стічна вода стимулює ріст цих мікроорганізмів. У ґрунті утворюється активне корозійно-небезпечне мікробне угруповання, яке агресивно впливає на метал, інтенсифікуючи його корозію (табл.2). Спостерігається посилення швидкості руйнування металу в 1,5 та 1,8 раза за 2,5 та 5 місяців експерименту відповідно. При дослідженні водної витяжки ґрунту (5 міс.) встановлено, що суміш ТЗ зміщує потенціал вільної корозії в катодну область на 25 мВ порівняно з контролем. Захисний ефект не спостерігається ($\eta_{cr} = 0,7 < 1$).

Таким чином, спільна дія L та СВДП призводить до посилення біодеградації металу у ґрунті порівняно з індивідуальними забруднювачами.

Для підтримування техногенної безпеки при експлуатації металевих підземних споруд необхідно вивчення впливу не тільки індивідуальних техногенних забруднювачів, але й їх сумішей на швидкість процесу біокорозії (в тому числі електрохімічні показники) та динаміку мікробних угруповань. Тобто, необхідно створення моніторингу ґрунтів в місцях будівництва трубопроводів та інших споруд.

Література

1. Андреев Е.И., Козлова И.А. Литотрофные бактерии и микробиологическая коррозия. - К.: Наук. думка. - 1977. - 164с.
2. Wakerley D. Microbial corrosion in U.K. industry: a preliminary survey of the problem // Chem. And Ind. - 1979. - N19. - P.656-658.
3. Рожанская А.М., Козлова И.А., Андреев Е.И. Роль микробных сообществ в создании экстремальной экологической ситуации //Микробиол. журн. -1993. -Т.55, N3. -С.73-78.
4. Андреев Е.И., Валагурова Е.В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. - К.: Наук. думка. - 1992. - 224с.
5. Микроорганизмы и охрана почв / Под ред. Д.Г.Звягинцева. - М.: Изд-во МГУ. - 1989. - 206с.
6. Замай Ж.В. Исследование и разработка методов утилизации некондиционного пестицида рамрод в технологии обработки металлов. Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Чернигов, 1996 / Черниговский государственный пединститут.
7. Землянухин А.А., Райхинштейн М.В., Савенко Л.Г., Сватиков В.П. К выбору биопридов для оборотных вод предприятий СК / В Межвуз. сб.: Биоповреждения в промышленности. - Горьк. ун-т, Горький. - 1983. - С.89-94.
8. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоёмов. - Л.: Наука. - 1974. - 194с.
9. Фокин М.Н.; Жигалова К.А. Методы коррозионных испытаний металлов. - М.:Металлургия. - 1986 - 80с.
10. Оценка скорости коррозии металла по данным электрохимических измерений/ Г.В.Халдеев, А.П.Сюр, Ю.А.Харламов и др. //Сер. Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности - М.:ВНИИОЭНГ. - 1979. -44с.
11. Анапьева Н.Д., Смирнова Н.С. Воздействие пестицидов на сапрофитную микрофлору почв // В сб. : Микробиология и научно-технический прогресс. -К.: Наук. думка, 1983. - С. 9-10.