

Мурашова К.О., студентка гр. 091-21-1 ІІІ,

Панкратова В.Я., студентка гр. 091-20-1 ІІІ

Науковий керівник: Яковишина Т.Ф., д.т.н., професорка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА МІКРООРГАНІЗМИ ҐРУНТУ

Майже всі біохімічні реакції в ґрунті відбуваються за участю мікроорганізмів, які забезпечують збереження його якості і відіграють важливу роль у формуванні органічної речовини та розкладання екологічно небезпечних забруднювачів, приймають участь у біохімічних циклах хімічних елементів і формуванні структури ґрунту. Життєдіяльність асоціацій ґрунтових мікроорганізмів корелює з головною екологічною властивістю ґрунту – його родючістю, однією із причин зниження якої є техногенне забруднення сполуками важких металів. Дані поллютанти, що надходять у ґрунт у значних концентраціях, спричиняють токсичну дію на мікробне угруповання, яка проявляється у зменшенні як загальної чисельності мікроорганізмів, так і їх окремих груп [1], звуженні видового розмаїття, зниженні інтенсивності основних мікробіологічних процесів [1, 2]. Навпаки, невеликі концентрації важких металів стимулюють розвиток мікроорганізмів, що пояснюється ефектом Арнд-Шульца. Токсична дія важких металів на ґрунтові мікроорганізми залежить від ступеня токсичності, концентрації та активності важких металів у ґрунтового розчині, яка визначається формою хімічної сполуки.

Токсичний вплив важких металів на мікроорганізми ґрунту досліджували в мікропольовому досліді з моделюванням забруднення важкими металами, що відносяться до І-ІІ класів небезпеки – Cd, Pb та Zn, в дозі 5 ГДК (сильне забруднення). Чисельність та груповий склад мікробного угруповання вивчали загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методами на стандартних живильних середовищах: мікроскопічні гриби – на середовищі Чапека-Докса, бактерії, що засвоюють азот органічних сполук – на МПА, мінеральних сполук – на КАА, кислотоутворюючі бактерії – на КЮ, бактерії, які мобілізують важкорозчинні мінеральні сполуки фосфору – на середовищі Муромцева. Підготовка проб ґрунту до мікробіологічного аналізу проводилася за Д.Г. Звягінцевим.

Як показали результати проведеного мікробіологічного аналізу, наслідком забруднення важкими металами була зміна структури ґрунтового мікробіоценозу (табл. 1), а саме: зростала частка мікроскопічних грибів на тлі пригнічення чисельності кислотоутворюючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів та мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот. З іншого боку, відбувалося звуження видового розмаїття асоціацій ґрунтових мікроорганізмів і особливо грибів, тобто розвивалися толерантні до токсичної дії важких металів види. Така висока стійкість мікроскопічних грибів до забруднення важких металів, взятих у порогових кількостях, пояснюється, нейтралізуючим ефектом, викликаним виділенням органічних кислот у процесі життєдіяльності [4].

Відомо, що резистентність мікроорганізмів обумовлюється наступними типами їх взаємодії з важкими металами: обмеження поглинання катіонів важких металів із ґрунтового середовища клітинами мікроорганізмів, відновлення елементів (Hg, Se, тощо), відкладення важких металів у нетоксичній формі всередині клітини, метилювання важких металів [3]. Для асоціацій фосформобілізуючих, кислотоутворюючих та засвоюючих мінеральний азот бактерій виявлено загальну закономірність у зменшенні їх чисельності при забрудненні ґрунту нітратними солями важких металів. Навпаки,

чисельність бактерій, що засвоюють азот із органічних сполук, втім, як і обростання грудочок ґрунту *Azotobacter*, збільшувалася. Неоднозначна реакція ґрунтових грибів і актиноміцетів на забруднення важкими металами пояснюється, їх кількістю, що надійшла у ґрунт, хімічною природою самого металу і супутнім аніоном NO^{3-} (табл. 1).

Таблиця 1

Токсичний вплив важких металів на мікроорганізми ґрунту

Варіант	Бактерії на середовищі, млн/г ґрунту				Коефіцієнт мінералізації (КАА/МПА)	Гриби на середовищі Чапека, тис/г ґрунту	Актиноміцети на КАА, млн/г ґрунту	Обростання грудочок ґрунту азотобактером, %
	МПА	КАА	КЮ	Муромцева				
1	0,44	4,55	0,45	6,24	10,3	14,00	0,25	18
2	0,45	2,17	0,11	4,83	4,8	11,70	0,17	61
3	0,67	3,43	0,13	2,27	5,1	9,16	0,33	81
4	0,40	3,97	0,24	5,32	9,8	20,31	0,57	44

Примітка: 1 – контроль, без забруднення; 2 – забруднення Cd; 3 – забруднення Pb; 4 – забруднення Zn.

Вивчення чисельності бактерій, пов'язаних із трансформацією органічних азотовмісних сполук, показало, що вони за рахунок лабільності ферментних систем виявилися найбільш стійкими до токсичної дії важких металів серед бактерій. Так, їх кількість на забруднених варіантах збільшувалася в порівнянні з контролем на 2–52 %, залежно від токсиканту. Навпаки, активність бактерій, що засвоюють азот мінеральних сполук, знижувалася, що при високих значеннях чисельності бактерій, що трансформують азот органічних сполук, призводило до зменшення коефіцієнта мінералізації органічної речовини (відношення чисельності мікроорганізмів, що ростуть на КАА, до їх кількості на МПА у ґрунті забруднених (табл. 1). Описаний вище характер реакції-відповіді є результатом високої чутливості мікроорганізмів до стресової ситуації, викликаній забрудненням ґрунту важкими металами, що більш характерно для засвоюючих азот мінеральних сполук і кислотоутворюючих бактерій.

Підсумувавши вищевикладене, можна зробити такі висновки:

1. Токсична дія важких металів полягала в пригніченні чисельності ґрунтових мікроорганізмів та звуженні їх видового розмаїття за рахунок загибелі чутливих та одночасного розвитку стійких до цього стрес-фактору видів.

2. Серед усіх досліджуваних груп ґрунтових мікроорганізмів найбільш резистентними до токсичної дії важких металів через свої біологічні особливості виявилися мікроскопічні гриби.

Список використаних джерел:

1. Валагурова О.В., Козирицька В.Є., Піндрус А.А., Піляшенко-Новохатний А.І., Азімцева О.О. (2001). Вплив важких металів на ріст ґрунтових стрептоміцетів. *Мікробіологічний журнал*. Т. 63, №3. С. 30–37.

2. Іутинська Г.О., Петруша З.В. (1999). Резистентність ґрунтових мікроорганізмів до забруднення ґрунтів важкими металами. *Мікробіологічний журнал*. Т. 61, №5. С. 72–77.

3. Chu D. (2018). Effects of heavy metals on soil microbial community. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 113:012009 doi:10.1088/1755-1315/113/1/012009

4. Gadd G.M., Griffiths A.T. (1978) Microorganisms and heavy metal toxicity. *Microbiol. Ecology*. Vol. 4. P. 303–317.