

Мынбаева Б.Н., Канаев А.Т.

**ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПОЧВ ГОРОДА
АЛМАТЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ ВЫСОКИХ ДОЗ Pb**

B.N. Mynbaeva, A.T. Kanaev

**CHANGES IN COMPOSITION OF MICROBIAL COMMUNITIES
OF ALMATY'S SOILS IN INTRODUCING HIGH DOSES OF Pb**

УДК: 574.24

Модельные опыты позволили нам выявить экспериментальные или токсичные дозы ТМ, влияние которых оказалось положительным или отрицательным на представителей микрофлоры, в контролируемых условиях. В почвенных образцах (варианты - контроль, 2- и 4-кратное увеличение доз вносимых солей Pb) наблюдалось подавление роста у всех микроорганизмов, кроме представителей рода *Fusarium*. Увеличение количества КОЕ/г почвы представителей родов *Cytophaga* и *Fuzarium* характеризовало высокую степень токсичности почвенных образцов г. Алматы. Самыми устойчивыми микроорганизмами к Pb явились микромицеты, близким к ним оказался *Streptomyces*, шт. 4 (показатель LD₅₀ обнаружен только при максимальной дозе внесенного ТМ).

Ингибированию подверглись многие культуры дрожжей, актиномицетов и бактерий (для них выявлены летальные дозы Pb, равные 85,8 мг/кг, что превышало ПДК в 2,7 раза).

Model experiments have allowed us to identify experimental or toxic doses of HM, whose influence was positive or negative, on the representatives of the microflora, under controlled conditions. In the soil samples (options - control, 2 - and 4-fold increase in dose of salts introduced Pb) was observed suppression of growth of all microorganisms, except for members of the genus Fusarium. Increasing the number of CFU/g representatives of the soil genera Cytophaga and Fuzarium characterized a high degree of toxicity of soil samples of Almaty city. The most resistant microorganisms to Pb were micromycetes, close to him was Streptomyces, sp. 4 (figure LD₅₀ was found only at the highest dose introduced HM). Many cultures of yeast, actinomycetes and bacteria undergone by inhibition (they identified a lethal dose of Pb, equal to 85.8 mg/kg, which exceeded the MPC in 2,7 times). Inhibition undergone many cultures of yeast, actinomycetes and bacteria (they identified a lethal dose of Pb, equal to 85.8 mg / kg, which exceeded the MCL in 2,7 times).

По современным представлениям микробиологические последствия загрязнения почв ТМ определяются их воздействием на состав и функционирование почвенной биоты. Цель данной работы: проведение модельных экспериментов с внесением различных доз валовых форм ТМ в почвенные образцы для получения ответов на вопросы: какие металлы, обнаруженные в почвенных образцах г. Алматы, являются наиболее токсичными; какие серьезные изменения в микробной структуре почвенных ценозов они вызывают, какие организмы можно назвать чувствительными к ТМ, какие - устойчивыми и т.д.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились бактерии, дрожжи, актиномицеты и микроскопические грибы. Численность представителей почвенной микробиоты определяли по [1], высевам почвенной вытяжки образцов почв на селективные среды с различными дозами вносимых тяжелых металлов, и выражали в КОЕ (колониеобразующие единицы)/г абсолютно-сухой почвы. Численность бактерий определяли на мясопептонном агаре (МПА), актиномицетов - на крахмал-аммиачном агаре (КАА), целлюлозо-разлагающие бактерии - на среде Гетчинсона и микроскопические грибы - на среде Чапека с использованием определителей [2, 3]. Продолжительность культивирования для бактерий и дрожжей составляла 4-7 сут., для микромицетов и актиномицетов - 14 сут. Чувствительность или устойчивость микроорганизмов к ТМ оценивали по отсутствию или наличию их роста на соответствующих средах с почвенными образцами и определенной концентрацией ТМ, степень выраженности этих параметров - по количеству КОЕ микроорганизмов, их процентному содержанию и показателю LD₅₀ (50% гибель организмов).

Для оценки экотоксичности нами были выбраны следующие варианты модельных экспериментов с валовыми концентрациями тяжелых металлов: 50,3 мг Pb/кг почвенные урбанизированные образцы, (контроль), 100,6 мг/кг почвы Pb(CH₃COO)₂×7H₂O (2-кратное увел. конц., 3 ПДК), 201,2 мг/кг почвы Pb(CH₃COO)₂×7H₂O (4-кратное увел. конц., 6 ПДК) в расчете на абсолютно-сухую почву.

Результаты и их обсуждение

Как показали результаты проведенных модельных опытов, в почвенных образцах, содержащих Pb, подавление роста наблюдалось у всех микроорганизмов, кроме культуры *Fusarium*, однако степень чувствительности к этому металлу зависела от концентрации Pb.

При росте на почвенных образцах все микромицеты образовали колонии, но устойчивое повышение количества КОЕ при увеличении дозы вносимого Pb продемонстрировали грибы *Fusarium*, которых в незагрязненном почвенном образце было очень мало - т.е. культуру *Fusarium* можно считать устойчивой тест-культурой на присутствие Pb в почве, так как признаки подав-

ления ее роста отсутствовали при исследуемых концентрациях.

Другие типичные почвенные микроскопические грибы *Penicillium* и *Aspergillus* не проявили среднесмертельного показателя LD₅₀ даже при 4-кратном увеличении концентрации Pb (200 мг/кг или 6 ПДК) по сравнению с контролем, т.е. эти культуры проявили высокую устойчивость к данным дозам этого ТМ.

Динамика роста и развития дрожжевых культур показала, что количество колоний культур *Cryptococcus* и *Candida* в присутствии соединений Pb начинало резко падать: среднесмертельный показатель (LD₅₀) наблюдали при 2-кратном увеличении концентрации Pb, бицидная концентрация LD₁₀₀ Pb установлена для *Candida* при 2-кратном и для *Cryptococcus* при 4-кратном увеличении содержания ТМ в среде. Дрожжи *Sporobolomyces* и *Rhodotorula* проявили показатели LD₅₀ при 2-кратном и 4-кратном увеличении дозы вносимого Pb. Таким образом, наиболее чувствительными из дрожжей оказались представители рода *Candida*.

Более чувствительными к солям Pb оказались актиномицеты: рост культур *Streptomyces*, шт. 2 и *Streptomyces*, шт. 3 показали почти бицидный показатель (единичные колонии) на среде с 2-кратным увеличением дозы Pb в урбаноземах, т.е. снижение КОЕ с 60-70 до единичных совпадало с концентрациями Pb от 50 до 100 мг/кг почвы соответственно. Среднесмертельный показатель концентрации Pb LD₅₀ наблюдался для *Streptomyces*, шт. 1. Таким образом, *Streptomyces*, шт. 1 и 4 оказались наиболее устойчивыми к токсическому воздействию Pb, шт. 2 и 3 – чувствительными.

Динамика развития количества КОЕ спорообразующих бактерий *Bacillus* выявила показатель LD₅₀ при 2-кратном увеличении, при 4-кратном показана летальная доза Pb. Такие же показатели LD₅₀ и LD₁₀₀ мы наблюдали для культуры неспорообразующих бактерий *Pseudomonas*. В модельных почвенных образцах мы обнаружили большее количество колоний целлюлозоразлагающих бактерий из рода *Cytophaga* по сравнению с урбаноземами, поэтому их можно отнести к очень устойчивым культурам.

Увеличение количества КОЕ/г почвы представителей родов *Cytophaga* и *Fuzarium* характеризовало высокую степень токсичности почвенных образцов. Самыми устойчивыми микроорганизмами к Pb явились микромицеты, близким к

ним оказался *Streptomyces*, шт. 4 (показатель LD₅₀ обнаружен только при максимальной дозе внесенного ТМ).

Ингибированию подверглись многие культуры дрожжей, актиномицетов и бактерий (для них выявлены летальные дозы Pb, равные 85,8 мг/кг, что превышало ПДК в 2,7 раза), кроме *Cytophaga* и *Fuzarium*.

Таким образом, токсическое действие Pb слабо отразилось на почвенных культурах микроскопических грибов (*Penicillium*, *Aspergillus*) и культуре *Streptomyces*, шт. 4; более того, загрязненная Pb почва стимулировала рост и развитие микромицетов *Fusarium* и бактерий *Cytophaga*.

Доминирование разных групп микроорганизмов при различных концентрациях ТМ позволило нам разделить диапазон микробного сообщества на несколько участков - адаптивных зон: 1) зона гомеостаза или зона устойчивости микробного сообщества; 2) зона стресса, в которой происходят существенные изменения сообщества; 3) зона резистентности - резко сокращается состав сообщества, а доминантами становятся резистентные виды микроорганизмов. Величина зоны нами была определена как диапазон концентраций химических веществ, в пределах которых сохраняются выделенные уровни толерантности.

Изменения структуры микробиоты почвенных образцов при возрастании дозы вносимого Pb можно наглядно продемонстрировать на синэкологической диаграмме (рис. 1).

Мы наблюдали зону гомеостаза (устойчивости) для многих представителей микробного сообщества при низких (или минимальных) концентрациях Pb, их можно обозначить как контрольные. Структура микробного сообщества почвенных образцов г. Алматы начала разрушаться при концентрации Pb в пределах 50-100 мг/кг почвы (от 1,6 до 3 ПДК), в основном, резко упала численность бактериальных форм и некоторых штаммов актиномицетов. Максимальные изменения произошли при дозе 200 мг/кг (более чем в 6 раз выше ПДК), когда из микробного сообщества выпали сапротрофные спорообразующие *Bacillus* и неспорообразующие бактерии *Pseudomonas*, актиномицеты, дрожжи. При очень высоких концентрациях Pb в почвенных образцах остались следующие микроорганизмы: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fuzarium*, *Streptomyces*, шт. 4, *Cytophaga*, резистентные к загрязнению почвенных образцов токсичным Pb.

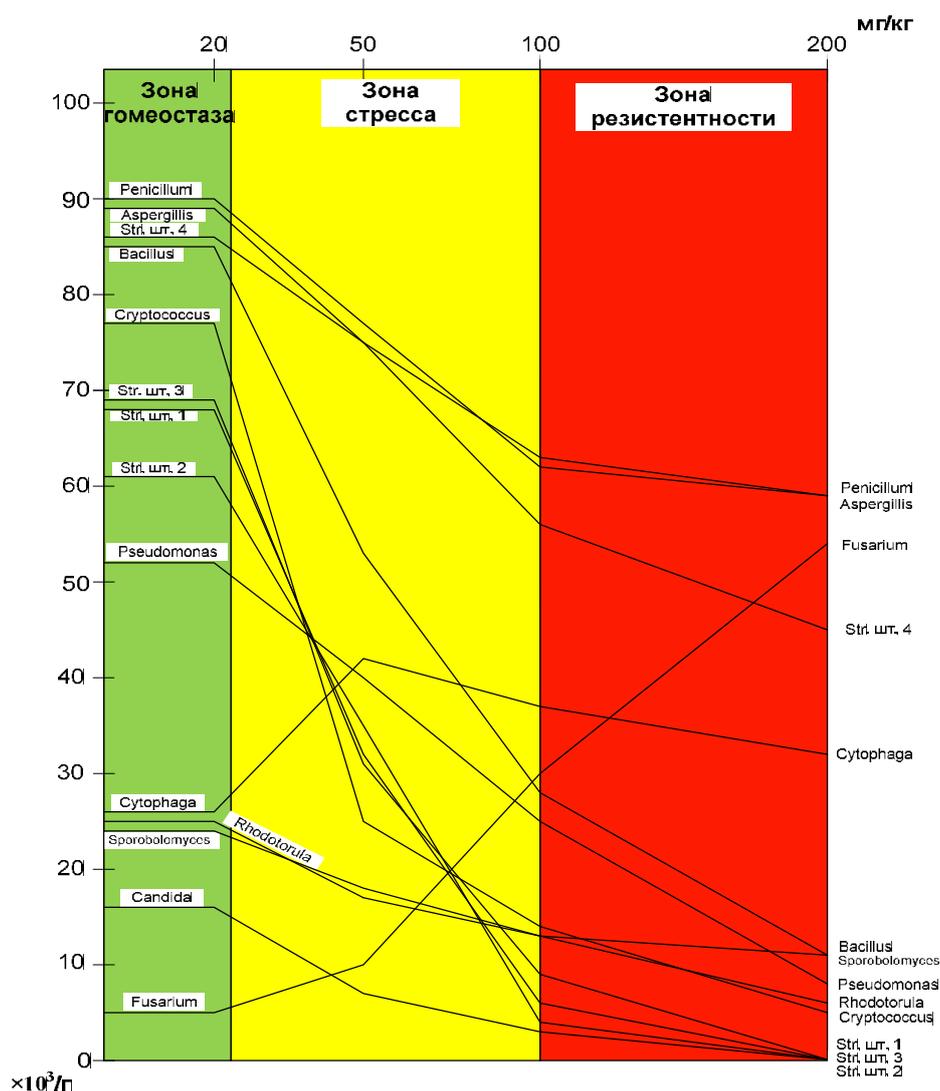


Рисунок 1 - Изменение структуры микробного сообщества при возрастающих концентрациях Pb в урбанизированных почвенных образцах (по оси ординат - численность микроорганизмов, тыс./г)

Таким образом, величина зон стресса и резистентности явилась важным показателем, количественно отражающим степень устойчивости почвенной микробиоты к Pb: контрольная почва характеризовалась максимумом устойчивости, урбаноземы - минимумом.

Литература:

1. Методы почвенной микробиологии и биохимии //Под ред. Д.Г. Звягинцева. - М.: Изд-во МГУ, 1991. - 303 с.
2. Краткий определитель бактерий Берги //Под редакцией Хоуег Дж. - М., Мир. - 1980. - 495 с.
3. Гаузе Г.Ф., Преображенская Т.П., Свешникова М.А. и др. Определитель актиномицетов. Роды Streptomyces, Streptovorticillium, Chainia. - М. - 1983. - 248 с.

Рецензент: д.биол.н., профессор Мурсалиев А.М.