

Ильбулова Г.Р., Семенова И.Н.

ГОУ ВПО Сибайский институт (филиал) «Башкирский государственный университет», г. Сибай

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

С использованием метода мультисубстратного тестирования охарактеризованы микробные сообщества, подверженные воздействию со стороны горно-обогатительных комбинатов. Установлено, что параметры функционального биоразнообразия уменьшаются по мере приближения к источнику загрязнения.

Ключевые слова: микробные сообщества, биоразнообразиие, почва, токсиканты.

Биологическая активность почв определяется, во многом, жизнедеятельностью населяющих их микроорганизмов. Традиционные методы биологического мониторинга обычно связаны с выявлением структурных изменений микробного сообщества, включая поиск индикаторных популяций и анализ динамики численности отдельных представителей сообщества. Такой подход используется, в частности, при мониторинге микробных сообществ почвенных экосистем, подверженных техногенному загрязнению. Однако в этом случае не выявляются функциональные изменения микробного сообщества в целом, а сами методы анализа, связанные с выделением и определением чистых культур и количественными учетами, весьма трудоемки и далеко не всегда приемлемы с точки зрения воспроизводимости, чувствительности и экспрессности. Между тем именно функциональные характеристики определяют степень устойчивости микробного комплекса к такому загрязнению [1].

Перспективным методом решения этой задачи представляется методом мультисубстратного тестирования (МСТ) с индикацией интенсивности потребления микроорганизмами различных источников углерода по изменению окраски соли тетразолия, который был предло-

жен и модифицирован для изучения почвенных микробных сообществ в системе «Эколог» М.В. Горленко и П.А. Кожевиным в 1994 году [2]. Суть данного метода состоит в одновременном контроле за интенсивностью потребления сообществом 47 моносубстратов путем инкубации образца в планшете для иммунологических тестов, каждая ячейка которой содержит единственный источник углерода, набор минеральных солей и индикатор дыхательной активности. Измерение оптической плотности ячеек такой планшеты после инкубации дает многомерные спектры потребления субстратов. Они являются своеобразным «отпечатком пальца» сообщества и незаменимы в задачах идентификации и контроля над нарушениями.

Объектами исследования послужили образцы почв, отобранные на пробных площадках, расположенных на различном расстоянии от Сибайской обогатительной фабрики (СОФ), входящей в состав Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината. Пробные площадки закладывались методом трансект по розе ветров на расстоянии 0,5, 5 и 10 км в восточном и на расстоянии 5, 10 и 15 км в юго-восточном и северо-восточном направлениях соответственно от СОФ, который был принят за источник загрязнения (ИЗ).

Таблица. Общая характеристика спектров потребления субстратов

Пробные площадки		Количество окрашенных ячеек, N	Интенсивность окрашенности ячеек, W	Индекс Пиелу-выравненность, E	Индекс Шеннона, H
Направление	Расстояние от ИЗ, км				
Восток	0,5	35	1202,457	0,923	5,121
	5	42	1373,911	0,968	5,376
	10	44	1459,875	0,981	5,448
Юго-восток	5	41	1332,22	0,964	5,355
	10	41	1383,439	0,991	5,504
	15	46	1342,62	0,994	5,519
Северо-восток	5	46	1694,239	0,995	5,522
	10	47	1599,606	0,999	5,545
	15	47	1677,128	1,000	5,551

В результате использования МСТ нами были получены функциональные портреты микробных комплексов почвенных образцов. Обработка результатов МСТ проводилась в несколько этапов – от простого к сложному. На начальной стадии оценивалось количество используемых субстратов и интенсивность их потребления. Рассматривая спектр потребления субстратов (СПС) как текст, нами были оценены параметры функционального биразнообразия такие как индекс Шеннона Н и индекс Пиелу – выровненности Е.

Под функциональным биразнообразием в случае МСТ подразумевается разнообразие реализованной в местообитании функционально значимой генетической информации в виде динамической ферментативной активности микроорганизмов, регистрируемой по СПС. Система «Эколог» позволяет определить некоторые информационные индексы, характеризующие биоразнообразие (более 30 параметров функционального биоразнообразия), в частности энтропийные индексы – индекс Шеннона-Виннера Н и индекс Пиелу – выровненность Е, заимствованные из теории информации [3]:

$$H = -\sum (n_i / N) \lg(n_i / N),$$

где n_i – численность или биомасса i-го вида в сообществе N – суммарная численность или биомасса сообщества.

Параметр Н есть оценка разнообразного дискретного распределения или энтропия. В дискретных распределениях энтропия максимальна, когда все классы или типы объектов равновероятны. Выровненность Е – это отношение энтропии системы Н к максимальной энтропии H_{max} . Выровненность тем меньше, чем более выражено доминирование какого-либо одного класса [3].

Результаты исследования показывают, что наименьшее количество окрашенных ячеек и интенсивность окрашенности соответствуют образцу почвы, отобранному на расстоянии 0,5 км от СОФ, которые по мере удаления от него возрастают (см. табл.).

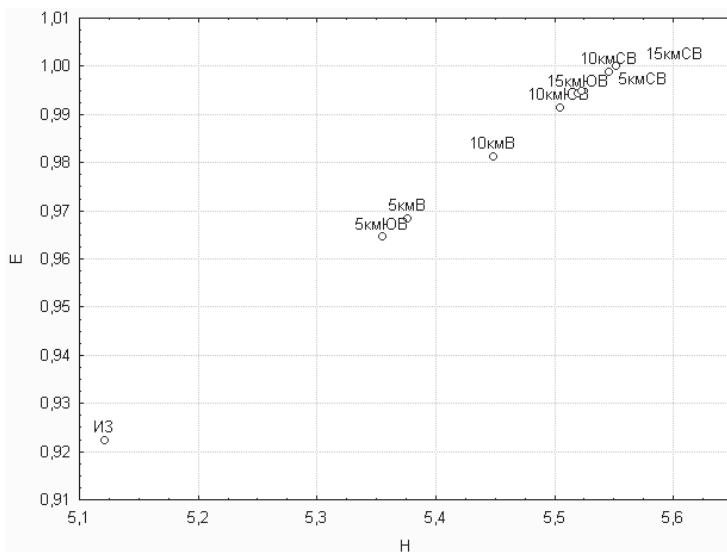


Рисунок. Динамика показателей биоразнообразия и выровненности системы в зоне воздействия СФ УГОК

На рисунке представлено динамика изменения показателей биоразнообразия и выровненности микробных сообществ в зоне воздействия СФ УГОК.

Из рисунка видно, что наименьшая выровненность и биоразнообразие вновь соответствуют образцу почве, отобранному на расстоянии 0,5 км от СОФ. В образцах почв, отобранных на расстоянии 5 км в восточном и юго-восточном направлениях происходит некоторое увеличение параметров выровненности и биоразнообразия. Наибольшие показатели этих параметров характерны точкам, находящимся на расстоянии 10 км в восточном и всем точкам северо-восточного направлений. По-видимому, в этом направлении содержание токсикантов не оказывает сильного негативного действия на естественное микробное сообщество. Следовательно, микробные сообщества, находящиеся в различных направлениях и на разном расстоянии от ИЗ функционально различны.

Таким образом, исследованный нами комбинат выступает загрязнителем почвенного покрова, подавляя параметры биоразнообразия. Микробные сообщества образцов почв, взятые непосредственно у источников загрязнения, подвержены техногенной нагрузке, и в которой практически подавлен рост и развитие каких-либо микроорганизмов.

Список использованной литературы:

1. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1989. – 175 с.
2. Горленко М.В., Кожевин П.А. Дифференциация почвенных микробных сообществ с помощью мультисубстратного тестирования // Микробиология. Т.63. Вып.2. 1994. с.289-293.
3. Горленко М.В., Кожевин П.А. Мультисубстратное тестирование природных микробных сообществ // М.: МАКС Пресс, 2005. – 88 с.