

БИОЛОГИЯ

УДК 634.948:581.5

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПОЧВАХ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА И ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

А. Г. Борисова

В статье представлены результаты изучения накопления минеральных форм азота и микробиологической активности бактерий рода *Azotobacter* в почвах экологически контрастных территорий.

В современных условиях природная среда подвержена комбинированному техногенному загрязнению. Основной депонирующей средой для потока техногенных загрязнителей является почвенный покров. Накопление в почве токсикантов и продуктов их взаимодействия с минеральными и органическими компонентами приводит к изменению активности микробиологической трансформации веществ в почве. В результате подобных изменений почва сама может стать средой, токсичной для роста и развития растений, источником загрязнения промышленными выбросами и продуктами их взаимодействия с другими компонентами биосферы, в первую очередь с биотой, поверхностными и грунтовыми водами, атмосферным воздухом [1].

Целью нашего исследования было изучение активности бактерий рода *Azotobacter* в условиях г. Самары, Жигулевского государственного заповедника и садового участка в п. Алексеевка.

Условия и методы исследования

Исследования проводились на территориях г. Самары, Самарской Луки, Жигулевского государственного заповедника и частного сектора п. Алексеевка. Для проведения полевых работ на выбранных территориях были заложены 9 пробных площадей, существенно различающихся по генезису почв и степени техногенного пресса (табл. 1).

В качестве объекта исследования служили почвы из верхнего гумусового горизонта (0–5 см). Почвенные образцы для лабораторных исследований отбирали методом конверта из прикопок. В городе Самаре и в п. Алексеевка изначально залегали черноземы выщелоченные, темно-серые лесные и аллювиальные дерновые насыщенные почвы, но в процессе развития селитебных и промышленных зон естественные почвы трансформировались и в настоящее время представлены урбаноземами. В условиях Жигулевского заповедника сформированы дерново-карбонатные и темно-серые лесные почвы [2].

В лабораторных условиях проводилась подготовка почвенных образцов к анализам. Содержание гумуса определяли по методу Тюрина в модификации Никитина [3], нитратов – по методу Гранваль–Ляжу [3], нитритов – с использованием реактива Грисса [4], аммиачного азота – с реактивом Несслера [5], измерения проводили на фотоколориметре «КФК-2». Для культивирования и количественного учета азотобактера использовали безазотистую питательную среду Эшби, опыты повторяли дважды: осенью и весной. Активность азотобактера определяли по методу почвенных комочков [6]. Кроме степени обрастания почвенных комочков колониями азотобактера (в %) измеряли пигментацию и диаметр колоний в миллиметрах на седьмой день инкубации колоний. Абсолютная величина диаметра колоний является показателем активности азотобактера: низкое значение диаметра соответствует низкой активности бактерий. Пигментированность

© Борисова Анна Геннадьевна
(fbbf123@mail.ru),

студент IV курса биологического факультета
Самарского государственного университета,
443011, Россия, г. Самара, ул. Академика Павлова, 1.

Таблица 1

Изучаемые пробные площади и их сокращенные названия

№	Пробная площадь	Сокращенное название
1	Ширяевское шоссе близ села Солнечная Поляна, 85-й квартал Жигулевского государственного заповедника им. И. И. Спрыгина	Ш. шоссе
2	Село Бахилова Поляна, 20-й квартал Жигулевского государственного заповедника им. И. И. Спрыгина	ЖГЗ
3	Поселок Алексеевка, улица Цветочная, дом 4	Сад
4	Распределительное кольцо на пересечении Московского шоссе и улицы Авроры	М. кольцо
5	Распределительное кольцо на пересечении Зубчаниновского шоссе и улицы Магистральной	З. кольцо
6	Днепровский проезд на пересечении с улицей Литвинова	Ж. Д. проезд
7	Аллея близ завода «Металлург»	Аллея
8	Трамвайное кольцо на остановке «Постников овраг»	Тр. кольцо
9	Загородный парк, спуск к Волге	Парк

колоний соответствует адаптации бактерий к окружающей среде [1].

Статистическую обработку первичных цифровых данных осуществляли общепринятыми методами с помощью пакета прикладных программ «Excel 2007». Для выявления и оценки связи между изучаемыми параметрами использовали корреляционный анализ [7].

Результаты и их обсуждение

Содержание гумуса в изучаемых почвах варьировало от 2,8 до 8,6 %, при этом максимальные показатели гумусированности имеют почвы Жигулевского государственного заповедника у села Бахилова Поляна и трамвайного кольца в Постниковом овраге (г. Самара). Во втором случае, вероятно, это связано с поступлением техногенного углерода, загрязнением почв смазочными материалами городских трамваев. Минимальные значения содержания гумуса обнаружены в почвах Жигулевского заповедника в районе Ширяевского шоссе, а также в садовых почвах (п. Алексеевка) и возле Железнодорожного проезда.

В табл. 2 представлены данные о содержании аммонийных, нитратных и нит-

ритных форм азота в почвах изучаемых пробных площадей. Валовое содержание всех анализируемых минеральных форм азота отображает следующий ряд по увеличению данных: парк < Ж. Д. проезд < Аллея < Ш. шоссе < Тр. кольцо < З. кольцо < Сад < М. кольцо < ЖГЗ. Особенностью накопления минеральных форм азота является уменьшение концентрации одной из них при соответствующем возрастании концентрации другой. Это особенно значимо проявилось для пробных площадей на садовом участке (п. Алексеевка), возле завода «Металлург» и в Загородном парке.

Таким образом, почвы Жигулевского государственного заповедника характеризуются наибольшим содержанием нитратных, нитритных и аммонийных форм азота, что, возможно, связано с активным почвообразовательным процессом на его территории. Низкие показатели, обнаруженные в почвах придорожных зон, объясняются их общей техногенной деградацией и миграцией растворимых компонентов почв из зоны поступления в зоны аккумуляции, чему способствует рельеф местности.

Основная роль в круговороте азота в почвах принадлежит микроорганизмам, к которым относятся и бактерии рода *Azotobacter*. Активность азотобактера в самом общем виде можно оценивать по степени обрастания комочков почвы и диаметру колоний [6]. Полученные результаты представлены на рис. 1. Анализ степени обрастания комочков почвы показал, что наименьшую активность проявил азотобактер из почв Жигулевского государственного заповедника, что, возможно, связано с активной деятельностью конкурирующих форм бактерий или особенностями экологических условий на данной территории.

Наибольшая же активность азотобактера характерна для почв Ширяевского шоссе, садового участка в п. Алексеевка и Железнодорожного переезда (100 %). Для почв

остальных пробных площадей показатель обрастания комочков почвы также достаточно высок (95–99 %), что свидетельствует о благоприятных условиях для жизнедеятельности азотобактера.

На рис. 2 показана активность азотобактера, оцениваемая по диаметру колоний. Анализ этих показателей позволил для каждого варианта выделить три группы показателей диаметра колоний. Первая группа показывает отсутствие нарастания колоний и, следовательно, активности азотобактера. Вторая группа имеет ослабленную активность азотобактера и малый диаметр колоний (от 0,1 до 1,0 мм). Наибольшую активность азотобактера с максимальным диаметром колоний (1,1–6,0 мм) показывает третья группа.

Таблица 2

**Среднее содержание минеральных форм азота
в почвах изучаемых пробных площадей, мг/кг почвы**

Пробные площади	Нитриты	Нитраты	Соли аммония
Ш. шоссе	0,23	11,21	2,41
ЖГЗ	0,72	21,11	3,17
Сад	0,68	22,46	0,53
М. кольцо	0,68	22,69	0,49
З. кольцо	0,89	20,72	1,23
Ж.Д. переезд	0,40	10,73	0,66
Аллея	2,00	10,19	1,19
Тр. кольцо	1,93	12,41	3,64
Парк	0,76	5,71	3,72

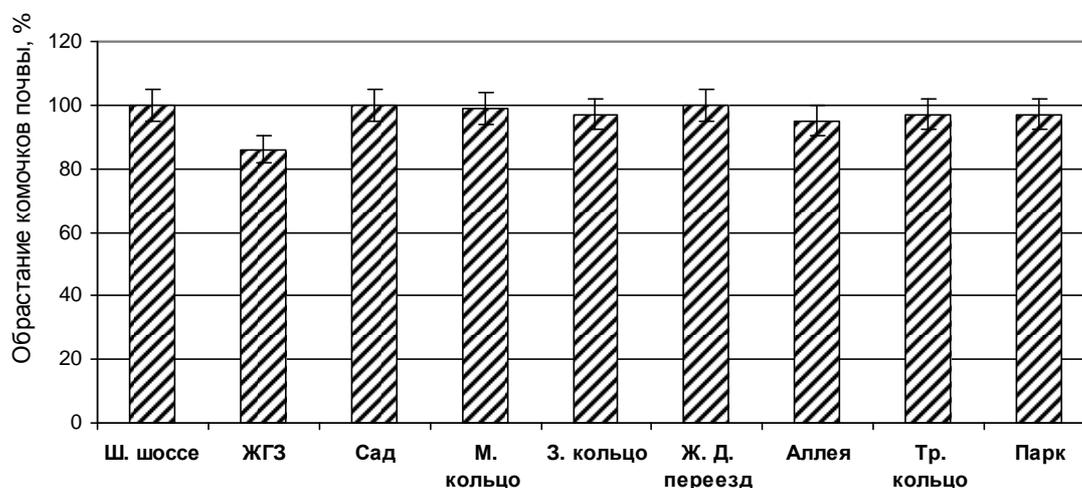


Рис. 1. Относительная активность азотобактера в почвах изучаемых пробных площадей, оцениваемая по интенсивности обрастания почвенных комочков

С этих позиций максимальная активность азотобактера была выявлена в почве Ширяевского шоссе, для которой установлено максимальное количество крупных колоний и очень малое – мелких со 100 %-ным обрастанием почвенных комочков. Достаточно высокий уровень активности азотобактера выявлен в почве зоны влияния Днепровского проезда, для которой характерно относительно большое количество крупных колоний и отсутствие комочков почвы с неактивным азотобактером. Высокий уровень активности азотобактера имеют почвы, прилегающие к распределительным транспортным кольцам на территории г. Самары и трамвайного кольца, что, скорее всего, связано с высокой адаптивностью колоний к техногенным условиям. Средний уровень активности азотобактера установлен для почв Загородного парка, минимум его активности выявлен в почве пробной площади у с. Бахилова Поляна, что может свидетельствовать о естественной экосистемной устойчивости и сформированности данной территории, для почв которой характерен определенный микробиологический баланс, где азотобактер не является ведущим. Для этой пробной площади выявлено максимальное значение мелких колоний, а также заметная доля комочков с отсутствием активности азотобактера.

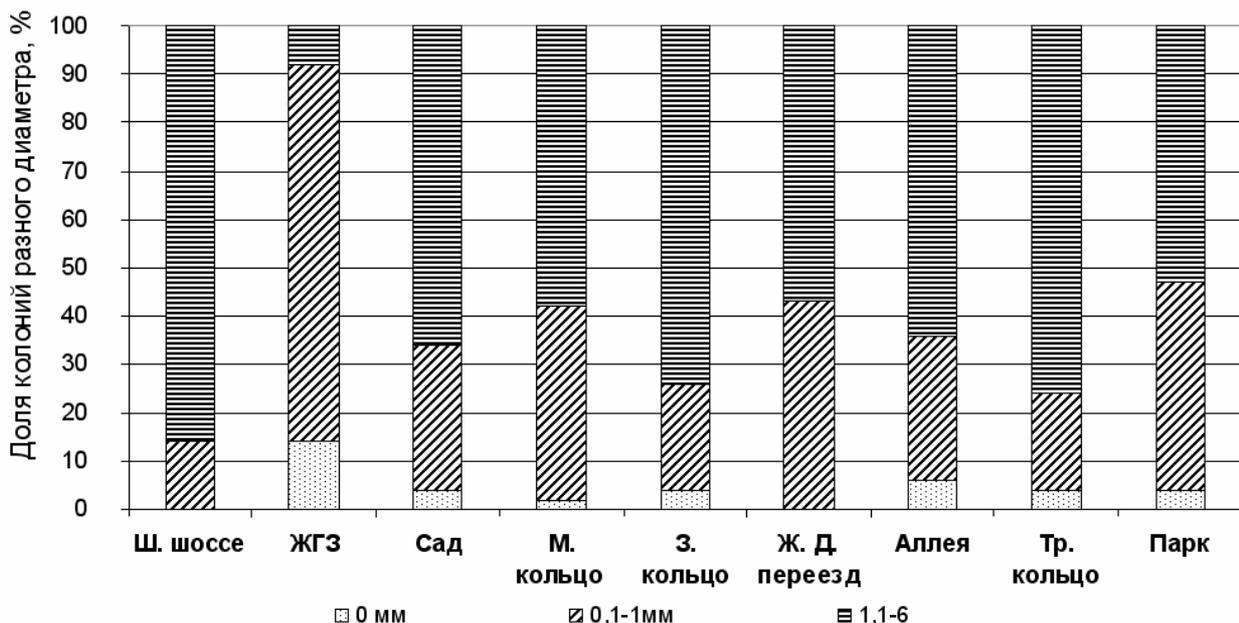


Рис. 2. Активность азотобактера в почвах изучаемых пробных площадей, оцениваемая по диаметру образуемых ими колоний

Визуальный анализ колоний азотобактера выявил разную интенсивность их окраски – от бесцветных до темно-бурых (рис. 3), что может свидетельствовать об адапционных процессах в популяциях азотобактера из разных функциональных зон города и прилегающих к нему территорий [1].

Таким образом, исследование состояния азотобактера в почвах, испытывающих различное антропогенное воздействие, обнаружило различие в уровне его защитной реакции, о чем свидетельствует разная интенсивность пигментации колоний и изменения в характере их роста. Вероятно, в почвах близ Металлургического завода азотобактер находится в «стрессовом» состоянии, что проявляется в повышенном росте колоний и максимальном числе пигментированных колоний. Напротив, в почвах Жигулевского государственного заповедника все колонии были бесцветными.

Заключение

Сравнительный анализ полученных данных и оценка коррелятивных взаимодействий между изучаемыми параметрами показали, что активность азотобактера отрицательно коррелирует с содержанием гумуса ($r = -0,46$), а также с содержанием нитратов и нитритов ($r = -0,73$ и $-0,25$ соответственно).

Положительная корреляция средней и высокой степени выявлена между минеральными формами азота и гумусом ($r = 0,58-0,73$).

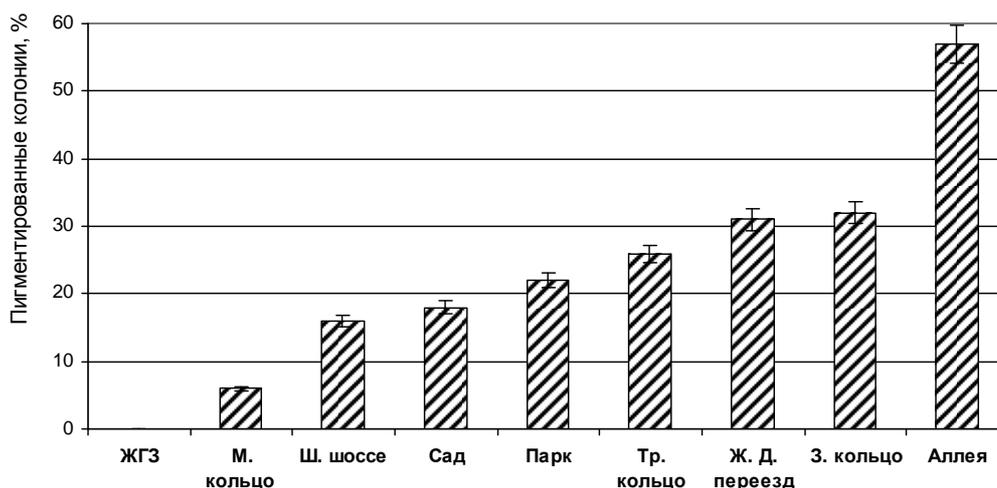


Рис. 3. Адаптивность азотобактера в почвах изучаемых пробных площадей, оцениваемая по количеству пигментированных колоний

Степень проявления активности азотобактера, очевидно, связана с целым комплексом природных и техногенных факторов. В целом антропогенное воздействие на почвы нарушает устойчивость экосистем, стимулируя этим повышенную активность азотобактера, проявляющуюся его переходом к азотфиксации.

Литература

1. Морозова Н. А. Активность *Azotobacter* в почвенном покрове рекреационных и промышленных зон г. Самары // Экологический сборник 3: труды молодых ученых Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 153–156.

2. Почвенная карта Куйбышевской области. Масштаб 1:300 000. М.: ГУГК, 1988.

3. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 1989. 214 с.

4. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

5. Кавеленова Л. М. Лабораторные работы большого спецпрактикума. Самара: Самарский университет, 2001. 50 с.

6. Овчинникова Т. А., Панкратов Т. А. Методы экологии почвенных микроорганизмов. Самара: Самарский университет, 2009. 62 с.

7. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1995. 320 с.

Статья поступила в редакцию 1.04.2013 г.