

АНАЛИЗ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ УРЮПИНСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Гаврилов, магистрант

П.С. Горбова, магистрант

Волгоградский государственный университет

(Россия, г. Волгоград)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-10-1-9-14

Аннотация. Локальное загрязнение почвенного покрова является актуальной экологической проблемой. Поллютанты в зонах активного техногенеза осаждаются в почву в районах выброса, а также переносятся транслокально и оказывают воздействие на видовой состав почвенной микробиоты. Микроорганизмы являются основными деструкторами органики в почве – незаменимыми, но достаточно уязвимыми элементами экосистемной устойчивости. В статье представлены результаты микробиологического исследования почвенных микроорганизмов черноземных почв, находящихся в зонах с различным уровнем антропогенной нагрузки. Проведен сравнительный анализ почвенной микробиоты территории Урюпинского маслоэкстракционного завода и естественного участка степной зоны. Представлена качественная реакция разложения микроорганизмами целлюлозы в текстильных полотнах. Подсчитано общее микробное число, проведена микроскопия бактериальных клеток. Результаты исследования показали, что активность микробиоты почв маслоэкстракционного завода по сравнению с участком целинной степи подавлена.

Ключевые слова: урбоэкология, почвенный мониторинг, биомониторинг, деградация почв, почвенная микробиота.

Один из важнейших элементов поддержания почвенного плодородия, обеспечения круговорота веществ и геохимической миграции элементов – активность почвенной микробиоты. Почвенные микроорганизмы участвуют в выветривании горных пород, синтезе и разложении гумусовых веществ, ризосферных процессах, ассимиляции загрязнений, поступающих в почву. Вместе с тем почвенная микробиота способна биоаккумулировать поллютанты, в частности тяжелые металлы, и способствовать их дальнейшей миграции по трофической сети [1].

Зональность почв Волгоградской области прослеживается с северо-запада на юго-восток. Выделяются черноземы, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы с подтипами. Физические свойства черноземов обыкновенных характеризуются достаточной водо- и воздухопроницаемостью и высоко влагоемкостью гумусового горизонта. Процентное содержание гумуса 6-9%. Для гумуса чер-

ноземных почв характерно преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. Черноземы обыкновенные формируются под разнотравно-типчаково-ковыльными сообществами. Гумусовый горизонт имеет мощность 30-40 см [2]. Для черноземов характерна нейтральная реакция верхних горизонтов (рН 7,0-7,5) [3].

Почвы Волгоградского региона подвергаются сильному антропогенному воздействию (особенно слой 5-10 см) за счет деятельности крупных производственных предприятий и высокой транспортной нагрузки. Антропогенно трансформированные почвы содержат мало микро- и макроэлементов, что отражается на росте колоний почвенных микроорганизмов [4]. Аккумуляция тяжелых металлов блокирует дыхание микроорганизмов, что приводит к их гибели, влекущей потерю почвенного плодородия, упрощение фитоценозов и разрушение сложившейся биологической структуры ландшафтов [5].

Целью работы является изучение влияния деятельности маслоэкстракционного завода на жизнедеятельность почвенных микробных сообществ. Для исследования были выбраны два участка: площадка на территории маслоэкстракционного завода (зона активного техногенеза) и степной ценоз Урюпинского района Волгоградской области (эталонный участок).

Участок № 1 – территория Урюпинского маслоэкстракционного завода. Из-за обилия строительного мусора и отсыпки территории щебнем мелкой фракции представители флоры отсутствуют. Почва представлена урбостратоземом. Почва сухая, перемешана со строительным мусором. Антропогенное воздействие оказывает маслоэкстракционный завод и объекты его инфраструктуры, а также близлежащая железная дорога. Транспортная нагрузка значительная, условия для произрастания растений неблагоприятные.

Участок № 2 – степной участок в Урюпинском районе Волгоградской области. Величина пробной площади составила 10 м². Для исследуемого участка характерно степное разнотравье и большое разнообразие видов. У данного фитоценоза имеется один доминант – это ковыль узколистный и три субдоминанта (тимофеевка степная, шалфей остепненный, подмаренник желтый). Условия произрастания растений благоприятные. Следы некроза отсутствуют. Почвы представлены черноземом обыкновенным. Рельеф равнинный. Почва смоляного черного цвета, липкая и увлажненная, при сжатии в руке выступает влага. При подбрасывании в высушенном состоянии распадается на комковатые глыбы от 1 до 3 см. Антропогенная нагрузка на исследуемую территорию минимальная, основную часть составляют агротехнические мероприятия, применяемые к сельскохозяйственным полям, которые находятся на расстоянии 100 м. от исследуемой площади.

В ходе первого этапа исследования на участках были сделаны 3 прикопки на расстоянии 1 м. На глубине 10, 20 и 30 см были размещены заготовки с льняными полотнами (кусочки льняной ткани размером

4x4 см, прикрепленные к пластинам из стеклопластика). Вес льняных полотен в начале эксперимента составлял $\approx 0,3234$ г. Одновременно с закладкой льняных полотен были взяты образцы почвы для микробиологического исследования. Спустя месяц льняные полотна были изъяты из почвы и взвешены. Взятые почвенные пробы весом 1 грамм помещались в стерильную лабораторную посуду и доставлялись в лабораторию для дальнейшего исследования. Хранение образцов допускалось на срок не более 24 часов при значениях температуры воздуха 4-5 °С.

В ходе второго этапа исследования производилась инкубация почвенных микроорганизмов. Для исследования почвенных образцов применялся метод посева на твердые питательные среды. Для количественного описания почвенных микроорганизмов применялись следующие среды: почвенный агар (ПА), мясопептонный агар (МПА) и среда Чапека (СЧ). Почва для посева взвешивалась из расчета 1 грамм на 100 мм стерильной воды, после чего взбалтывалась в течении 5 минут на лабораторном шейкере (ПЭ-6500 компании Экрос-аналитика). Затем производилась раститровка и посев на плотные питательные среды. Для посева использовалась суспензия разведения 10⁷ степени. Данное разведение было выбрано для недопущения сливного роста бактериальных колоний. Инкубация посевного материала производилась при комнатных температуре 22-25°C. Затем проводили подсчет выросших колоний, общего микробного числа и микроскопию. Готовился фиксированный мазок, который окрашивался методом Грама. Описание бактериальных клеток производилось при помощи лабораторного бинокулярного микроскопа (ЛОМО компании Микмед-5) под иммерсионным маслом объективом при увеличении в 1500 раз [6-8].

Степень активности почвенной микробиоты в почве степного участка можно увидеть по изменению веса льняных полотен в начале и в конце эксперимента (табл. 1), а также по общему микробному числу (табл. 2).

Таблица 1. Изменение веса льняных полотен в почвах степного участка Урюпинского района Волгоградской области

Глубина	Вес полотна по завершение эксперимента, г		
	Точка №1	Точка №2	Точка №3
10 см	0,2136	0,2286	0,1881
20 см	0,1743	0,1651	0,1476
30 см	0,1745	0,1134	0,0089
Глубина	Изменение веса полотна по завершению эксперимента, г		
	Точка №1	Точка №2	Точка №3
10 см	0,1061	0,0935	0,1340
20 см	0,1478	0,1570	0,1745
30 см	0,1476	0,2087	0,3132

Результаты эксперимента, представленные в таблице 1, говорят о том, уровни распределения активности почвенных микроорганизмов выявляют классическую картину для степной зоны при отсутствии антропогенного воздействия. Микроорга-

низмы черноземной степи имеют высокую активность. При закладке льняного полотна на глубину 30 см его вес составлял $\approx 0,3221$ г, а поле изъятия $0,0089$ г. Изменение веса составило $0,3132$ г.

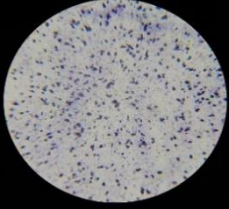

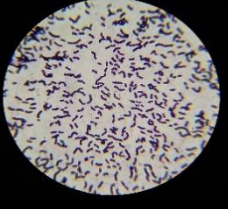
Таблица 2. Общее микробное число почв степного участка Урюпинского района Волгоградской области

Питательная среда	Почвенный агар	Мясопептонный агар	Среда Чапека
Общее микробное число	$10^7 15$ млрд.	$10^7 510$ млн.	$10^7 30$ млн.
	$10^8 420$ млрд.	$10^8 3,9$ млрд.	$10^8 600$ млн.
	$10^9 5,3$ трлн.	$10^9 960$ млрд.	$10^9 42$ млрд.

Общее микробное число, исходя из представленных данных в таблице 2, достаточно велико. Это обусловлено большим количеством естественного растительного опада и отсутствием антропогенного воздействия тяжелых металлов. Микроорганизмы в степной зоне обитают в комфортных природных условиях. Микро-

биота на степном участке предпочитает слабощелочную среду, так как рост микроорганизмов на среде Чапека не велик. Этот факт делает черноземы обыкновенные схожими со светло-каштановыми почвами. Культуральное и морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 3.

Таблица 3. Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах степного участка Урюпинского района Волгоградской области

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁸	Мясопептонный агар 10 ⁹	Среда Чапека 10 ⁹
Величина	Карликовые	8 мм	8 мм
Форма	Округлая	Округлая	Округлая
Край колонии	Ровный	Ровный	Ровный
Профиль	Плоский	Выпуклый	Выпуклый
Цвет	Бесцветная	Мутно-молочный	Молочный
Прозрачность	Пропускает свет	Пропускает свет	Пропускает свет
Консистенция	Маслянистая	Вязкая	Ломкая
Блеск	Блестящий	Блестящий	Блестящий
Структура	Однородная	Однородная	Однородная
Поверхность	Гладкая	Гладкая	Гладкая
Морфологические свойства бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Кокковидные палочки, образуют цепи, гр+	Палочки разной длины, образуют короткие цепи, с одной стороны закругленные с другой квадратные, гр-	Толстые короткие палочки с закругленными концами, гр-, образуют короткие цепи
Фотография микроорганизмов			

Культуральные и морфологические свойства выделенных микроорганизмов разнообразны. Все микроорганизмы различаются по морфологическому строению. Среди бактерий преобладают грамотрицательные палочки, но присутствуют и грамположительные палочки. Черноземные степи в отличие от светлорусских имеют большее видовое разнообразие почвенных микроорганизмов. Нельзя не заметить, что черноземы обла-

дают богатым составом макро- и микроэлементов и необходимым количеством влаги для нормальной жизнедеятельности почвенной микробиоты.

Степень активности почвенной микробиоты в почве территории маслоэкстракционного завода можно увидеть по изменению веса льняных полотен в начале и в конце эксперимента (табл. 4), а также по общему микробному числу (табл. 5).

Таблица 4. Изменение веса льняных полотен в почвах на территории Урюпинского маслоэкстракционного завода

Глубина	Вес полотна по завершение эксперимента, г		
	Точка №1	Точка №2	Точка №3
10 см	0,1504	0,0638	0,1052
20 см	0,1781	0,1493	0,1382
30 см	0,0777	0,1261	0,1367
Глубина	Изменение веса полотна по завершению эксперимента, г		
	Точка №1	Точка №2	Точка №3
10 см	0,1717	0,2583	0,2169
20 см	0,1440	0,1728	0,1839
30 см	0,2444	0,1960	0,1854

Степень разложения целлюлозы почвенными микроорганизмами достаточно высока. Особенностью активности почвенных микроорганизмов в данной почве является неравномерное разложение льня-

ных полотен. Подобные результаты говорят о том, в почве имеются загрязнители, которые ранжируют размещение микроорганизмов в почвенном покрове.

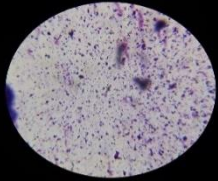
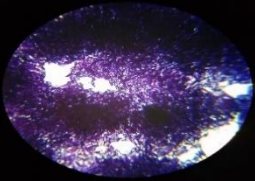
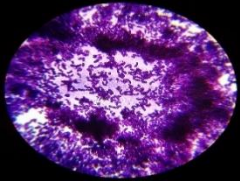
Таблица 5. Общее микробное число почв на территории Урюпинского маслоэкстракционного завода

Питательная среда	Почвенный агар	Мясопептонный агар	Среда Чапека
Общее микробное число	10 ⁷ 1,2 млрд. 10 ⁸ 99 млрд. 10 ⁹ 7,5 трлн.	10 ⁷ 120 млн. 10 ⁸ 5,4 млрд. 10 ⁹ 369 млрд.	10 ⁷ Нет роста. 10 ⁸ 300 млн. 10 ⁹ 15 млрд.

ОМЧ почв на прилегающей территории Урюпинского маслоэкстракционного завода меньше, чем у почв с минимальной антропогенной нагрузкой. Культуральное и

морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 6.

Таблица 6. Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах на территории Урюпинского маслоэкстракционного завода

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁹	Мясопептонный агар 10 ⁹	Среда Чапека 10 ⁸
Величина	Карликовые	1 см	1 см
Форма	Округлая	Неправильная	Округлая
Край колонии	Лопастной	Ветвистый	Ровный
Профиль	Плоский	Плоский	Плоский
Цвет	Бесцветная	Мутно-молочный	Желтый
Прозрачность	Пропускает свет	Пропускает свет	Пропускает свет
Консистенция	Сухая	Вязкая	Вязкая
Блеск	Блестящий	Блестящий	Не блестит
Структура	Однородная	Однородная	Однородная
Поверхность	Гладкая	Шероховатая	Морщинистая
Морфологические свойства бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Мелкие овальные палочки с закругленными концами, гр-	Крупные овальные палочки с поперечным делением, образуют парные цепи, гр-	Толстые короткие овальные палочки с закругленными концами, гр-
Фотографии микроорганизмов			

Микробиота черноземной почвы на территории Урюпинского маслоэкстракционного завода представлена овальными грамотрицательными палочками с закругленными концами.

Почвенная микробиота степного участка высокоактивна и способна к разложению органики. Микробиота Урюпинского маслоэкстракционного завода менее активна. Это связано, во-первых, с интенсивным антропогенным воздействием, из-

менением естественной структуры и свойств почвы, формированием урбостратоземов, во-вторых, с минимальным поступлением растительного опада как источника органического вещества для синтеза микробной плазмы и ферментативной активности. Однако почвы маслоэкстракционного завода нельзя назвать бесплодными. Это говорит о высокой валентности микробного сообщества.

Библиографический список

1. Берсенева О.А., Саловарова В.П. Воздействие выбросов металлургических производств на почвенные микробиоценозы // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2011.– Т. 4, №4. – С. 18-24.
2. Дегтярева Е.Т., Жулидова А.Н. Почвы Волгоградской области. – Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд. – 1970. – 320 с.
3. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. – Ростов н/Д: Эверест, 2008. – 276 с.
4. Симонова Е.В., Максимова Е.Н. Микробиологический мониторинг антропогенно преобразованных почв // Самарский научный вестник. – 2016. – №1 (14). – С. 62-66.
5. Милых В.В., Смоленская Л.М., Воропаев В.С. Исследование токсикологических и микробиологических свойств искусственной почвы // сборник докладов III Международной молодежной научной конференции «Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов» / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2015.– С. 264-267.
6. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
7. Симонова Е.В., Максимова Е.Н. Микробиологический мониторинг антропогенно преобразованных почв // Самарский научный вестник. – 2016. – №1 (14). – С. 62-66.
8. Николенко М.В., Пастухов М.В. Современные методы микробиологических исследований объектов окружающей среды // Университетская медицина Урала. – 2017. – №4 (11). – С. 30-32.

ANALYSIS OF THE MICROBIAL COMMUNITY OF CHERNOZEMS WITH DIFFERENT DEGREES OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE TERRITORY OF THE URYUPINSKY DISTRICT OF THE VOLGOGRAD REGION

D.S. Gavrilov, Graduate Student
P.S. Gorbova, Graduate Student
Volgograd State University
(Russia, Volgograd)

Abstract. Local pollution of the soil cover is an urgent environmental problem. Pollutants in zones of active technogenesis are deposited into the soil in areas of release, and are also transported translocally and affect the species composition of the soil microbiota. Microorganisms are the main decomposers of organic matter in the soil - indispensable, but rather vulnerable elements of ecosystem stability. The article presents the results of a microbiological study of soil microorganisms in chernozem soils located in zones with different levels of anthropogenic load. A comparative analysis of the soil microbiota of the territory of the oil extraction plant and the natural area of the steppe zone was carried out. A qualitative reaction of decomposition of cellulose in textile fabrics by microorganisms is presented. The total microbial count was calculated, microscopy of bacterial cells was performed. The results of the study showed that the activity of the soil microbiota of the oil extraction plant is suppressed compared to the area of the virgin steppe, the species diversity is low, and the microorganisms are in a state of anabiosis.

Keywords: urban ecology, soil monitoring, biomonitoring, soil degradation, soil microbiota.