



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

UDC 631.46

LBC 40.325.1

MICROBIOLOGICAL STUDY OF THE SOIL OF THE VOLGOGRAD AGGLOMERATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE METALLURGICAL WORKS “KRASNYY OKTYABR” (“RED OCTOBER”)

Dmitry A. Gavrilov

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Polina S. Gorbova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Local pollution of the soil cover in the areas where metallurgical enterprises are located is an urgent environmental problem in urban areas. Pollutants that are part of metallurgical emissions are deposited in the soil and have a negative impact on the species composition of the soil microbiota and its enzymatic activity. The appearance of technogenic wastelands around metallurgical plants affects the adjacent landscapes due to geochemical migrations of substances and causes a stress response of biocenoses. The study is aimed at assessing the biological activity and microbiological diversity of light chestnut soils on the territory of the Krasny Oktyabr plant in comparison with soils of a conditionally natural environment – a zone of zonal steppes on the territory of the Sovetsky district of Volgograd. The article presents the results of a microbiological study of soil microorganisms in light chestnut soils located in the zone of intense technogenic impact. The qualitative reaction of cellulose decomposition by microorganisms in textile fabrics at different depths is presented as an indicator of the destructive activity of soils. The total microbial number was counted, microscopy of bacterial cells was performed. The results of the study showed that the activity of the soil microbiota of the Krasny Oktyabr plant is depressed compared to the territory of the virgin steppe, the species diversity is low, and the microorganisms are in a state of suspended animation. Soils are in need of recultivation. It is possible to experimentally apply the phytoremediation method to reduce the degree of soil toxicity.

Key words: urban ecology, soil monitoring, biomonitoring, soil degradation, soil microbiota

Citation. Gavrilov D.A., Gorbova P.S. Microbiological Study of the Soil of the Volgograd Agglomeration in the Zone of Influence of the Metallurgical Works “Krasnyy Oktyabr” (“Red October”). *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 3, pp. 5-12. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА «КРАСНЫЙ ОКТЯБРЬ»

Дмитрий Александрович Гаврилов

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Полина Сергеевна Горбова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Локальное загрязнение почвенного покрова в районах предприятий металлургического цикла является актуальной экологической проблемой урбанизированных территорий. Поллютанты, входящие в состав выбросов металлургических предприятий, осаждаются в почву и оказывают негативное воздействие на видовой состав почвенной микробиоты. Микроорганизмы являются основными деструкторами органики в почве – незаменимыми, но достаточно уязвимыми элементами экосистемной устойчивости. Появление вокруг металлургических комбинатов техногенных пустошей сказывается на смежных ландшафтах посредством геохимических миграций веществ и вызывает стрессовую реакцию биоценозов, отрицательные последствия которой могут носить отдаленный и непредсказуемый характер. Вероятно снижение способности городских экосистем ассимилировать антропогенные загрязнения, что является недопустимым при современном уровне техногенеза. Исследование направлено на оценку биологической активности и микробиологического разнообразия светло-каштановых почв территории завода «Красный Октябрь» в сравнении с почвами в условно естественной среде – зоне зональных степей на территории Советского района города Волгограда. В статье представлены результаты микробиологического исследования почвенных микроорганизмов светло-каштановых почв, находящихся в зоне интенсивного техногенного воздействия. Представлена качественная реакция разложения микроорганизмами целлюлозы в текстильных полотнах на различных глубинах как показатель деструктивной активности почв. Подсчитано общее микробное число, проведена микроскопия бактериальных клеток. Результаты исследования показали, что активность микробиоты почв завода «Красный Октябрь» по сравнению с участком целинной степи подавлена, видовое разнообразие низкое, присутствуют металл-устойчивые виды-биоиндикаторы, микроорганизмы находятся в состоянии анабиоза. Почвы нуждаются в рекультивации. Возможно экспериментальное применение метода фиторемедиации для уменьшения степени токсичности почв.

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

Цитирование. Гаврилов Д. А., Горбова П. С. Микробиологическое исследование почвы Волгоградской агломерации в зоне влияния металлургического комбината «Красный Октябрь» // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 5–12. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.3.1>

Введение

Один из важнейших элементов поддержания почвенного плодородия, обеспечения круговорота веществ и геохимической миграции элементов – активность и видовой состав почвенной микробиоты. Почвенные микроорганизмы участвуют в выветривании горных пород, почвообразовании, синтезе и разложении гумусовых веществ, ризосферных процессах, ассимиляции загрязнений,

поступающих в почву (различных органических соединений). Вместе с тем, почвенная микробиота способна биоаккумулировать поллютанты, в частности тяжелые металлы, и способствовать их дальнейшей миграции по трофической сети [9].

Объектом исследования является микробный комплекс эталонного и исследуемого участков города Волгограда. Предметом – воздействие выбросов предприятия «Красный Октябрь» на качественный и количественный

состав почвенной микробиоты и ее биолитическую активность.

Цель исследования – определить степень влияния антропогенных факторов на жизненный статус почвенного микробоценоза территории металлургического комбината «Красный Октябрь».

Материалы и методы

Зональность почв Волгоградской области прослеживается с северо-запада на юго-восток. Выделяются черноземы, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы с подтипами. Светло-каштановые почвы образуются в условиях недостаточного увлажнения (КУ Волгоградской области 0,45–0,25). Растительный опад аридных степей незначителен. Гумусовый горизонт имеет мощность 15–30 см [2]. Для светло-каштановых почв характерно малое содержание гумуса, преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами и нейтральная или слабощелочная реакция верхних горизонтов (рН 7,2–7,3) [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 [7]. Аккумуляция тяжелых металлов блокирует дыхание микроорганизмов, что приводит к их гибели, влекущей потерю почвенного плодородия, упрощение фитоценозов и разрушение сложившейся биологической структуры ландшафтов [1; 5; 10].

Для исследования были выбраны два участка: площадка на территории завода «Красный октябрь» (зона активного техногенеза) и степной ценоз Советского района г. Волгограда (условно эталонный участок).

Участок № 1 – территория завода «Красный Октябрь» в Краснооктябрьском районе г. Волгограда. На исследуемом участке наблюдается выраженное преобладание овсяницы полевой. Почвы светло-каштановые (предположительно, урбостратозем), бедные, увлажнение недостаточное, рельеф равнинный. Слои почвы перемешаны. Отмечается стро-

ительный мусор. Металлургический комбинат специализируется на производстве металлопроката. Негативное воздействие на почвы и растительные сообщества оказывают объекты инфраструктуры комбината. Транспортная нагрузка высокая.

Участок № 2 – степная зона в Советском районе Волгограда. Наблюдается выраженное преобладание типчаково-осоковой ассоциации. Почвы светло-каштановые, сухие, рельеф равнинный. Единственный антропогенный объект в районе исследования – грунтовая дорога на расстоянии 300 метров от изучаемой площадки. Антропогенная нагрузка минимальна.

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 (куски 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 изъятые 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 течение 5 минут на лабораторном шейкере (ПЭ-6500 компании Экрос-аналитика). Затем производилась раститровка и посев на плотные питательные среды. Для посева использовалась суспензия разведения 10^7 степени. Данное разведение было выбрано для недопущения сливного роста бактериальных колоний. Инкубация посев-

ного материала производилась при комнатных температуре 22–25 °С. Осуществлялся подсчет выросших колоний, общего микробного числа и микроскопия. 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 1 500 раз [4; 6; 8].

Результаты и обсуждение

Изменение веса льняных полотен в ходе опыта (табл. 1), а также общее микробное число обследуемых образцов (табл. 2) наглядно характеризуют степень активности микробиоты почвы степного участка и почвы территории металлургического комбината. Результаты, полученные в ходе эксперимента, говорят о том, что степень разложения полотен в двух точках эталонного участка возрастает с глубиной. При отсутствии антропогенного воздействия на почвенную мик-

робиоту уровни распределения активности почвенных микроорганизмов выявляют классическую картину для степной зоны. Беря во внимание, что Волгоградские степи считаются засушливой зоной, можно предположить, что необходимое количество влаги сохранилось на глубине 30 см и более. Однако наибольшая степень разложения наблюдается в точке №1 на глубине 10 см (гумусовый горизонт) (рис. 1).

Наибольшая степень разложения полотен в зоне влияния Красного Октября наблюдается в точке № 1 (рис. 1). Особенностью активности почвенных микроорганизмов в данной почве является неравномерное разложение льняных полотен. Присутствие в почве тяжелых металлов ранжирует рост микроорганизмов.

На рисунке 1 отражена разность между исходным и конечным весом льняных полотен в относительном выражении.

Общее микробное число, исходя из данных, представленных в таблице 2, достаточно большое для степной зоны. Микроорганиз-

Таблица 1

Изменение веса льняных полотен в почвах Волгоградской агломерации

Глубина	Территория металлургического комбината «Красный Октябрь»	
	Средний вес полотен по завершении эксперимента, г	Разница между исходным и конечным весом полотен по завершении эксперимента, г
10 см	0,2186	0,1035
20 см	0,2141	0,1080
30 см	0,2249	0,0973
Глубина	Степная зона Советского района г. Волгограда	
	Средний вес полотен по завершении эксперимента, г	Разница между исходным и конечным весом полотен по завершении эксперимента, г
10 см	0,1327	0,1894
20 см	0,1319	0,1902
30 см	0,1087	0,2133

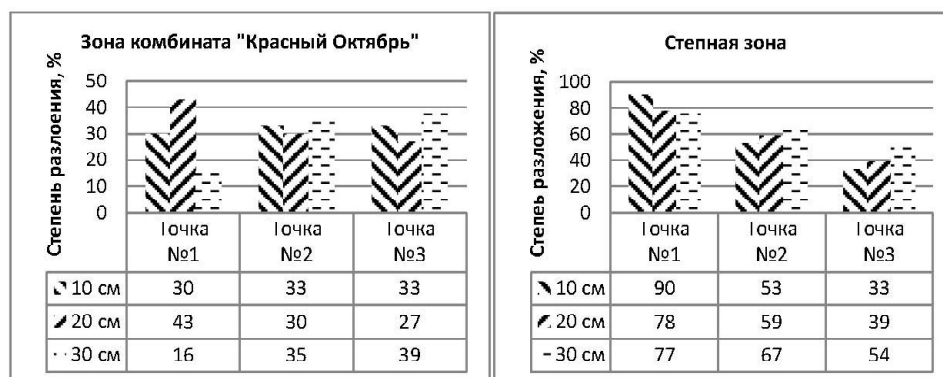


Рис. 1. Степень разложения льняного полотна в различных точках исследуемых участков

мы степной зоны предпочитают слабощелочную среду, что подтверждается фактом образования единичной бактериальной колонии на среде Чапека

Общее микробное число, исходя из данных, представленных в таблице 2, достаточно большое для степной зоны. Микроорганизмы степной зоны предпочитают слабощелочную среду, что подтверждается фактом образования единичной бактериальной колонии на среде Чапека.

Наибольшее общее микробное число из образцов почвы техногенной зоны выросло на почвенном агаре. Рост бактериальных колоний на среде Чапека отсутствует. Почвы у Волгоградского металлургического комбината «Красный октябрь» бедны и испытывают постоянное антропогенное воздействие, что

привело не только к численному сокращению почвенных микроорганизмов, но и к уменьшению разнообразия их видов.

ОМЧ степной зоны на почвенном агаре значительно уступает аналогичному показателю зоны комбината (рис. 2). Это может быть связано с погодно-климатическими условиями в момент отбора проб, различиями в локальных физико-химических характеристиках почв в точках отбора, а также с различными адаптивными способностями микроорганизмов и ризосферными процессами.

Культуральное и морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 3.

Результаты эксперимента, представленные в таблице 3, говорят о преобладании грамотрицательных бактериальных клеток с раз-

Таблица 2

Общее микробное число в почве степного участка и зоне влияния металлургического комбината «Красный Октябрь»

Питательная среда	Почвенный агар	Мясопептонный агар	Среда Чапека
Степная зона Советского района г. Волгограда			
Общее микробное число	107 900 млн.	107 270 млн.	107 30 млн.
	108 2,64 млрд.	108 8,7 млрд.	108 Нет роста
	109 15 млрд.	109 618 млрд.	109 Нет роста
Территория металлургического комбината «Красный Октябрь»			
Общее микробное число	10730 млрд.	107 120 млн.	107 Нет роста
	108 420 млрд.	108 2,1 млрд.	108 Нет роста
	109 6 трлн.	109 63 млрд.	109 Нет роста

Таблица 3

Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах степного участка Советского района г. Волгограда

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁹	Мясопептонный агар 10 ⁸	Среда Чапека 10 ⁷
Величина	Карликовые	5 мм	3 мм
Форма	Округлая	Округлая	Ризоидная
Край колонии	Волнистый	Ровный	Ветвистый
Профиль	Плоский	Выпуклый	Конусовидный
Цвет	Бесцветная	Мутно-молочный	Белый
Прозрачность	Пропускает свет	Не пропускает свет	Не пропускает свет
Консистенция	Маслянистая	Вязкая	Вязкая
Блеск	Блестящий	Блестящий	Тусклый
Структура	Однородная	Однородная	Струйчатая
Поверхность	Гладкая	Гладкая	Бороздчатая
Морфология бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Маленькие палочки овальной формы, гр-	Крупные длинные палочки, образуют цепи, гр+, с одной стороны овальные с другой округлые	Крупные веретенообразные палочки, гр-

ным морфологическим строением. На среде Чапека выросли колонии с крупными веретенообразными палочками. Однако они не выделяются на почвенном агаре. Этот факт говорит о том, что для активной жизнедеятельности почва должна обладать соответствующим рН, макро- и микроэлементами, которые содержатся в среде Чапека. Возможно, данные микроорганизмы находятся в консортивных связях с определенными видами растений в точках исследований. Культуральное и морфологическое описание микроорганизмов почвы степного участка представлено в таблице 4.

Исходя из данных таблицы 4, в почвах, прилегающих к территории комбината «Красный Октябрь», преобладают короткие грамм отрицательные палочки с овальными конца-

ми. На МПА выросла кишечная палочка, что подтверждает сливной рост колоний и характерный запах. На среде Чапека отсутствуют бактериальные колонии, выросли только почвенные микроскопические грибы (табл. 5).

На среде Чапека выросли два представителя микроскопических грибов. Предположительно это род Пеницилл (*Penicillium*) отдел Аскомицеты в количестве 6 штук, и род Сагеномелла (*Sagenomella*) отдел Эуроциевые в количестве 4 штук. Представители рода Сагеномелла используют для питания растительные белки. Представители рода Пеницилл могут питаться любыми белками различного происхождения и поглощать металлы. Этот факт обуславливает их выживание в почвах у территории металлургического комбината. Представители рода Аспергилл вносят зна-

Таблица 4

Культуральные и морфологические свойства микроорганизмов в почвах у территории Волгоградского металлургического комбината «Красный Октябрь»

Культуральные свойства бактериальной колонии			
Культуральные свойства	Питательная среда		
	Почвенный агар 10 ⁷	Мясопептонный агар 10 ⁸	Среда Чапека
Величина	Карликовые	1 см	Колонии микроорганизмов отсутствуют
Форма	Округлая	Амебовидная	
Край колонии	Волнистый	Волнистый	
Профиль	Выпуклый	Плоский	
Цвет	Бесцветная	Грязно-белый	
Прозрачность	Пропускает свет	Пропускает свет	
Консистенция	Маслянистая	Слизистая	
Блеск	Блестящая	Матовый	
Структура	Однородная	Однородная	
Поверхность	Гладкая	Гладкая	
Морфологические свойства бактериальной клетки			
Морфологические свойства	Короткие палочки с овальными концами, гр-	Палочки разной длины с овальными концами, биполярные палочки, гр-	

Таблица 5

Культуральные свойства микроскопических грибов почв у Волгоградского металлургического комбината «Красный Октябрь»

Питательная среда	Описание
Среда Чапека 10 ⁹	Мицелий: корнеобразный Спорангиеносцы: ветвеобразные Спорангии: кистеобразные Окраска тела: белая Окраска спор: серо-зеленая
Среда Чапека 10 ⁹	Мицелий: корневидный Спорангиеносцы: отсутствуют Спорангии: отсутствуют Окраска тела: белая

чительный вклад в разложение растительной клетчатки, проявляя определенную устойчивость к изменению состояния окружающей среды. В ходе эксперимента установлена зависимость степени разложения льняных полотен от глубины исследуемого участка. Выявлено, что наибольшее микробное число при инкубации микроорганизмов наблюдается на питательной среде, которая имеет в составе агар-агар и почву из естественной среды обитания. Определено, что изученные микроорганизмы имеют грамм отрицательную окраску.

Заключение

Почвенная микробиота степного участка высокоактивна и способна к разложению органики. Микробиота металлургического комбината «Красный Октябрь» менее активна. Большую часть сообщества составляют почвенные микроскопические грибы. Бактерии находятся в состоянии анабиоза (возможно, из-за накопления тяжелых металлов). На почвах промышленной зоны происходит постепенное замещение бактериальных клеток микроскопическими грибами, соответственно, изменяются параметры биологических процессов. Вследствие деятельности объекта негативно воздействует на окружающую среду существует реальный риск упрощения экосистем, смежных с зоной активного влияния, во временной перспективе. Целесообразно проведение рекультивационных мероприятий (в том числе, фиторемедиации тяжелых металлов с последующим сжиганием растительной массы, извлечением металлов из золы и вовлечением в производственные процессы предприятия). Также предприятию необходимо уделить внимание природоохранным мероприятиям по части снижения отходности производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берсенева, О. А. Воздействие выбросов металлургических производств на почвенные микробиоценозы / О. А. Берсенева, В. П. Саловарова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2011. – № 4. – С. 18–24.
2. Вальков, В. Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов н/Д : Эверест, 2008. – 276 с.
3. Дегтярева, Е. Т. Почвы Волгоградской области / Е. Т. Дегтярева, А. Н. Жулидова. – Волгоград : Нижне-Волжское кн. изд-во, 1970. – 320 с.
4. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учеб. пособие / Д. Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
5. Милых, В. В. Исследование токсикологических и микробиологических свойств искусственной почвы / В. В. Милых, Л. М. Смоленская, В. С. Воропаев // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сборник докладов III Международной молодежной научной конференции, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – 2015. – С. 264–267.
6. Николенко, М. В. Современные методы микробиологических исследований объектов окружающей среды / М. В. Николенко, М. В. Пастухов // Университетская медицина Урала. – 2017. – № 4 (11). – С. 30–32.
7. Симонова, Е. В. Микробиологический мониторинг антропогенно преобразованных почв / Е. В. Симонова, Е. Н. Максимова // Самарский научный вестник. – 2016. – № 1 (14). – С. 62–66.
8. Cellulose-decomposing microorganisms of light chestnut soils of the Volgograd region / N. V. German, G. A. Sevriukova, D. A. Gavrilov [et. al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2019. – P. 1–4.
9. Role of soil microbiota in soil fertility / M. Dhall, B. Mishra, S. Barman, S. Boddana // Internat. J. agric. Sci. – 2021. – 17 (2). – P. 729–739.
10. Tischer, A. Microbial community structure and resource availability drive the catalytic efficiency of soil enzymes under land-use change conditions / A. Tischer, U. Hamer, E. Blagodatskaya // Soil Biology and Biochemistry. – 2015. – T. 89. – P. 226–237.

REFERENCES

1. Berseneva O.A., Salovarova V.P. Vozdejstvie vybrosov metallurgicheskikh proizvodstv na pochvennye mikrobiocenozy [The impact of emissions from metallurgical industries on soil microbioceneses]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya* [Science Journal of Irkutsk State University], 2011, no. 4, pp. 18-24.
2. Valkov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvy YUga Rossii* [Soils of the South of Russia]. Rostov-on-Don, Everest, 2008. 276 p.

3. Degtyareva E.T., Zhulidova A.N. *Pochvy Volgogradskoj oblasti* [Soils of the Volgograd region]. Volgograd, Nizhne-Volzhscoe book publishing house, 1970. 320 p.

4. Zvyaginцев D.G. *Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow, Publishing House of Moscow State University, 1991. 304 p.

5. Milykh V.V., Smolenskaya L.M., Voropaev V.S. Issledovanie toksikologicheskikh i mikrobiologicheskikh svojstv iskusstvennoj pochvy [Study of the toxicological and microbiological properties of artificial soil]. *Ekologiya i racional'noe prirodopol'zovanie agropromyshlennykh regionov: sbornik dokladov III Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii* [Ecology and rational environmental management of agro-industrial regions: collection of reports of the International Youth Scientific Conference], Belgorod State Technological University, 2015, pp. 264-267.

6. Nikolenko M.V., Pastukhov M.V. Sovremennye metody mikrobiologicheskikh issledovanij ob'ektov okruzhayushchej sredy [Modern methods of microbiological research of environmental

objects]. *Universitetskaya medicina Urala* [University medicine of the Urals], 2017, no. 4(11), pp. 30-32.

7. Simonova E.V., Maksimova E.N. Mikrobiologicheskij monitoring antropogenno preobrazovannykh pochv [Microbiological monitoring of anthropogenically transformed soils]. *Samarskij nauchnyj vestnik* [Science Journal of Samara State University], 2016, no. 1(4), pp. 62-66.

8. German N.V., Sevriukova G.A., Gavrilov D.A. et al. Cellulose-decomposing microorganisms of light chestnut soils of the Volgograd region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2019, pp. 1-4.

9. Dhall M., Mishra B., Barman S., Boddana S. Role of soil microbiota in soil fertility. *Internat. J. agric. Sci.*, 2021, no.17 (2), pp. 729-739.

10. Tischer A., Hamer U., Blagodatskaya E. Microbial community structure and resource availability drive the catalytic efficiency of soil enzymes under land-use change conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 2015, t. 89, pp. 226-237.

Information About the Authors

Dmitry A. Gavrilov, Undergraduate, Department of Ecology and Nature Resources Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, dmitriimillion@mail.ru

Polina S. Gorbova, Undergraduate, Department of Ecology and Nature Resources Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, gorbova.polina@mail.ru

Информация об авторах

Дмитрий Александрович Гаврилов, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, dmitriimillion@mail.ru

Полина Сергеевна Горбова, магистрант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, gorbova.polina@mail.ru