

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-318-320

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ОТ СРЕДНИХ ВЕКОВ ДО НАШЕГО ВРЕМЕНИ

CHANGES IN THE ACTIVITY OF MICROBIAL BIOMASS IN GRAY FOREST SOIL FROM THE MIDDLE AGES TO THE PRESENT TIME

Удалцов С.Н., Плеханова Л.Н.

Udaltsov S.N., Plekhanova L.N.

e-mail: biofizika1@rambler.ru

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия

Institute of Physico-Chemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Russia

Аннотация. Изучены почва курганной насыпи 800-летнего возраста и погребенная под ней палеопочва. Определены их физико-химические свойства и показатели активности микробной биомассы – базальное и субстрат-индуцированное дыхание, рассчитан дыхательный коэффициент. Проведено сравнение свойств погребенной 800 и 100 лет назад почвы в зоне формирования серых лесных почв средней полосы РФ.

Abstract. The soil of the Kurgan mound of 800 years of age and the buried paleosoil were studied. Their physicochemical properties and indicators of the activity of microbial biomass – basal and substrate-induced respiration – were determined, and the respiratory coefficient was calculated. A comparison was made of the properties of the soil buried 100 years ago and 800 years ago in the zone of formation of gray forest soils of the middle zone of the Russian Federation.

Ключевые слова: средние века, курганная насыпь, гумус, дыхание почвы, эволюция почв.

Keywords: middle ages, kurgan mound, humus, soil respiration, soil evolution.

Почва – это естественно-исторический объект со специфическими свойствами и характеристиками, что позволяет использовать ее при палеоэкологических исследованиях. Изучение погребальных археологических памятников является наиболее многообещающим способом повышения эффективности и информативности исследований в области истории развития почв, природной среды и общества.

Известно, что почвы, погребенные под валами и насыпями археологических памятников, изолируются от влияния внешней среды, тем самым обеспечивая сохранение свойств прежних эпох, в которые почва сформировалась, а почвенный профиль выступает в роли архива, хранящего в себе информацию обо всех фазах развития, наложенных друг на друга этапах и стадиях. Исследуя погребенные почвы, мы получаем возможность сравнить состояние почвенного покрова в различные исторические эпохи, рассмотреть особенности развития природной среды и детально анализировать ее отдельные компоненты.

В результате за последние десятилетия сложилось новое научное направление, которое принято называть археологическим почвоведением. Достигнуты значительные успехи в изучении целого комплекса морфологических, химических, магнитных, микроморфологических свойств почвы, а также в области палинологического, микробиоморфного анализа, изучения органического вещества и тяжелых металлов в почвах и культурных слоях поселений. Отдельным новым направлением изучения являются микроорганизмы как почв и культурных слоев поселений [1, 2], так и погребенных под насыпями археологических объектов почв в сравнении с фоновыми [3]. Изучение микробных сообществ и отдельных групп микроорганизмов, например, трофических групп, уже проясняет детали древних обрядов в пионерских работах [4, 5].

Исследованный археологический памятник расположен у с. Кременье в Ступинском районе Московской области [6]. Ключевой особенностью памятника следует считать синхронность грунтовых кремаций (грунтовые кремации, помещенные в небольшие ямки) и курганной части могильника, составляющих единый комплекс [7].

Объектом исследования являлись почвы могильника, включающие курган XII века (русское население, вятичи), насыпь кургана и погребенные под курганом почвы 800-летнего возраста (под основной насыпью кургана, мощностью до 80 см). Насыпь кургана имеет в настоящее время диаметр 15 м и высоту до 1,3 м. Она повреждена грабительским вкопом размером 3×4 м, датируемым началом XX века (мощность слоя досыпки до 30 см), и плужными бороздами лесокультурной площади. Курган был вскрыт траншейным способом с ориентацией траншеи с севера на юг. Опорный стратиграфический разрез заложен на неповрежденном плугом участке, с плоским ровным микрорельефом насыпи кургана, на стенке траншеи западной экспозиции в южной части кургана. Он пересекал все слои курганного сооружения.

Морфологическое описание разреза приведено в таблице.

Из показателей активности микробных сообществ определяли базальное и субстрат-индуцированное дыхание почв ([8], с адаптацией коэффициентов, выполненной Т.С. Демкиной и Т.В. Кузнецовой). По трем повторностям рассчитывали среднее значение показателей и величину стандартного отклонения. Основные химико-аналитические исследования образцов по общепринятым методикам [9] были проведены в ЦКП ИФХиБПП РАН, данные по магнитной восприимчивости этого объекта обсуждались в сравнении с почвами степной зоны [10].

Таблица. Описание разреза через насыпь и погребенную почву кургана XII века

Горизонт, мощность, см	Морфологическое описание
A0, 0-3	Подстилка, состоящая из растительности различной степени разложения. Свежий, неоднородной темно-серой окраски за счет наличия гумуса, пронизан многочисленными корнями диаметром 0,1–0,3 мм; по гранулометрическому составу супесь с переходами к легкому суглинку, непрочной структуры, рыхлый. Граница ровная, переход по плотности и окраске постепенный.
A1, 3-15	Свежий, однородной серой окраски за счет наличия гумуса; встречаются единичные корни растений диаметром 0,1–0,3 мм; по гранулометрическому составу супесчаный, непрочной комковато-глыбистой структуры, плотнее предыдущего. Граница ровная, переход по окраске постепенный. Гумусовый горизонт
A1A2 (AB насыпь), 15-58	Свежий, неоднородной палевой с переходами к серовато-белесой и белесоватой окраске; по гранулометрическому составу ближе к песку-связному песку, непрочной глыбистой, при слабом надавливании структуру теряет. Граница волнистая, переход по окраске постепенный. Переходный гумусово-элювийный горизонт
A2B (КС печина), 58-75	Переходный горизонт, осложненный культурным слоем с остатками керамической печной обмазки, использованной при строительстве курганной насыпи. По гранулометрическому составу в полевом виде имеет утяжеление до супесчаного с переходами к легкому суглинку состава. Неоднородный, белесовато-палевый с переходами к светло-серым пятнам, глыбистый, плотнее вышележащего горизонта, граница перехода волнистая с морфонами очень светло-серого цвета по ходам корней (языки до 8–10 см). Имеет включения керамических фрагментов печины кучно до 3 баллов (по шкале Глазовской, 1964, 5–10 фрагментов на 1 кв. дм. стенки профиля). Не имеет признаков оподзоливания и выделяется как переходный горизонт AB.
B, 75-95	Свежий, белесовато-палевый, песчаный, по плотности чуть менее плотный, чем вышележащий, и нижележащий, признаков иллювирувания в виде гляцевых пленок не обнаружено, поскольку песчаные горизонты имеют весьма непрочные варианты рассыпающихся глыбистых отдельностей. Переход заметный, по цвету и изменению плотности, граница перехода ровная, вероятно, антропогенного происхождения, вероятно выравнивание площадки при строительстве насыпи кургана.
[BFe], 95-110	Влажноватый, белесовато-светло-желтый с ржавым оттенком и тонкими горизонтальными прослоями ржавого цвета железистый окисных соединений. Супесчаный, непрочной глыбистый. Вероятно, нижняя часть горизонтов погребенной почвы, с предполагаемой подрезкой серой лесной почвы времени строительства курганной насыпи. Переход постепенный по исчезновению ржавых оттенков окраски, граница слабоволнистая.
BC, 110-140	Влажноватый, белесоватый, песчаный, бесструктурный, плотность меньше, чем у вышележащего, постепенно переходит в почвообразующие пески.

Данные по интенсивности дыхания микроорганизмов (рис. 1) и по содержанию гумуса в исследованных почвах демонстрируют сходную картину с увеличением показателей в поверхностных горизонтах и горизонтах погребенных почв.

Дыхательный коэффициент Q_t – коэффициент устойчивости микробного сообщества – рассчитывали как отношение величин базального дыхания и субстрат индуцированного дыхания [11, 12]. С увеличением Q_t вниз по профилю снижается как устойчивость микробного сообщества, так и благоприятность условий развития микроорганизмов. Представленные на рисунке данные по разрезу Кременье-1 демонстрируют обычную картину увеличения дыхательного коэффициента с глубиной. Разрез Кременье-2 отражает наличие погребенной почвы с активными микроорганизмами в зоне современной приповерхностной аэрации. Разрез Кременье-3 представляет из себя досыпку 100-летнего возраста.

В наших профилях отмечается небольшое повышение содержания гумуса в строительном мусоре либо фрагменте ритуальной конструкции, при этом доля микробной биомассы в органическом углероде здесь демонстрирует резкое снижение. Погребенная почва в данном курганном сооружении выражена слабо как морфологически, так и по показателям значений гумуса и магнитной восприимчивости почв.

Анализ величины активности микробных сообществ (разрезы Кременье-1-2-3), а также физико-химических свойств почв кургана, в особенности профильного распределения гумуса, позволяет констатировать высокую сохранность свойств почвы, погребенной 100 лет назад под грабительским выкидом, а также биогенное накопление магнитных минералов и органического вещества в современных дневных горизонтах сформированной на насыпи почвы. Насыпь кургана (XII век н.э.) с известным нуль-моментом почвообразования в момент строительства кургана (800 лет назад) может служить одновозрастной фоновой почвой для грунтов кремнированных погребений XII века, расположенных в непосредственной близости от кургана на расстоянии 5–8 м.

На курганной насыпи шло формирование почв разного возраста – 800 лет и 100 лет – по типу серых лесных почв на песках-супесях, что характерно для этой почвенной зоны. Ввиду небольшого времени формирования почвы, несопоставимого с возрастом зональных фоновых почв (10–12 тыс. лет)

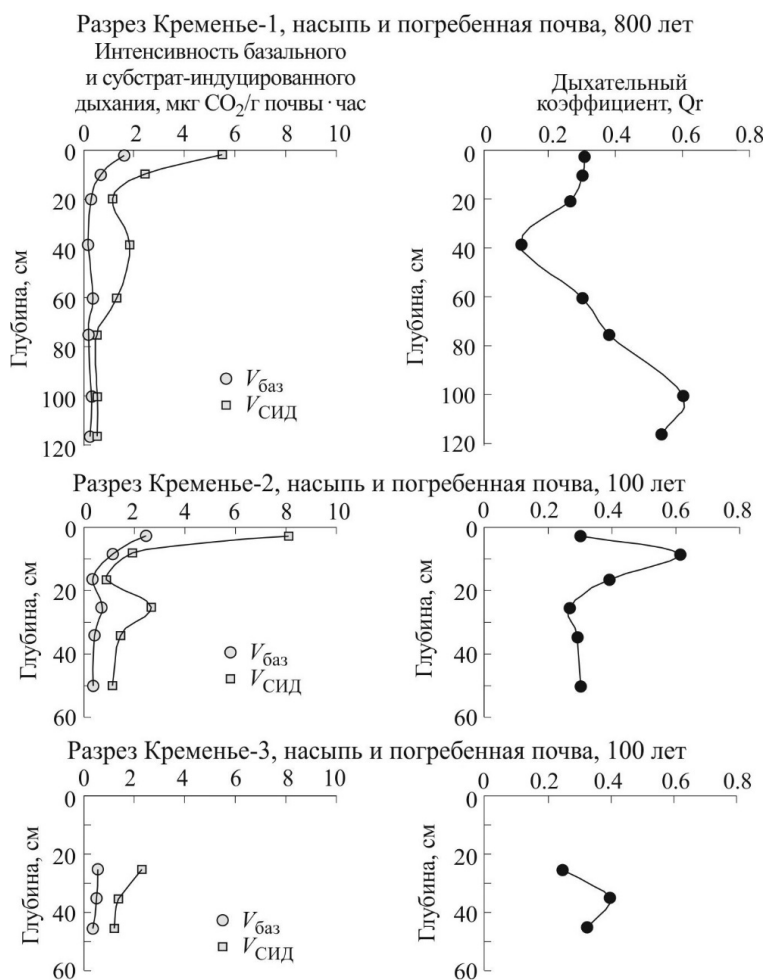


Рис. Графики изменения с глубиной интенсивности базального и субстрат-индуцированного дыхания активного пула микроорганизмов в сравнении с дыхательным коэффициентом для почвы насыпи 800-летнего и 100-летнего возраста

на кургане выражено представлены не все горизонты, характерные для серых лесных почв. Собственный горизонт иллювиирования, актуалистичный почвообразованию на насыпи, вероятно, имеет более длительное характерное время, и относительно молодой возраст насыпи не позволяет нам отчетливо выделить полный набор горизонтов серой лесной почвы.

Литература

1. Plekhanova L. Cellulase activity in anthropogenically disturbed chernozems // In: Conf. Proc. of 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. 2018. С. 173-180.
2. Kashirskaia N., Chernysheva E., Plekhanova L., Borisov A. Thermophilic microorganisms as an indicator of soil microbiological contamination in antiquity and at the present time // In: Conf. Proc. of 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 (Soils; Forest ecosystems). Sophia, 2019. С. 569-574.
3. Плеханова Л.Н., Иванов И.В., Ермолаев А.М. Некоторые результаты биомониторинга почв заповедника Аркаим Челябинской области // В сб.: Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии в адаптивном земледелии. Сборник научных трудов. Челябинск, 2003. С. 308.
4. Каширская Н.Н., Плеханова Л.Н., Петросян А.А., Потапова А.В., Сыроватко А.С., Клещенко А.А., Борисов А.В. Подходы к выявлению изделий из шерсти по численности кератинолитических микроорганизмов в грунтах древних и средневековых погребений // Нижневолжский археологический вестник. 2018. Т. 17. № 2. С. 95-107.
5. Плеханова Л.Н., Каширская Н.Н., Сыроватко А.С. Активность целлюлозолитических микроорганизмов в грунтах кремнированных захоронений как индикатор деталей погребального обряда // Нижневолжский археологический вестник. 2020. Т. 19. № 1. С. 116-129.
6. Сыроватко А.С., Клещенко Е.А. Грунтовые погребения-кремации XII века: новые исследования курганного могильника Кременье // Археологические исследования в Подмосковье: материалы научного семинара. Вып. 13. М.: ИА РАН, 2017. С. 45-56.
7. Сыроватко А.С. Могильники с кремациями на Средней Оке второй половины I тыс. н.э. // Российская археология. 2014. №4. С. 48-61.
8. Anderson J.P.E., Domsch K.H. Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils // Soil Science. 1980. V. 130, №4. P. 211-216.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
10. Plekhanova L.N. Influence of paleoclimatic environment on soil magnetic susceptibility // Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. 2021. С. 20-26
11. Mulder Ch., Cohen J.E., Setälä H., Bloem J., Breure A.M. Bacterial traits, organism mass, and numerical abundance in the detrital soil food web of Dutch agricultural grasslands // Ecology Letters. 2005. №8. P. 80-90. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00704.x.
12. Umer M.I., Rajab S.M. Correlation between aggregate stability and microbiological activity in two Russian soil types // Eurasian Journal of Soil Science. 2012. V. 1, №1. P. 45-50.