



DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2018.2.8>

UDC 902/904;579.24
LBC 63.4(2):28.4

Submitted: 12.10.2018
Accepted: 19.11.2018

**THE IDENTIFICATION OF WOOL BY THE NUMBER
OF KERATINOLYTIC MICROORGANISMS
IN THE GROUND OF ANCIENT AND MEDIEVAL BURIALS¹**

Natalya N. Kashirskaya

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, RAS,
Pushchino, Russian Federation

Lyudmila N. Plekhanova

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, RAS,
Pushchino, Russian Federation

Anush A. Petrosyan

Pushchino State University of Natural Sciences, Pushchino, Russian Federation

Anastasiya V. Potapova

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, RAS,
Pushchino, Russian Federation

Aleksandr S. Syrovatko

Kolomna Archaeological Center, Kolomna, Russian Federation

Aleksandr A. Kleshchenko

Institute of Archaeology, RAS, Moscow, Russian Federation

Aleksandr V. Borisov

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, RAS,
Pushchino, Russian Federation

Abstract. The paper describes the method for determining the initial presence of wool products in the burial rite of several cultures of the Bronze Age and the Middle Ages. The method is based on the analysis of the number of keratinolytic fungi in soils. Keratin is a proteinaceous biopolymer, which is a part of wool, leather, feather, and other materials. Its decomposition in soil occurs with the participation of a small group of soil fungi with keratinolytic activity. The ingress of wool and other keratin-containing substrates in the soil of archaeological monuments in antiquity provoked the sharp increase in the number of keratinolytic fungi. After the entire keratin-containing substrate was utilized, these fungi became dormant forms (cysts and spores), and in this state they could persist up to nowadays. The presence of keratinolytic microorganisms has been determined using the plate method – by direct counting of colony-forming units in media with wool brought into the substrate as the sole source of nutrients for soil microorganisms. The experiments' object is represented with the samples of ashes of beddings, the cover over the burials, the under-skeleton soil from burials of the Bronze Age, as well as the soils from medieval burials with cremations.

The analysis of under-skeleton soil of the Bronze Age burials shows that the samples taken under the knees and under the feet were characterized by a high content of keratinolytic fungi, which may indicate the initial presence of the shoes made of wool or leather. A high number of keratinolytic fungi in some burials has been revealed at a considerable distance from the skeleton, which indicates the presence of items made of wool in the

decoration of the burial bed. In medieval cremation burials, traces of leather or woollen containers with cremated remains have been found.

Key words: paleosoils, microbial biomass, microorganisms, archaeological tissues, wool, burial soil, bedding, keratin, keratinolytic fungi.

Citation. Kashirskaya N.N., Plekhanova L.N., Petrosyan A.A., Potapova A.V., Syrovatko A.S., Kleshchenko A.A., Borisov A.V., 2018. The Identification of Wool by the Number of Keratinolytic Microorganisms in the Ground of Ancient and Medieval Burials. *The Lower Volga Archaeological Bulletin*, vol. 17, no. 2, pp. 95-107. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2018.2.8>

УДК 902/904;579.24

ББК 63.4(2):28.4

Дата поступления статьи: 12.10.2018

Дата принятия статьи: 19.11.2018

ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШЕРСТИ ПО ЧИСЛЕННОСТИ КЕРАТИНОЛИТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГРУНТАХ ДРЕВНИХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПОГРЕБЕНИЙ¹

Наталья Николаевна Каширская

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Российская Федерация

Людмила Николаевна Плеханова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Российская Федерация

Ануш Андраниковна Петросян

Пушкинский государственный естественнонаучный университет, г. Пушкино, Российская Федерация

Анастасия Владимировна Потапова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Российская Федерация

Александр Сергеевич Сыроватко

Коломенский археологический центр, г. Коломна, Российская Федерация

Александр Александрович Клещенко

Институт археологии РАН, г. Москва, Российская Федерация

Александр Владимирович Борисов

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Российская Федерация

Аннотация. В статье описана методика определения исходного присутствия изделий из шерсти в погребальном обряде нескольких культур эпох бронзы – средневековья. Метод основан на анализе численности кератинолитических грибов в почвах. Кератин – биополимер белковой природы, входящий в состав шерсти, кожи, пера и др. материалов. Его разложение в почве происходит при участии небольшой группы почвенных грибов, обладающих кератинолитической активностью. При поступлении в почвы археологических памятников шерсти и других кератин-содержащих субстратов в древности резко возростала численность кератинолитических грибов. После того как весь кератин-содержащий субстрат был утилизирован, эти грибы переходили в покоящиеся формы (цисты и споры), и в таком состоянии они могли сохраняться до наших дней. Наличие кератинолитических микроорганизмов определялось прямым подсчетом колониеобразующих единиц по чашечным посевам на среды с шерстью, внесенной в субстрат в качестве единственного источника питательных веществ для почвенных микроорганизмов. Объектом для экспериментов послужили образцы тленов подстилок, перекрытий и подскелетного грунта из погребений эпохи бронзы, а также грунты из средневековых погребений с кремациями.

Анализ подскелетных грунтов эпохи бронзы показал, что образцы, отобранные под коленями и под ступнями, характеризовались повышенным содержанием численности кератинолитических грибов, что может

указывать на исходное присутствие обуви их шерсти или кожи. Высокое значение численности кератинолитических грибов в ряде погребений выявлено на значительном удалении от скелета, что указывает на присутствие изделий из шерсти в убранстве погребального ложа. В средневековых погребениях с кремациями выявлено наличие следов кожаной или шерстяной тары, в которой находились кремированные останки.

Ключевые слова: палеопочвы, микробная биомасса, микроорганизмы, археологические ткани, шерсть, погребальный грунт, подстилка, микроорганизмы, кератин, кератинолитические грибы.

Цитирование. Каширская Н. Н., Плеханова Л. Н., Петросян А. А., Потапова А. В., Сыроватко А. С., Клещенко А. А., Борисов А. В., 2018. Подходы к выявлению изделий из шерсти по численности кератинолитических микроорганизмов в грунтах древних и средневековых погребений // Нижневолжский археологический вестник. Т. 17, № 2. С. 95–107. DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2018.2.8>

Свидетельства об археологическом текстиле эпохи бронзы в большинстве случаев доходят до нас только в виде отпечатков на керамике, поскольку пребывание ткани в почве достигает нескольких тысячелетий. Исследование погребений эпохи бронзы позволило установить, что при декорировании могильной ямы в качестве погребальных одежд, саванов, балдахинеров нередко использовались плетеные и тканые изделия [Шишлина, 1999]. Наличие подобных изделий чаще всего выявляется благодаря их контакту с керамикой или с костями животных [Шишлина, 1999], а также с бронзовыми предметами [Бусова, 2017]. Остатки тканей растительного происхождения могут быть идентифицированы с помощью фитолитного, биоморфного и споропыльцевого анализа.

Невыясненными остаются вопросы об идентификации погребальных подстилок, изготовленных из нерастительных материалов – шерсти, кожи, войлока. Учитывая тот факт, что шерсть и кожа представляют собой питательные субстраты животного происхождения, попадающие в погребальный грунт, можно предложить для их идентификации методы почвенной микробиологии. Подобный подход к определению животных субстратов ранее применялся для идентификации содержимого ритуальных сосудов [Демкин и др., 2014]. Численность молочнокислых бактерий, выращенных из грунта погребального сосуда срубной культуры (XVI–XV вв. до н.э.), увеличилась в три раза на молочной среде по сравнению с контролем, что свидетельствовало о наличии молочного продукта.

Известно, что химическая структура шерсти, очищенной от различных загрязнений, представляет собой биополимер – кератин, который относится к группе белковых веществ. Простейшая формула, отвечающая элементар-

ному составу шерсти ($C_{39}H_{65}N_{11}SO_{13}$), не отличается от формулы кератина [Шайхиев, 2017]. В основу гистологической структуры кожной ткани также входит кератин, наряду с такими белками, как коллаген, эластин и ретикулин.

Для выявления шерсти и кожи в погребальных грунтах археологических памятников мы предлагаем использовать оценку численности микроорганизмов, использующих кератин в качестве источника питания и способных вырабатывать кератинолитические ферменты для его разрушения. Такой способностью, прежде всего, характеризуются кератинолитические грибы, а также актиномицеты [Gupta, Ramnani, 2006]. Ранее для определения кератинолитической активности в почве был разработан метод приманок [Методы почвенной микробиологии ... , 1991], позволяющий судить о степени выраженности данного показателя по интенсивности зарастания субстрата – конского или человеческого волоса – колониями кератинолитических грибов. Этот метод использовался в работах О.Е. Марфениной, А.Е. Ивановой, А.В. Борисова [Марфенина и др., 2001; Иванова и др., 2006; Борисов и др., 2013]. Было установлено, что в культурном слое аланских памятников Кисловодской котловины грунт пола жилых построек характеризовался повышенной кератинолитической активностью по сравнению с грунтом уличных проходов, перекрытий и обмазок [Иванова и др., 2006]. Высокая численность кератинолитических грибов показана в местах содержания скота на поселениях кобанской культуры [Борисов и др., 2013].

Таким образом, целью настоящей работы является оценка численности кератинолитических грибов для выявления следов шерстяных и кожаных изделий в погребениях разных культур.

Объекты исследования

Объектами служили грунты подстилок и перекрытий, репрезентативно отобранные с соблюдением условий стерильности из девяти погребений курганного могильника эпохи бронзы Бейсужек-35 в Прикубанье, охранные раскопки которого проводились в 2017 г. под руководством кандидата исторических наук А.А. Клещенко. Были отобраны образцы тленов подстилок со дна могил и перекрытий могильных ям (более 30 образцов), а также образцы подскелетного грунта (20 образцов). В качестве контроля был использован усредненный образец верхнего слоя погребенной почвы.

Образцы грунта из средневековых погребений отбирались при раскопках курганного могильника Кремень также в 2017 году. В археологической литературе этот памятник известен давно, после раскопок шести курганов из группы В.А. Городцовым летом 1927 г. [Городцов, 1928, с. 20–22]. В 2013 г. в противопожарной распахке в межкурганном пространстве были обнаружены первые кремации, и с 2015 г. на памятнике проводятся стационарные раскопки [Сыроватко, Клещенко, 2017]. Для этого могильника установлен факт сочетания архаичного погребального обряда (грунтовые кремации, помещенные в небольшие ямки или рассыпанные по древней поверхности) с поздней датой – не ранее сер. XII в., то есть «вятичского» времени. Отмечена синхронность грунтовых кремаций курганной части могильника, параллельное существовавшие кладбища, составлявшие единый комплекс, в глубине «вятичской» территории и с «вятичскими» вещами [Сыроватко, Фомченко, 2015; Сыроватко, Клещенко, 2017]. Образцы для анализа грунтов были взяты из погребений-кремаций 8–10, из участков контакта слоя кремации (темно-серого песка с углем и кальцинированными костями) с материковым светло-серым или светло-желтым песком.

Методы исследования

Определение численности кератинолитических грибов проводилось методом чашечного счета на шерстяном диске, который помещался на поверхность твердой питательной среды

Виноградского. Для изготовления дисков 100 % шерстяная ткань обрабатывалась гексаном в течение 1 часа для удаления примесей органических веществ. После высушивания ткань выдерживалась в течение 1 часа в концентрированной соляной кислоте для частичного разрушения кератина, чтобы полученный таким образом питательный субстрат давал возможность учитывать численность не только число колониеобразующих единиц (далее КОЕ) кератинолитических грибов, способных усваивать неповрежденный кератин, но и КОЕ кератинофильных грибов, усваивающих первичные продукты его разложения [Marchisio, 2000]. Из промытой от кислоты и стерилизованной в автоклаве шерстяной ткани изготавливались диски диаметром 90 мм, по диаметру чашек Петри. Диски выравнивались утюгом и вторично стерилизовались в сушильном шкафу при температуре 160 °С в течение 3 часов.

Почвенную суспензию, приготовленную из грунтов погребальных подстилок, высевали на твердую питательную среду Виноградского следующего состава (г/л водопроводной воды): K_2HPO_4 – 1, $(NH_4)_2SO_4$ – 1, $MgSO_4$ – 0,5, $NaCl$ – 0,5, агар – 20. После стерилизации в автоклаве в течение 1,5 ч при 1 атм., среда Виноградского разливалась в чашки Петри.

Для приготовления почвенной суспензии навеску грунта 1 г помещали в стерильную фарфоровую ступку. Далее из колбы, содержащей 100 мл стерильной водопроводной воды, к почве приливали одну каплю (100–200 мкл). Полученную пасту растирали пальцем в стерильной перчатке до полного разрушения структурных агрегатов [Методы почвенной микробиологии ... , 1991], затем количественно переносили в колбы, доводя суспензию до 2-го разведения. На поверхность твердой питательной среды Виноградского наносили 50 мкл полученной суспензии, растирали шпателем и накрывали шерстяным диском, смоченным в отдельно подготовленной стерильной водопроводной воде. Чистым шпателем прижимали диск к поверхности среды до полного контакта. Затем чашки Петри закрывали и помещали в стерильные пластиковые пакеты с кусочком ваты, смоченным в стерильной воде для поддержания влажности. Рост кератинолитических грибов на шерстя-

ном субстрате продолжался в течение 6–7 дней в термостате при температуре 26 °С. Численность кератинолитических грибов после подсчета их колоний на поверхности шерсти определяли по формуле:

$$N = a/v \times 1000 \times 100/m/K_{вл}/1000,$$

где N – численность кератинолитических грибов (тыс./г почвы); a – число колоний на поверхности диска; v – объем капли (мкл); 1000 – число мкл в 1 мл; 100 – второе разведение суспензии; m – масса навески грунта; K_{вл} – коэффициент увлажнения почвы для расчета численности КОЕ кератинолитических грибов на грамм абсолютно сухого грунта.

В эксперименте по проращиванию кератинолитических микроорганизмов сквозь шерстяные диски на среде Виноградского (рис. 1) мы обрабатывали почвенную суспензию ультразвуком, как это принято в почвенной микробиологии при использовании методов учета численности колониеобразующих единиц бактерий и актиномицетов на твердых питательных средах. Однако микробные колонии, прорастающие сквозь шерстяные диски, все без исключения оказались колониями кератинолитических грибов, тогда как колонии прокариот – бактерий и актиномицетов – на поверхности шерсти не были обнаружены ни в одном из случаев. В связи с этим был произведен повторный эксперимент, учитывающий особенности выращивания грибных колоний на твердых питательных средах. В повторном эксперименте образцы погребального грунта доводили до пастообразного состояния и растирали в фарфоровой ступке с соблюдением условий стерильности. Для нанесения почвенной суспензии на среду Виноградского в повторном эксперименте использовали второе разведение суспензии, так же, как и в первом эксперименте с ультразвуковой обработкой.

В могильнике Кремень в образцах фоновой почвы, отобранных из массива насыпи кургана, значения численности кератинолитических грибов после обработки ультразвуком были завышены вследствие дробления грибного мицелия, на что указывает достоверное уменьшение данного показателя в эксперименте без обработки ультразвуком. В нижней части горизонта АВ (38 см) численность керати-

нолитических грибов во втором эксперименте составляла около 3 тыс. КОЕ/г почвы, ниже достигала 6–6,4 тыс. КОЕ/г почвы. Для образцов горизонта В на 75 см результаты экспериментов с ультразвуковой обработкой и без ультразвуковой обработки достоверно не различались, оставаясь на низком уровне. Средняя величина численности кератинолитических грибов 5,7 тыс. КОЕ/г почвы в нижних слоях фоновой почвы в горизонтах АВ и В на глубине 38–75 см была принята в качестве контрольного уровня при исследовании динамики данного показателя в грунтах из погребений, включающих остатки кремаций XII века.

В усредненном образце верхнего слоя погребенной фоновой почвы курганного могильника Бейсужек-35 кератинолитические грибы не были выявлены, поэтому их присутствие в погребальных грунтах считалось значимым даже при минимальной численности КОЕ.

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами [Дмитриев, 1995].

Результаты и обсуждения

В погребальных грунтах могильника Кремень, содержащих кремированные останки (рис. 2), численность кератинолитических грибов в большей части случаев была выше контрольного уровня. Особенно высокие значения данного показателя были зафиксированы в грунте погребения 9, отобранном из-под костяка, и в грунте погребения 10 – на стыке погребения и материка (тара для переноса кремации). Здесь численность кератинолитических грибов составляла соответственно 17 и 52 тыс. КОЕ/г почвы, превышая контрольный уровень соответственно в 4 и 8 раз.

В грунтах погребения 8 (рис. 2) отмечено достоверное увеличение численности кератинолитических грибов в 2,5 и 2 раза по сравнению с контролем с правой стороны и в центре придонной части погребения. При этом в грунте, взятом с левой стенки погребения, увеличение данного показателя по сравнению с контрольным уровнем не выявлялось. В грунте со дна центральной части погребения численность кератинолитических грибов достоверно не отличалась от конт-

рольного уровня, хотя была отмечена тенденция к некоторому ее увеличению – на 25 % по сравнению с контролем.

Поскольку температура горения при кремировании определяется как превышающая 750 °С, то материалы животного происхождения, входящие в состав самих кремированных останков при неполном сгорании, возможно исключить. Высокие значения численности кератинолитических грибов в образцах погребального грунта, содержащего кремированные останки, по-видимому, свидетельствуют о наличии материалов животного происхождения, используемых при транспортировке и захоронении кремированных останков, вероятно, емкостей из кожи или шерстяной ткани (войлока).

На рисунке 3 представлена численность кератинолитических грибов в подстилках и перекрытиях погребений, отнесенных к раннекатакомбной (5 погребений) и новотиторской (4 погребения) культурам эпохи бронзы Прикубанья. Погребения, отнесенные к ранней катакомбной культуре, были обнаружены в курганах 2, 3, 4 и 6. В образце белого тлена, отобранного из погребения 7 кургана 2, кератинолитические грибы не выявлены, а в образце грунта без признаков тлена, который был отобран из этого же погребения, численность микроорганизмов данной группы была исчезающе мала.

В образцах тленов в местах предполагаемого присутствия подушки и подстилки (погребения 15 кургана 3) численность кератинолитических грибов варьировалась от 3 до 10 тыс. КОЕ/г почвы, при этом достоверно более высокой величиной данного показателя характеризовался тлен подстилки.

Из погребения 8 кургана 4 был отобран один образец, где численность кератинолитических грибов составила 3 тыс. КОЕ/г почвы. Из погребения 9 того же кургана были взяты два образца черного тлена в местах предполагаемой циновки спереди и сзади от костяка и один образец белого тлена за пределами циновки. Белый тлен характеризовался отсутствием КОЕ кератинолитических грибов, а в образцах черного тлена они были обнаружены, причем в образце, взятом перед скелетом, численность данной группы достигала 7 тыс. КОЕ/г почвы. В тленах из погребения 15 кургана 6

раннекатакомбной культуры численность кератинолитических грибов была сравнительно высокой: здесь ее значения варьировались от 9 до 20 тыс. КОЕ/г почвы. При этом наибольшей величиной данного показателя характеризовался тлен с охрой.

Погребения новотиторской культуры были найдены в курганах 3 и 6. В погребении 19 кургана 3 максимальная численность КОЕ кератинолитических грибов была зафиксирована в образце тлена со следами древесины, тогда как в образце тлена, отобранном со дна погребения, величина данного показателя была в 4,5 раза меньше, а в образце тлена над погребением КОЕ кератинолитических грибов обнаружены не были. В погребении 29 того же кургана из мест предполагаемой подстилки было отобрано два образца тлена с различной окраской. В образце коричневого тлена численность кератинолитических грибов составляла 5 тыс. КОЕ/г почвы, а в образце белого тлена наличие микроорганизмов данной группы не было зафиксировано.

Из погребения 6 кургана 6 изучено три образца предполагаемой подстилки на различном удалении от скелета. Здесь численность кератинолитических грибов варьировалась от 3 до 13 тыс. КОЕ/г почвы и была максимальной в образце грунта, отобранного в 10 см от скелета. В более удаленных от костей местах отбора образцов тлен на дне характеризовался существенным варьированием численности кератинолитических грибов среди отдельно взятых повторностей микробиологического анализа.

В погребении 7 того же кургана было обнаружено 7 вариантов тлена различной локализации и окраски; кроме того, в некоторых образцах тлена было выявлено наличие охры и древесных остатков. Максимальной численностью кератинолитических грибов здесь характеризовался образец бурого тлена, обнаруженного за головой погребенного. Этот бурый тлен заметно отличался от окружающего грунта погребальной ямы по цвету и по степени выраженности; причем значительная поверхность, по которой он был распределен, могла свидетельствовать о создании на дне погребального ложа из шерсти или кожи.

Тлен перекрытия, обнаруженный на костях погребенного, тлен у колен со следами

охры и тлен на деревянных элементах перекрытия характеризовались различной окраской и высокой численностью кератинолитических грибов, значения которой здесь варьировались от 40 до 60 тыс. КОЕ/г почвы.

Образец тлена, отобранный справа у локтя погребенного, отличался желто-бурым цветом и сравнительно невысокой величиной данного показателя. Тлен вокруг ямы на уровне погребенной почвы характеризовался исчезающе малой численностью кератинолитических грибов. Отсутствие микроорганизмов данной группы было зафиксировано только в одном из образцов, взятых из погребения 7 – в образце с максимальным содержанием охры.

Однако желтый тлен у колен со следами охры характеризовался высокой численностью кератинолитических грибов – до 60 тыс. КОЕ/г почвы. Это может указывать на использование в погребальном обряде подстилки из шерсти или кожи, которая была окрашена охрой. В целом, величины численности кератинолитических грибов в тленах подстилок и перекрытий погребения 7 кургана 6 в несколько раз превышали максимальные значения данного показателя для всех ранее рассмотренных погребений. По-видимому, при сооружении перекрытия поверх настила из дерева здесь могла быть использована шкура животного или шерстяная ткань, на что указывает высокая численность кератинолитических грибов в розоватом тлене перекрытия. Свидетельство о наличии такого же материала было зафиксировано и в самом погребении – на это указывает высокая численность КОЕ кератинолитических грибов в тлене со следами охры, и особенно – чрезвычайно высокая численность микроорганизмов

данной группы в буром тлене за головой погребенного.

Заключение

Впервые использован метод оценки численности кератинолитических грибов в грунтах из погребений с труположением и кремациями с целью реконструкции использования изделий из шерсти в погребальном обряде.

Высокие значения численности кератинолитических грибов в образцах погребального грунта, содержащего средневековые кремированные останки (выше фоновых в 4–8 раз), позволяют предполагать наличие материалов животного происхождения, используемых при транспортировке и захоронении кремированных останков.

Микробиологический анализ тленов из погребений эпохи бронзы позволяет говорить том, что наличие тлена интенсивной бурой и темной окраски указывает на исходное присутствие изделий из шерсти или кожи в убранстве погребального ложа и при создании перекрытий могильных ям.

В образцах неокрашенного или белесого тлена численность кератинолитических грибов была значительно ниже либо таковые не фиксировались. Можно предполагать, что белесые тлены остаются от подстилок растительного происхождения, в то время как темноокрашенные тлены остаются от изделий из шерсти и кожи.

На уровне тенденции можно отметить увеличение численности кератинолитических грибов в грунте, отобранном под коленями и ступнями, по сравнению с образцами грунтов какой-либо другой локализации. По-видимому, это может указывать на использование обуви из шерсти и кожи.

ИЛЛЮСТРАЦИИ

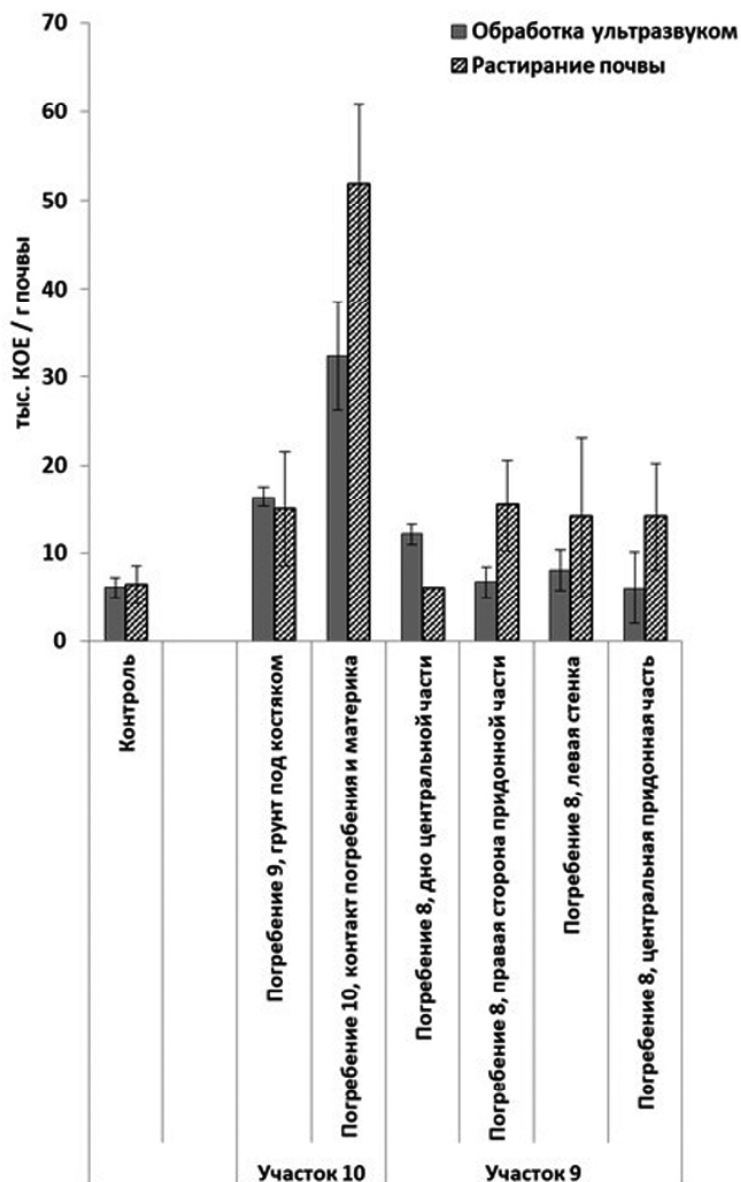


Рис. 1. Численность кератинолитических грибов в образцах кремированных погребений при различном режиме обработки почвенной суспензии (с. Кременье, раскоп 1, 2017)

Fig. 1. The number of keratinolytic fungi in samples of cremated burials at different modes of processing soil suspension (Kremenyev village, excavation 1, 2017)

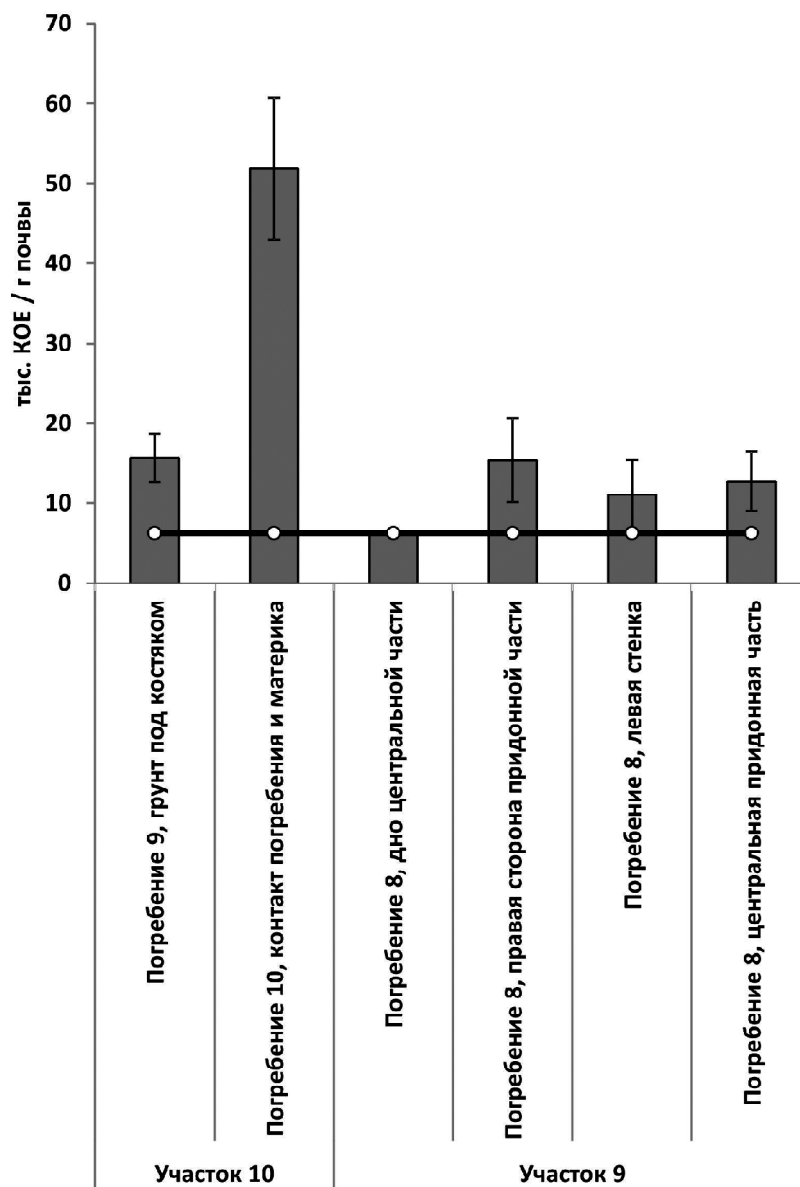


Рис. 2. Численность кератинолитических грибов в образцах кремированных погребений, содержащих кремированные останки (с. Кременье, раскоп 1, 2017)

Fig. 2. The number of keratinolytic fungi in samples of cremated burials containing cremated remains (Kremenyev village, excavation 1, 2017)

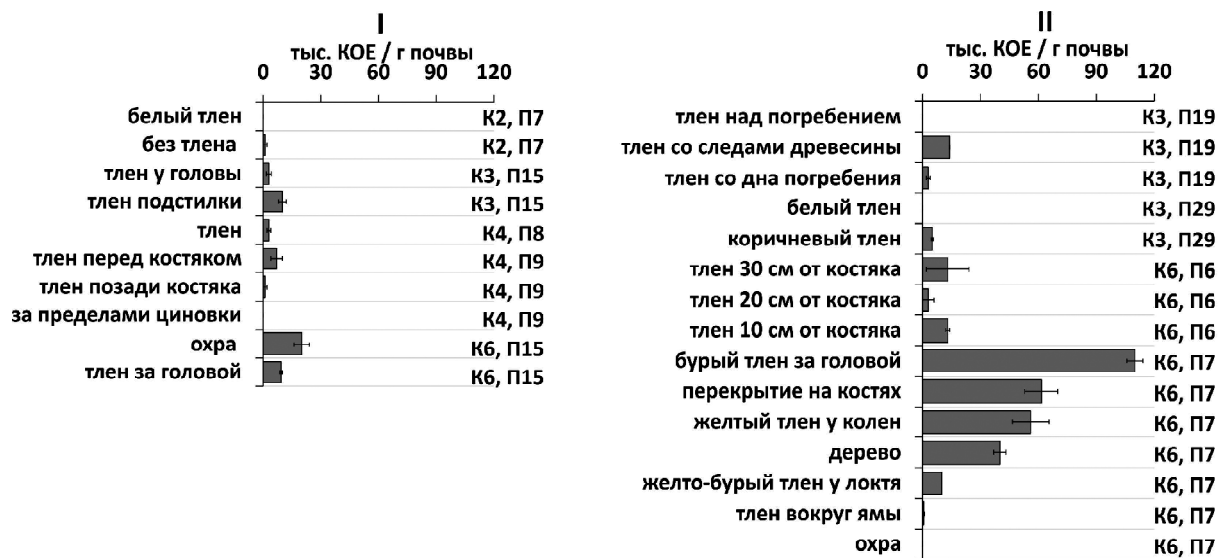


Рис. 3. Численность кератинолитических грибов в тленах из погребений эпохи бронзы:

I – раннекатакомбная культура, *II* – новотиторовская культура

Fig. 3. The number of keratinolytic fungi in the ashes from the burials of the Bronze Age:

I – early catacomb culture, *II* – Novotitorovka culture

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-06-00412 «Выявление и идентификация органических материалов в погребальном обряде культур степной зоны России на основе методов почвенной микробиологии и энзимологии».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Борисов А. В., Петерс С., Чернышева Е. В., Коробов Д. С., Рейнхольд С., 2013. Химические и микробиологические свойства культурных слоев поселений Кобанской культуры (XIII–IX вв. до н.э.) в окрестностях г. Кисловодска // Вестник археологии, антропологии и этнографии. № 4 (23). С. 142–154.
- Бусова В. С., 2017. Текстиль из курганов скифского времени в долине реки Ээрбек (центральная Тува) // Поволжская археология. № 3 (21). С. 318–328.
- Городцов В. А., 1928. Археологические исследования в Коломенском и Каширском уездах. М. : Издательство 1-го Московского государственного университета. 22 с.
- Демкин В. А., Демкина Т. С., Удадьцов С. Н., 2014. Реконструкция погребальной пищи в глиняных сосудах из курганных захоронений с использованием фосфатного и микробиологического методов // Вестник археологии, антропологии и этнографии. № 2 (25). С. 148–159.
- Дмитриев Е. А., 1995. Математическая статистика в почвоведении. М. : Изд-во МГУ. 320 с.
- Иванова А. Е., Марфенина О. Е., Кислова Е. Е., Зазовская Э. П., 2006. Микологические характеристики культурного слоя средневекового поселения на дерново-карбонатных почвах // Почвоведение. № 1. С. 62–71.
- Марфенина О. Е., Горбатовская Е. В., Горленко М. В., 2001. Микологическая характеристика культурных слоев почв древнерусских поселений // Микробиология. Т. 70, № 6. С. 855–859.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991. М. : Изд-во МГУ. 304 с.
- Сыроватко А. С., 2014. Могильники с кремациями на Средней Оке второй половины I тыс. н.э. // Российская археология. № 4. С. 48–61.
- Сыроватко А. С., Клещенко Е. А., 2017. Грунтовые погребения-кремации XII века: новые исследования курганного могильника Кременье // Археология Подмоскovie : материалы научного семинара. Вып. 13. М. : ИА РАН. С. 45–56.

- Сыроватко А. С., Фомченко Э. Э., 2015. Курганная группа в Кременье – новый археологический сюжет // Оки связующая нить: археология Среднего Поочья : материалы VII–VIII региональной научно-практической конференции. Ступино : Ступинский историко-художественный музей. С. 132–138.
- Шишлина Н. И., 1999. Текстиль эпохи бронзы Евразийских степей. // Труды Государственного исторического музея. Вып. 109. М. : ГИМ. 253 с.
- Шайхиев И. Г., 2017. Шерсть и отходы ее переработки в качестве сорбционных материалов // Вестник технологического университета. № 21 (20). С. 139–150.
- Gupta R., Ramnani P., 2006. Microbial keratins and their perspective applications: an overview // Appl. Microbiol. Biotechnol. Vol. 4. P. 1–13.
- Marchisio V. F., 2000. Keratinophilic fungi: Their role in nature and degradation of keratinic substrates // Revista Iberoamericana de Micologia. 699 p.

REFERENCES

- Borisov A.V., Peters S., Chernyshova E.V., Korobov D.S., Reinhold S., 2013. Chemical and Microbiological Properties of Cultural Layers with Regard to Settlements of the Koban Culture (the 13th–9th cc. BC) in the Vicinity of Kislovodsk. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, no. 4 (23), pp. 142-154. (in Russian).
- Busova V.S., 2017. Textile from the Barrows of the Scythian Period in the Valley of the Eerbek River (the Central Tuva). *The Volga River Region Archaeology*, no. 3 (21), pp. 318-328. DOI: <https://doi.org/10.24852/pa2017.3.21.318.328>. (in Russian).
- Gorodtsov V.A., 1928. *Archaeological research in Kolomna and Kashira districts*. Moscow, Izd-vo 1-go Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. 22 p. (in Russian).
- Demkin V.A., Demkina T.S., Udaltsov S.N., 2014. Reconstruction of Burial Food in Clay Vessels from Burial Mound Sites Using Phosphate and Microbiological Methods. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, no. 2 (25), pp. 148-159. (in Russian).
- Dmitriev E.A., 1995. *Mathematical Statistics in Soil Science*. Moscow, Izd-vo MGU. 320 p. (in Russian).
- Ivanova A.E., Marfenina O.E., Kislova E.E., Zazovskaya E.P., 2006. Mycological Characteristics of the Cultural Layer of a Medieval Settlement on Soddy Calcareous Soils. *Eurasian Soil Science*, vol. 39, no. 1, pp. 53-61. DOI: 10.1134/S1064229306010078. (in Russian).

- Marfenina O.E., Gorbatovskaya E.V., Gorlenko M.V., 2001. Mycological Characterization of the Occupation Deposits in Excavated Medieval Russian Settlements. *Microbiology*, vol. 70, no. 6, pp. 738-742. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013152202535> (in Russian).
- Methods of Soil Microbiology and Biochemistry*, 1991. Moscow, Izd-vo MGU. 304 p. (in Russian).
- Syrovatko A.S., 2014. Burials with Cinerations on the Middle Oka River of the Second Half of the 1st Millenium AD. *Rossiyskaya Arkhaeologia*, no. 4, pp. 48-61. (in Russian).
- Syrovatko A.S., Kleshchenko E.A., 2017. Ground Burials-Cremations of the 12th Century: New Studies of the Kremenye Burial Mound. *The Archaeology of the Moscow Region: Proceedings of Scientific Seminar*. Iss. 13. Moscow, Izd-vo IA RAN, pp. 45-56. (in Russian).
- Syrovatko A.S., Fomchenko E.E., 2015. Barrow Group in the Kremenye Burial Mound – a New Archaeological Story. *Oki svyazuyushchaya nit: arkheologiya Srednego Poochya: materialy VII-VIII regionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Stupino, Stupinskiy istoriko-khudozhestvennyy muzey Publ., pp. 132-138. (in Russian).
- Shishlina N.I., 1999. Textile of the Bronze Age of the Eurasian Steppes. *Trudy Gosudarstvennogo Istoricheskogo Muzeya*, iss. 109. Moscow, The State Historical Museum. 253 p.
- Shaykhiev I.G., 2017. Wool and Waste from Its Processing as Sorption Materials. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, no. 21 (20), pp. 139-150.
- Gupta R., Ramnani P., 2006. Microbial Keratins and Their Perspective Applications: an Overview. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, vol. 4, pp. 1-13.
- Marchisio V.F., 2000. Keratinophilic Fungi: Their Role in Nature and Degradation of Keratinic Substrates. *Revista Iberoamericana de Micologia*. 699 p.

Information about the Authors

Natalya N. Kashirskaya, Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Archaeological Soil Science, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science, RAS, Institutskaya St., 2, 142290 Pushchino, Russian Federation, nkashirskaya81@gmail.com.

Lyudmila N. Plekhanova, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Archaeological Soil Science, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science, RAS, Institutskaya St., 2, 142290 Pushchino, Russian Federation, dianthus1@rambler.ru.

Anush A. Petrosyan, Student of Faculty of Soil and Ecology, Pushchino State University of Natural Sciences, Institutskaya St., 2, 142290 Pushchino, Russian Federation, alisa_mayakovskaya@bk.ru.

Anastasiya V. Potapova, Junior Researcher, Laboratory of Archaeological Soil Science, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science, RAS, Institutskaya St., 2, 142290 Pushchino, Russian Federation, anastassia4272@gmail.com.

Aleksandr S. Syrovatko, Candidate of Sciences (History), Head of the Kolomna Archeological Research Center, Kremlevskaya St., 5, 140400 Kolomna, Russian Federation, sasha.syr@rambler.ru.

Aleksandr A. Kleshchenko, Candidate of Sciences (History), Researcher, Institute of Archaeology, RAS, Dmitriya Ulyanova St., 19, 117036 Moscow, Russian Federation, sansanych@bk.ru.

Aleksandr V. Borisov, Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher, Head of Department of Soil Ecology, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science, RAS, Institutskaya St., 2, 142290 Pushchino, Russian Federation, a.v.borisovv@gmail.com.

Информация об авторах

Наталья Николаевна Каширская, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории археологического почвоведения, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, 142290 г. Пушкино, Российская Федерация, nkashirskaya81@gmail.com.

Людмила Николаевна Плеханова, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории археологического почвоведения, Институт физико-химических и био-

логических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, 142290 г. Пущино, Российская Федерация, dianthus1@rambler.ru.

Ануш Андриковна Петросян, студентка почвенно-экологического факультета, Пущинский государственный естественнонаучный университет, ул. Институтская, 2, 142290 г. Пущино, Российская Федерация, alisa_mayakovskaya@bk.ru.

Анастасия Владимировна Потапова, младший научный сотрудник лаборатории археологического почвоведения, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, 142290 г. Пущино, Российская Федерация, anastassia4272@gmail.com.

Александр Сергеевич Сыроватко, кандидат исторических наук, руководитель Коломенского археологического научного центра, ул. Кремлевская, 5, 140400 г. Коломна, Российская Федерация, sasha.syr@rambler.ru.

Александр Александрович Клещенко, кандидат исторических наук, научный сотрудник, Институт археологии РАН, ул. Дм. Ульянова, 19, 117036 г. Москва, Российская Федерация, sansanych@bk.ru.

Александр Владимирович Борисов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом экологии почв, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, 142290 г. Пущино, Российская Федерация, a.v.borisovv@gmail.com.