

Соина Вера Сергеевна, Газимуллина Алина Гранитовна, Мергелов Никита Сергеевич,
Лысак Людмила Вячеславовна, Лапыгина Елена Владимировна

**БАКТЕРИАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В ПОЧВАХ ВЛАЖНЫХ ДОЛИН ОАЗИСА ЛАРСЕМАНН
(ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)**

В статье представлена микробиологическая характеристика ранее не исследованных почв и почвоподобных тел берегового оазиса Ларсеманн в Восточной Антарктике. Описаны своеобразные особенности изученных антарктических почв, определена численность культивируемых и потенциально жизнеспособных бактерий и их распределение в профилях примитивных почв. Обсуждается влияние особенностей антарктических почв на численность и распределение жизнеспособных бактерий, которые участвуют в их формировании.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/9/59.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 9 (64). С. 195-200. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/9/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 631.46

Биологические науки

В статье представлена микробиологическая характеристика ранее не исследованных почв и почвоподобных тел берегового оазиса Ларсеманн в Восточной Антарктике. Описаны своеобразные особенности изученных антарктических почв, определена численность культивируемых и потенциально жизнеспособных бактерий и их распределение в профилях примитивных почв. Обсуждается влияние особенностей антарктических почв на численность и распределение жизнеспособных бактерий, которые участвуют в их формировании.

Ключевые слова и фразы: антарктические почвы; почвоподобные тела; гетеротрофные бактерии; определение численности бактерий методом эпифлюоресцентной микроскопии; бактериальные комплексы.

Вера Сергеевна Соина, к. биол. н.**Алина Гранитовна Газимуллина**

Кафедра биологии почв

Факультет почвоведения

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

soina@yandex.ru; alina-gazimullina@yandex.ru

Никита Сергеевич Мергелов, к. геогр. наук

Лаборатория географии и эволюции почв

Институт географии

Российская академия наук

nikvox@yandex.ru

Людмила Вячеславовна Лысак, д. биол. наук**Елена Владимировна Лапыгина**, к. биол. наук

Кафедра биологии почв

Факультет почвоведения

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

lvlysak@mail.ru; soina@yandex.ru

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В ПОЧВАХ ВЛАЖНЫХ ДОЛИН ОАЗИСА ЛАРСЕМАНН (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)[©]

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых российских ученых - кандидатов наук МК-5451.2011.5, а также РФФИ 12-04-01815. Полевые работы проводились при поддержке Российской антарктической экспедиции.

Введение

В настоящее время интенсивно ведутся исследования микробных сообществ экстремально холодных биотопов Антарктиды, которые играют ведущую роль в процессах первичного почвообразования. Следует отметить, что изучение почвообразовательных процессов в Антарктиде проводилось в основном зарубежными исследователями в районе Сухих Долин, станции Мак-Мердо и Трансантарктических гор, а также на Антарктическом полуострове и прилегающих островах. Лишь с недавнего времени началось систематическое изучение почв и почвоподобных тел в оазисах в районе российских станций [1; 2; 7]. Малоисследованными остаются почвы береговой части Восточной Антарктики.

Антарктические почвы и мерзлые осадки привлекают внимание ученых всего мира не только с точки зрения изучения сохранения и эволюции жизни в таких экстремальных местообитаниях, но и в связи с тем, что Антарктида рассматривается как модель для астробиологических экстраполяций, необходимых для планирования инопланетных миссий. Международное сообщество почвоведов предполагает включать в объекты своего изучения такие нетрадиционные тела как лунные, марсианские, другие реголиты и поверхностные образования, что отразилось на последнем 19-м Международном конгрессе по почвоведению, где была проведена секция «Астропедология» [9].

В настоящее время российскими учеными изучаются почвы в ранее слабоисследованных с почвенной точки зрения оазисах береговой части Восточной Антарктики (Ларсеманн и Холмы Тала), которые характеризуются чередованием «влажных долин», межопочных пространств, сухих водоразделов и скальных обнажений с эндолитными почвами [2].

Большой интерес представляет изучение эндолитного почвообразования под воздействием организмов, населяющих и развивающихся в структурных приповерхностных полостях породы [5]. В отличие от собственно эндолитных организмов, воздействие эндолитных организмов на породу и их влияние на формирование скальных «загаров» до настоящего времени практически не изучалось [3]. Эндолитные организмы (цианобактерии, зеленые водоросли, фотобионтные компоненты лишайников) играют важнейшую роль в деструкции породы, а также выступают единственными первичными продуцентами в приповерхностной экосистеме плотных пород. Синтезируемое ими органическое вещество, которое впоследствии разлагается эндолитными гетеротрофами (микромикетами, бактериями), становится важным компонентом поверхностного

слоя породы. Эндолитные сообщества, включая гетеротрофные микроорганизмы, не только участвуют в образовании почв и почвоподобных тел, но и могут проявлять устойчивость к высоким дозам радиации, смене температур и другим экстремальным воздействиям, представляя собой перспективную модель для астробиологических исследований.

Данные по микробиологическому разнообразию и общей численности микроорганизмов в антарктических почвах, полученные традиционными методами, обобщены в основном в работах зарубежных авторов и относятся к территориям Западной Антарктики [4-6; 10]. Также в настоящее время проводятся интенсивные молекулярно-генетические исследования таксономического разнообразия антарктических почв [12; 13]. Опубликованные данные свидетельствуют о заселенности антарктических почв жизнеспособными микроорганизмами и их биоразнообразии, определяемом молекулярными методами. Однако изучение культивируемых форм микроорганизмов и их потенциальной жизнеспособности не утратило своего значения для характеристики физиологического состояния, биологической активности и устойчивости к внешним воздействиям антарктических микроорганизмов, участвующих в первичном почвообразовании.

Целью настоящего исследования было изучение бактериальных комплексов слабо исследованных почв в береговом оазисе Ларсеманн в Восточной Антарктиде, их общей численности и потенциальной жизнеспособности.

Объекты и методы

Оазис Ларсеманн - это свободный от ледникового покрова мелкосопочник площадью около 50 км², расположенный на побережье Восточной Антарктиды (69° 30' ю.ш., 76° 20' в.д.). Коренными породами служат протерозойские граниты и гранитоиды. Климатические условия хоть и суровы, но не запрещают протекание химико-биологических трансформаций минеральных субстратов. Среднегодовая температура воздуха составляет -9,8°C. Среднемесячные зимние температуры составляют от -15°C до -18°C. Дневные температуры в период с декабря по февраль (антарктическое лето) нередко превышают 4°C и могут быть выше 10°C. Поверхность пород может нагреваться в летний период до 30-35°C, увеличивая скорость протекания химико-биологических реакций. Осадки выпадают только в виде снега и практически никогда не превышают 250 мм в год в жидком эквиваленте. Снежный покров редко бывает сплошным, так как твердые осадки быстро перераспределяются ветром и аккумулируются в виде снежников. Важнейший структурный элемент ландшафта оазиса - межгорные влажные долины. Это области максимального развития биоты и максимального биоразнообразия в оазисе. Здесь на мелкоземисто-щебнистых субстратах формируются моховые, лишайниковые, водорослевые покровы, многочисленные колонии микромрицетов. В связи с отсутствием жидких осадков, мощным ветровым и морозным иссушением грунта определяющим фактором для развития организмов в оазисе является доступность влаги. Ее основные источники - тающие снежники и внутрпочвенный шлировый лед.

В качестве объектов исследования выбрали две группы почв: 1) на рыхлых отложениях в днище межгорных долин, получающих летом питание от тающих снежников и 2) эндолитные почвы на обнажениях гранитоидов.

Образцы для микробиологического анализа были отобраны во время 55-ой Антарктической экспедиции в 2010 году с соблюдением условий стерильности и хранились в морозильной камере при температуре -18°C.

Всего было изучено 16 образцов из 6 разрезов, описание которых представлено в Табл. 1. Бактериальные комплексы исследовали в органо-минеральном горизонте эндолитной почвы на гранитном обнажении северной экспозиции (разрез 10-45), а также в почвах днища влажных долин, формирующихся на элюводелювии гранитоидов, где основной фракцией является крупнозернистый песок кварц-полевошпатового состава. Состав биоты почв влажных долин во многом определяется степенью увлажнения тальми водами снежника. Изучались почвы в непосредственной близости от снежника, где в растительном покрове доминируют мхи (разрез М3). Моховая подстилка развивается под щебнистой броней каменной мостовой и иногда куртинами выходит на поверхность. Под подстилкой имеется отдельный минеральный горизонт с активным развитием мицелиальных форм микроорганизмов. По мере удаления от снежника появляются почвы, в которых из макропризнаков жизни имеется лишь оливковый органо-минеральный горизонт, образовавшийся за счет развития колоний водорослей в песчаной подушке каменной мостовой, и горизонты с мицелием грибов или актиномицетов (разрезы М2, 10-15L1, 10-15P1). Жизнь в таких горизонтах поддерживается за счет капиллярного подтягивания надмерзлотной влаги, редких снегопадов и, по-видимому, защиты щебнистой брони каменной мостовой от выдувания ветром и агрессивного УФ-излучения. В схожем местообитании изучалась почва в микрозападине, в которой образовался торфянистый микрогоризонт (разрез 10-06).

Определяли число жизнеспособных культивируемых аэробных гетеротрофных бактерий на триптиказосеовой среде. Согласно опубликованным данным, данная группа бактерий имеет достаточно высокие показатели сохранения жизнеспособности в антарктических почвах и дает хорошо воспроизводимые результаты по числу культивируемых клеток (КОЕ/г) [8].

Общую численность бактерий в образцах изучали методом эпифлюоресцентной микроскопии с использованием красителя акридин оранжевый (АО). Изучение физиологического состояния клеток бактерий в образцах почв проводили этим же методом с окрашиванием клеток красителем L7012 (LIVE/DEAD, BacLight Bacterial Viability Kits (Molecular Probes, USA)), который позволяет дифференцировать клетки с неповрежденной мембраной (потенциально жизнеспособные) от клеток с поврежденной мембраной (могут быть отнесены к потенциально нежизнеспособным). Краситель состоит из комбинации флуорофоров: пропидиума йодида и *SYTO9* (флуоресцеина изотиоцианата). Эта флуоресцентная система позволяет дифференцировать интактные клетки бактерий (зеленое свечение) и клетки с поврежденными мембранами (красное свечение): *SYTO9* окрашивает ДНК всех клеток, в то время как пропидиум йодид проникает только в клетки с поврежденными мембранами. Содержание углерода и азота в образцах изучалось методом сухого сжигания на анализаторе *Vario ELIII*.

Результаты и обсуждение

Как видно из таблицы, количество углерода в целом в исследуемых почвах было невысоким, за исключением образца эндолитной почвы, моховой подстилки и торфянистого горизонта, где содержание углерода колебалось от 3,3 до 8,74 %, а содержание азота - от 0,01 до 0,47%. Реакция среды близка к нейтральной, что может быть обусловлено составом биоты.

Табл. 1. Описание образцов антарктических почв

№ обр.	Описание образцов, горизонты	C, %	N, %	pH водн.
Разрез 10-45. Эндолитная почва				
1	Нижняя поверхность десквамационной плитки с эндолитным сообществом; органоминеральный горизонт, который визуализируется по светло-зеленому пигменту скоплений одноклеточных водорослей на поверхности зерен кварца и полевых шпатов; гранитоид.	3,33	0,47	6,40
Разрез М3. Почва в днище влажной долины				
2	О, 0-1 см. Моховая подстилка с минеральными примесями.	5,85	0,50	5,15
3	В, 1-2 см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок, покрытый белесым мицелием.	0,85	0,08	5,15
Разрез М2. Почва в днище влажной долины, мхи отсутствуют, присутствуют водоросли				
4	КМ+V, 0-1 см. Песчаная подушка под каменной мостовой, присутствуют колонии одноклеточных водорослей, ржаво-бурый крупнозернистый песок.	0,28	-	-
5	В ₁ , 1-10 см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок.	0,24	0,03	7,55
6	В ₂ , 40-50 см. Минеральный горизонт, ржаво-бурый крупнозернистый песок без признаков макробиоты.	0,10	-	6,25
Разрез 10-15L1. Почва в днище влажной долины, расположена в микроложбине, отсутствуют мхи, присутствуют водоросли				
7	КМ+V, 0-1 см. Песчаная подушка под каменной мостовой с мертвой и живой биомассой одноклеточных водорослей, основной материал - крупнозернистый песок.	0,37-	0,04-	6,85-
8	В ₁ , 1-2(3) см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок, есть признаки мицелия (грибов или актиномицетов).			
9	В ₂ , 2(3)-10 см. Минеральный горизонт, ржаво-бурый крупнозернистый песок без признаков макробиоты.	0,11	0,01	7,70
Разрез 10-15P1. Почва в днище влажной долины, расположена на микрополигоне, отсутствуют мхи, отсутствуют водоросли в каменной мостовой				
10	КМ, 0-2 см. Песчаная подушка под каменной мостовой без признаков макробиоты.	0,25	0,05	8,20
11	В ₁ , 2-10 см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок, есть признаки мицелия (грибов или актиномицетов).	0,14	0,03	7,15
12	В ₂ , 40-50 см. Минеральный материал, крупнозернистый песок без признаков макробиоты.	0,08	-	5,50
Разрез 10-06. Почва в днище влажной долины, микрозападина				
13	КМ+V, 0-2(4) см. Песчаная подушка под каменной мостовой со скоплениями одноклеточных водорослей.	0,12	0,02	6,95
14	Т, 2-4 см. Торфянистый органогенный горизонт, в основном мертвая биомасса.	8,74	0,48	5,25
15	В ₁ , 4-10 см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок, есть признаки мицелия (грибов или актиномицетов).	0,26	0,03	5,55
16	В ₂ , 10-20 см. Минеральный материал, ржаво-бурый крупнозернистый песок, без признаков макробиоты.	0,17	-	6,85

«-» - не определяли.

Своеобразной особенностью исследованных примитивных почв влажных долин является то, что они формируются под защитой каменной или щебнистой мостовой. Она образуется за счет выдувания мелкозема и остаточного накопления щебня на поверхности почвы или же при вымораживании щебня. Такая мостовая служит своеобразной защитой для организмов: под ее «броней» уменьшается влияние ветра, лучше сохраняется влага, снижается доля прямого света с агрессивной УФ-составляющей. Организмы уходят с поверхности и находят свою нишу в мелкоземе под мостовой. Схожее явление наблюдается при формировании эндолитных почв, когда организмы проникают по микротрещинам внутрь массивно-кристаллических пород, функционируют там и даже осуществляют фотосинтез за счет света, проникающего через прозрачные зерна минералов. Возникает уникальная ситуация, когда основной «очаг» биоминеральных взаимодействий - органогенный горизонт - находится не на поверхности породы, а внутри нее, а микропрофили могут формироваться по обе стороны (в двух направлениях) от органогенного горизонта, то есть внутри основного объема породы под эндолитным сообществом и над ним в десквамационной корке, включая ее дневную поверхность [3]. Такие особенности вместе с иными физико-химическими факторами, прежде всего температурными и наличием доступной влаги, могут влиять на распределение бактериальных клеток в микропрофилях формирующихся почв. Данное предположение подтверждается полученными данными по определению общей численности бактерий методом эпифлюоресцентной микроскопии с использованием красителя акридин оранжевый (АО).

Как видно из Табл. 2, численность бактерий в исследованных почвенных профилях варьировала от 31 до 580 млн кл. в 1 г почвы. Максимальная численность (580 млн кл./г образца) зафиксирована в образце песчаной подушки под каменной мостовой, обильно пронизанной мертвой и живой биомассой одноклеточных водорослей. Минимальная численность бактерий отмечена в нижележащих горизонтах (В1 и В2) - 60 и 50 млн клеток в 1 г почвы соответственно. Следует отметить, что для горизонтов без визуальных признаков макробиоты наблюдается невысокая численность бактерий по сравнению с горизонтами, где визуально обнаруживался рост водорослей и мхов.

Табл. 2. *Общая численность бактерий, млн клеток в 1 г почвы (окраска АО)*

№ обр.	№ разреза	Горизонт	Численность бактерий, млн клеток в 1 г
1	Разрез 10-45	Эндолитный органоминеральный горизонт	500±30
2	Разрез М3	О, 0-1 см	280±10
3		В, 1-2 см	280±10
4	Разрез М2	КМ+V, 0-1 см	60±3
5		В ₁ , 1-10 см	410±20
6		В ₂ , 40-50 см	50±3
7	Разрез 10-15L1	КМ+V, 0-1 см	580±29
8		В ₁ , 1-2(3) см	380±19
9		В ₂ , 2(3)-10 см	120±6
10	Разрез 10-15P1	КМ, 0-2 см	400±20
11		В ₁ , 2-10 см	180±9
12		В ₂ , 40-50 см	110±6
13	Разрез 10-06	КМ+V, 0-2(4) см	290±15
14		Т, 2-4 см	230±12
15		В ₁ , 4-10 см	31±16
16		В ₂ , 10-20 см	80±4

Во многих почвах умеренных широт наблюдается постепенное уменьшение численности клеток вниз по профилю, но как показали результаты исследования, подобная закономерность для отобранных образцов антарктических почв соблюдается не всегда. Так, разрез М3, представленный всего двумя горизонтами общей мощностью 2 см, характеризуется одинаковой численностью клеток в обоих горизонтах (280 млн кл./г почвы). В разрезе М2, мощность которого 50 см, пик численности наблюдается в горизонте В1 - 410 млн кл./г почвы (1-10 см), а в выше- и нижележащих горизонтах численность бактерий была почти на порядок ниже и составляла 60 и 50 млн кл. в 1 г почвы, соответственно.

Для разрезов 10-15L1 и 10-15P1 наблюдается постепенное уменьшение численности клеток бактерий вниз по профилю. В обоих разрезах максимумы приходятся на песчаные подушки каменных мостовых, что в случае почвы в микроложбине (10-15L1) совпадает с максимальным развитием водорослей по макроморфологическим признакам. Важно, что в почве на микрополигоне (10-15P1), где отсутствуют визуальные признаки биоты непосредственно под каменной мостовой, численность бактерий остается максимальной именно в этом горизонте.

Для разреза 10-06 характерно значительное снижение численности бактерий по профилю: в горизонтах КМ+V и Т она ожидаемо была максимальной, в минеральных горизонтах резко снизилась.

В целом общая численность бактерий в исследованных почвах была ниже на порядок, чем обычно регистрируется в почвах умеренных широт, и значительно варьировала по профилю. Выше численность была в органогенных горизонтах (обрастания водорослями, моховая подстилка, торфянистый горизонт), а также в горизонтах, формирующихся непосредственно под каменной мостовой, которая, видимо, создает для бактерий своеобразный «тепличный эффект».

Из нативных образцов эндолитного почвоподобного тела и почв влажных долин Антарктиды были выделены жизнеспособные гетеротрофные бактерии, которые по числу КОЕ на г (10^2 - 10^6 кл./г) сопоставимы с показателями, определяемыми в ранее исследованных образцах арктических тундровых почв или арктических мерзлых погребенных почв и осадков [11], а также исследованных антарктических почв [10] и антарктических осадков [8].

На Рис. 1 показано распределение органического углерода и численности бактерий, включая гетеротрофы, в различных образцах. Общая численность бактерий не обнаруживает тесной связи с содержанием углерода (коэффициент корреляции 0,15), в то время как численность гетеротрофных бактерий по числу КОЕ, напротив, такую связь обнаруживает (коэффициент корреляции 0,78). Это указывает на то, что значимая часть органического вещества слабо связана с минеральной матрицей и находится в лабильной, доступной для гетеротрофных бактерий, форме. Известно, что степень гумификации в изучаемых почвах очень низкая, а органическое вещество представлено в основном мертвой биомассой водорослей, лишайников и/или мхов.

Общая численность бактерий во всех образцах, определенная с помощью красителя L7012, варьировала в пределах от 60 до 640 млн кл. в 1 г почвы, что коррелирует с данными, полученным при окрашивании почвенной суспензии красителем акридином оранжевым.

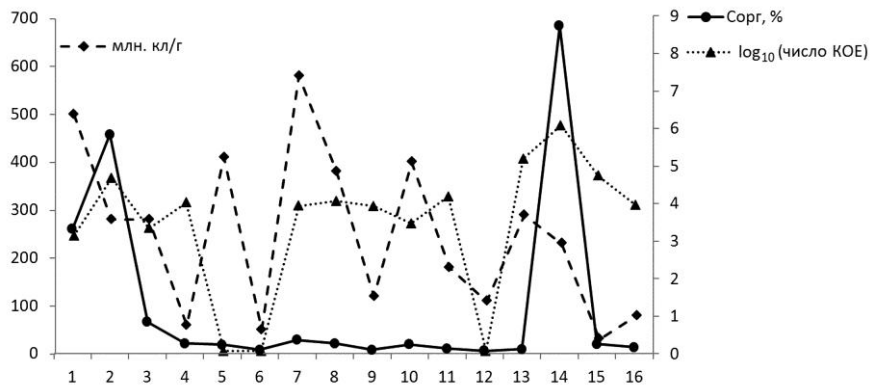


Рис. 1. Распределение органического углерода (%), общей численности бактерий (млн кл./г) и численности гетеротрофных бактерий (число КОЕ). Примечание: для представления на графике используется десятичный логарифм числа КОЕ

Обращает на себя внимание высокая доля жизнеспособных клеток в большинстве исследованных образцов, которая была выше 60% (в 10 из 16 исследованных образцов) (Табл. 3). Полученные показатели близки к данным о содержании потенциально жизнеспособных клеток бактерий в почвах умеренных широт. Следует отметить, что в трех образцах (разрезы 10-15P1, M2, 10-06) доля жизнеспособных клеток была близка к 80%. Только для трех образцов (разрез M3, 10-15P1, 10-45) доля неповрежденных клеток была меньше 50%.

Табл. 3. Доля (в %) и численность (млн клеток в 1 г почвы) потенциально жизнеспособных клеток и клеток с поврежденной мембраной, окраска L/D

№ обр.	№ разреза	Горизонт	Число неповрежденных клеток, млн кл. в 1 г почвы	Число поврежденных (красных) клеток, млн кл. в 1 г почвы	Доля потенциально жизнеспособных клеток, %
1	Разрез 10-45	Эндолитный органо-минеральный горизонт	230±12	200±10	53
2	Разрез M3	O, 0-1 см	130±7	150±8	46
3		B, 1-2 см	160±8	230±12	41
4	Разрез M2	KM+V, 0-1 см	50±3	20±1	71
5		B ₁ , 1-10 см	410±20	180±9	69
6		B ₂ , 40-50 см	40±2	20±1	67
7	Разрез 10-15L1	KM+V, 0-1 см	330±16	150±8	69
8		B ₁ , 1-2(3) см	440±22	200±10	68
9		B ₂ , 2(3)-10 см	290±15	180±9	62
10	Разрез 10-15P1	KM, 0-2 см	160±8	180±9	47
11		B ₁ , 2-10 см	180±9	50±3	78
12		B ₂ , 40-50 см	130±7	10±0,5	93
13	Разрез 10-06	KM+V, 0-2(4) см	230±12	90±5	72
14		T, 2-4 см	160±8	160±8	50
15		B ₁ , 4-10 см	210±10	110±6	66
16		B ₂ , 10-20 см	120±6	80±4	60

Наличие жизнеспособных бактерий в исследованных почвах позволило выделить в чистые культуры на триптиказо-соевой среде (Sigma) гетеротрофные бактерии. Среди них большинство составляли окрашенные формы - оранжевые, желтые, розовые, которые выделялись из поверхностных горизонтов почв, что, по-видимому, позволяет им противостоять сильному ультрафиолетовому излучению, характерному для Антарктиды. В нижележащих горизонтах увеличивалось число неокрашенных форм. Обращает на себя внимание тот факт, что выделяемые на чашках после первоначального высева культуры по культурально-морфологическим признакам могут быть отнесены к небольшому числу таксонов, в отличие от культур, выделяемых из арктических почв, а также арктических мерзлых осадков [11]. Среди культивируемых культур практически отсутствовали спорообразующие бактерии, что вообще характерно для местообитаний с отрицательными температурами, в частности, для нижележащих мерзлых осадков [Ibidem]. Характерно присутствие в бактериальном сообществе изученных антарктических почв стрептомицетов, которые выделяются крайне редко из нижележащих горизонтов мерзлых осадков, но в то же время обнаруживаются в образцах антарктических льдов. По морфологии выделенные нами культуры были разделены на 4 типа: коринеформные, кокки, стрептомицеты и палочки с граммотрицательным типом клеточной стенки.

Выводы

1. Общая численность бактерий в примитивных почвах влажных долин оазиса Ларсеманн не превысила 10^8 клеток в 1 г, что ниже значений, обычно регистрируемых в почвах умеренных широт.
2. Высокая численность и доля жизнеспособных клеток в исследованных образцах (60% и выше) свидетельствуют о высокой устойчивости бактериальных комплексов почв влажных долин к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды в условиях Восточной Антарктиды.

3. Наибольшая численность и доля жизнеспособных клеток отмечены в мелкозем непосредственно под каменной мостовой. Такие местообитания (песчаные горизонты с куртинами мха, скоплениями водорослей и микромицетов) наиболее благоприятны для развития бактерий, так как защищены каменной мостовой от ветровой корразии, иссушения и агрессивного УФ-излучения, но в то же время близки к поверхности, хорошо прогреваются при инсоляции мостовой и получают питание при таянии снежников.

4. Число колониеобразующих единиц гетеротрофных бактерий коррелирует с содержанием органического углерода в почве, что указывает на то, что значимая часть органического вещества лабильна и доступна для бактерий, но слабо связана с минеральной матрицей и слабогумифицирована.

Список литературы

1. Абакумов Е. В. Почвы Западной Антарктики. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2011. 112 с.
2. Горячкин С. В., Гиличинский Д. А., Мергелов Н. С., Конюшков Д. Е., Лупачев А. В., Абрамов А. А., Зазовская Э. П. Почвы Антарктиды: первые итоги, проблемы и перспективы исследований // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М. А. Глазовской). М., 2012. С. 361-388.
3. Мергелов Н. С., Горячкин С. В., Шоркунов И. Г., Зазовская Э. П., Черкинский А. Е. Эндолитное почвообразование и скальный «загар» на массивно-кристаллических породах в Восточной Антарктике // Почвоведение. 2012. № 10. С. 1-18.
4. Cameron R. E., Hanson R. B., Lacy G. N., Morelli F. A. Soil Microbial and Ecological Investigations in the Antarctic Interior // Antarctic J. of the United States. 1970. Vol. 5. P. 87-88.
5. Friedmann E. I. Endolithic Microorganisms in the Antarctic Cold Desert // Science. 1982. Vol. 215. P. 1045-1053.
6. Friedman E. I., Gilichinsky D. A., Wilson G., Ostroumov V., Vorobyova E. A., Soina V. S., Sherbakova V., Vishnivetskaya T. A., Chanton J., Friedman O., McKay C. P., Rivkina E. Viable Bacteria, Methane, and High Ice Content in Antarctic Permafrost, Relevance to Mars // ISSOL'96: 8th ISSOL Meeting: 11th International Conference on the Origin of Life. Orleans, 1996.
7. Gilichinsky D., Abakumov E., Abramov A., Fyodorov-Davydov D., Goryachkin S., Lupachev A., Mergelov N., Zazovskaya E. Soils of Mid and Low Antarctic: Diversity, Geography, Temperature Regime // Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science. Brisbane, 2010. P. 32-35.
8. Gilichinsky D. A., Wilson G. S., Friedmann E. I., McKay C. P., Sletten R. S., Rivkina E. M., Vishnivetskaya T. A., Erokhina L. G., Ivanushkina N. E., Kochkina G. A., Shcherbakova V. A., Soina V. S., Spirina E. V., Vorobyova E. A., Fyodorov-Davydov D. G., Hallet B., Ozerskaya S. M., Sorokovikov V. A., Laurinavichyus K. S., Shatilovich A. V., Chanton J. P., Ostroumov V. E., Tiedje J. M. Microbial Populations in Antarctic Permafrost: Biodiversity, State, Age and Implication for Astrobiology // Astrobiology. 2007. Vol. 7 (2). P. 275-311.
9. Targulian V., Mergelov N., Gilichinsky D., Sedov S., Demidov N., Goryachkin S., Ivanov A. Dokuchaev's Soil Paradigm and Extraterrestrial "Soils" / ed. by R. Gilkes, N. Prakongkep // Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil Solutions for a Changing World - 2010. Brisbane, 2010. P. 1-4.
10. Vishniac H. S. The Microbiology of Antarctic Soils // Antarctic Microbiology / ed. by E. J. Friedmann. Wiley-Liss, Inc., 1993. P. 297.
11. Vorobyova E., Soina V., Gorlenko M., Minkovskaya N., Zalinova N., Mamukelashvili A., Gilichinsky D., Rivkina E., Vishnivetskaya T. The Deep Cold Biosphere: Facts and Hypothesis // FEMS Microbiol. Rev. 1997. Vol. 20. P. 277.
12. Yergeau E., Newsham K. K., Pearce D. A., Kowalchuk G. A. Patterns of Bacterial Diversity across a Range of Antarctic Terrestrial Habitats // Environmental Microbiology. 2007. Vol. 9. P. 2670-2682.
13. Zeng X., Xiao X., Wang F. Response of Bacteria in the Deep-Sea Sediments and the Antarctic Soils to Carbohydrates: Effects on Ecto-enzyme Activity and Bacterial Community // J. Environ. Sci. (China). 2010. Vol. 22 (11). P. 1779.

УДК 94(47)

Исторические науки и археология

В статье рассматривается деятельность «Дружеского литературного общества». Его участники обсуждали новинки отечественной и зарубежной литературы, выступали со своими произведениями. Одним из участников «Дружеского литературного общества» являлся А. С. Кайсаров, который внёс весомый вклад в становление и развитие отечественного славяноведения. В историко-сравнительном аспекте исследуется его малоизвестное сатирическое произведение, направленное против господствовавшего в русской литературе в начале XIX века сентиментализма.

Ключевые слова и фразы: деятельность; литературная направленность; литературно-просветительский кружок; мировоззрение; пародия; сентиментализм.

Елена Эдуардовна Спикина

Кафедра истории России

Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

Serg.Lewin@yandex.ru

А. С. КАЙСАРОВ И «ДРУЖЕСКОЕ ЛИТЕРАТУРНОЕ ОБЩЕСТВО»[©]

В начале XIX века в Москве образовался литературно-просветительский кружок - «Дружеское литературное общество». Инициаторами его учреждения были Александр Фёдорович Мерзляков и Андрей Иванович Тургенев. Участники общества так сформулировали его цель: «Возжигать сердца наши священным