



УДК 631.46

## **Эколого-микробиологические особенности и биологическая активность почв Южного Предбайкалья, находящихся под влиянием рекреационной деятельности**

А. П. Макарова<sup>1</sup>, Е. В. Напрасникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Иркутский государственный университет, Иркутск,*

<sup>2</sup> *Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск*  
*E-mail: nadin\_buk@mail.ru*

**Аннотация.** Получены новые экспериментальные данные о эколого-микробиологических свойствах и биологической активности некоторых типов почв в центральной экологической зоне Байкальской природной территории. Установлено, что наибольшую чувствительность к условиям рекреационной нагрузки проявляют актиномицеты, наименьшую – спорообразующие бактерии. Биологическая активность почв сохраняется на относительно высоком уровне.

**Ключевые слова:** почвы, микроорганизмы, биологическая активность.

### ***Введение***

Уникальное географическое положение, природно-климатические особенности и обилие объектов историко-культурного наследия предопределяют высокую рекреационную привлекательность Южного Предбайкалья, особенно многих участков в пределах центральной экологической зоны Байкальской природной территории. Одной из наиболее интенсивно эксплуатируемых в этом направлении территорий является прилегающая к побережью оз. Байкал часть Ольхонского района Иркутской области [1].

Природный комплекс Южного Предбайкалья обусловил здесь развитие подтаёжных, лесостепных и степных почв. Современное состояние почвенного покрова этих территорий определяется как влиянием природных факторов, подчиняющихся региональным и локальным закономерностям, так и многообразием видов рекреационной нагрузки, ведущей к уплотнению почвы и другим негативным изменениям.

Цель настоящей работы заключалась в изучении микробиологических свойств и биологической активности основных типов почв, подвергнувшихся рекреационному воздействию.

### *Материалы и методы*

В Приольхонском плато сохранился древний «добайкальский» геоморфологический ландшафт с синхронным ему прерывистым плащом глубоководных пород, которые сформировались в субтропических условиях поздне меловой-раннепалеогеновой эпохи [4]. Древний рельеф плато сохранился в слабо изменённом виде благодаря сухому климату и довольно стабильному положению поверхности Приольхонского тектонического блока.

Побережье оз. Байкал в окрестностях р. Сармы входит в подтаёжно-степной пояс, где светлохвойные лиственничные и сосновые леса граничат со степными участками. На выходах коренных пород и скалистых участках побережья встречаются криоксеропетрофитные типчаково-тимьяновые степные группировки. В межгрядных понижениях – комплексы полынно-типчаково-востречовых и ковыльно-житняковых степей, приобретающих статус особо охраняемых. Здесь произрастают эндемичные и реликтовые растения: первоцвет перистый, остролодочник трёхлистный и другие.

Специфика свойств почв Ольхонского района обусловлена резко континентальным сухим климатом и характером подстилающих пород и проявляется в следующем: облегчённый гранулометрический состав верхних генетических горизонтов; укороченность и зацебнённость профиля; слабая выщелоченность большей части почв; широкий диапазон содержания гумуса при узком диапазоне изменения гранулометрического состава; резкое снижение содержания органического вещества вниз по профилю.

На изучаемой территории преобладают тёмногумусовые (дерново-карбонатные) почвы под лиственничными, сосновыми, лиственнично-сосновыми травяно-брусничными и травяными остепнёнными на карбонатных породах лесами. Встречаются чернозёмы и чернозёмовидные почвы под злаковыми и разнотравно-злаковыми растительными группировками, серые почвы под вторичными берёзово-сосновыми и осиновыми травяными лесами. Каштановые и так называемые каштановидные почвы [2; 3] встречаются под мелкодерновинно-злаковой и низкотравной растительностью. Формирование сухостепных ландшафтов с каштановыми почвами связано с аридной горной зональностью. Недостаток атмосферного увлажнения и высокая водопроницаемость древесисто-суглинистых почвогрунтов обуславливают низкую биопродуктивность и устойчивость ландшафтов к антропогенному воздействию.

Объектами детального исследования служили зональные почвы Ольхонского района, функционирующие в условиях рекреационной нагрузки. Отбор почвенных образцов для анализов осуществлялся с органогенных горизонтов на опытных площадках согласно общепринятому методу [5]. При идентификации доминирующих сапрофитных зубактерий, выросших на стандартных питательных средах, а также актиномицетов и микроскопических грибов использовали определители по соответствующим группам [6–8]. Уровень биологической активности почв (БАП) определён экспресс-методом Т. В. Аристовской и М. В. Чуговой [9], сущность которого состоит в регистрации скорости (в часах) изменения рН под влиянием аммиака, выделяемого при разложении карбамида (чем меньше скорость реакции,

тем большим считается уровень БАП). Щёлочно-кислотные условия регистрировались потенциометрическим методом. Химические анализы почв проводились в химико-аналитическом центре Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН.

### **Результаты и обсуждение**

Исследованные почвы характеризуются нейтральной и щелочной реакцией среды, что в значительной степени отличает их от аналогичных почв Европейской части, которые имеют слабокислую и кислую реакцию (табл. 1). Содержание гумуса в каштановых почвах низкое и не превышает 3,5 %, наиболее высокие показатели зафиксированы в аллювиальной перегнойно-глеевой (22,3 %) и перегнойно-квасиглеевой (21,4 %) почвах.

Наибольшая численность гетеротрофных зубактерий-аммонификаторов обнаружена именно в этих почвах (табл. 2). В верхнем органогенном горизонте аллювиальной перегнойно-глеевой и в перегнойно-квасиглеевой почве численность этой эколого-трофической группы составила 10 млн КОЕ/г, что согласуется с высоким содержанием гумуса. В чернозёме, где показатели гумуса значительно меньше, ниже и численность зубактерий-аммонификаторов (1,5 млн КОЕ/г). Численность актиномицетов, характеризующих степень минерализации органических веществ, наибольшей (550 тыс. КОЕ/г) была в каштановой почве степного ландшафта. Этому способствовал благоприятный для данной таксономической группы микроорганизмов уровень рН почв (7,1).

Микроскопические грибы-гидролитики независимо от содержания гумуса и щёлочно-кислотных условий в наибольшем количестве (от 50,0 до 80 тыс. КОЕ/г) обнаружены в наиболее увлажнённых местах (побережье оз. Байкал и пойма р. Сармы). При этом следует отметить, что на участках, подверженных наибольшей рекреационной нагрузке (внутренняя территория стационара Иркутского госуниверситета, туристическая тропа), несмотря на достаточное содержание гумуса (до 12,0 %), численность учтённых на среде Чапека микромицетов и учтённых на крахмало-аммиачной среде актиномицетов была минимальной. Это свидетельствует о том, что данные таксономические группы в отличие от зубактерий наиболее чувствительны к рекреационной нагрузке на почву, особенно к её уплотнению.

В качественном отношении морфотипы зубактерий, выделенные из исследуемых почв, представлены в основном палочковидными формами рода *Bacillus* (B.). Доминировали *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. mesentericus*, *B. mycoides*, *B. agglomerathus*, *B. idosus*. Псевдомонады представлены главным образом видами *Pseudomonas* (Ps.): *Ps. herbicola*, *Ps. fluorescens*, *Ps. aurantica*. Биоразнообразие актиномицетов в исследуемых почвах невысокое. Доминировали представители белых и серых цветовых линий секций *Albus* и *Cinereus*. Микроскопические грибы в биологически активном слое представлены родами *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Verticillium*, *Mucor*, *Spicaria*. В уплотнённых и загрязнённых хозяйственно-бытовыми отходами почвах наряду с вышеперечисленными микромицетами обнаружены грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*.

Таблица 1

Характеристики исследованных проб почв Южного Предбайкалья (Ольхонский район Иркутской области)

№ площадки	Местоположение точек отбора проб	Характер растительных сообществ	Тип почвы	Химические показатели	
				pH	Содержание гумуса, %
1	150 м от уреза берега оз. Байкал	Осоково-типчаково-холоднопопынная степь с разнотравьем и курильским чаем	Каштановидная	7,1	3,5
2	Долина р. Сармы	Берёзово-лиственничный злаково-хвощево-разнотравный лес с бузиной и синузиями майника и грушанки	Аллювиальная гумусовая	7,0	6,2
3	Территория турбазы, терраса оз. Байкал	Типчаково-разнотравная степь с преобладанием прострела Турчанинова	Каштановая маломощная супесчано-дресвянистая	7,5	3,1
4	Берег оз. Байкал, рядом с пляжем	Полевицево-осоковый стравленный луг	Перегноино-квазиглеевая	8,0	21,4
5	Туристическая стоянка, пойма р. Сармы	Берёзово-лиственничный злаково-разнотравный лес	Аллювиальная гумусовая	7,2	8,1
6	Смотровая площадка у берега оз. Байкал	Сухая каменистая петрофитная мелкодерновинная степь	Каштановая маломощная супесчано-дресвянистая	8,1	3,0
7	Территория стационара ИГУ, левый берег р. Сармы	Осоково-злаковый луг	Аллювиальная перегноино-глеевая	7,2	22,3
8	Территория стационара ИГУ, береговая терраса р. Сармы	Кустарничково-разнотравные ивовые заросли	Аллювиальная торфяно-глеевая	6,9	нет данных
9	Территория стационара ИГУ, левый берег р. Сармы	Типчаково-разнотравная степь	Чернозём	8,2	11,3
10	Туристическая тропа «Курминская»	Типчаково-разнотравная степь на горелом лиственничнике	Тёмногумусовая метаморфизованная	7,0	12,0

Таблица 2

Численность основных групп микроорганизмов в исследуемых почвах  
Южного Предбайкалья (Ольхонский район Иркутской области)

№ образца	Местоположение точек отбора проб	Эубактерии (аммонификаторы)	Актиномицеты	Микромицеты
		тыс. КОЕ/г почвы		
1	150 м от уреза берега оз. Байкал	120,0	550,0	80,0
2	Долина р. Сармы	180,0	200,0	38,0
3	Территория турбазы, терраса оз. Байкал	100,0	220,0	53,0
4	Берег оз. Байкал, рядом с пляжем	10000,0	240,0	46,0
5	Туристическая стоянка, пойма р. Сармы	1000,0	200,0	50,0
6	Смотровая площадка у берега оз. Байкал	1000,0	200,0	70,0
7	Территория стационара ИГУ, берег р. Сармы	10000,0	70,0	41,0
8	Территория стационара ИГУ, береговая терраса р. Сармы	560,0	30,0	16,0
9	Территория стационара ИГУ, берег р. Сармы	1500,0	11,0	2,2
10	Туристическая тропа «Курминская»	500,0	4,0	1,3

Известно, что биологическая активность любой почвы является интегральным, а главное, контролирующим показателем. Установлено, что степень биологической активности исследованных почв высокая и средняя (рис.). Показатели рН почв, как было отмечено выше, в большинстве местоположений варьируют от нейтральных до щелочных.

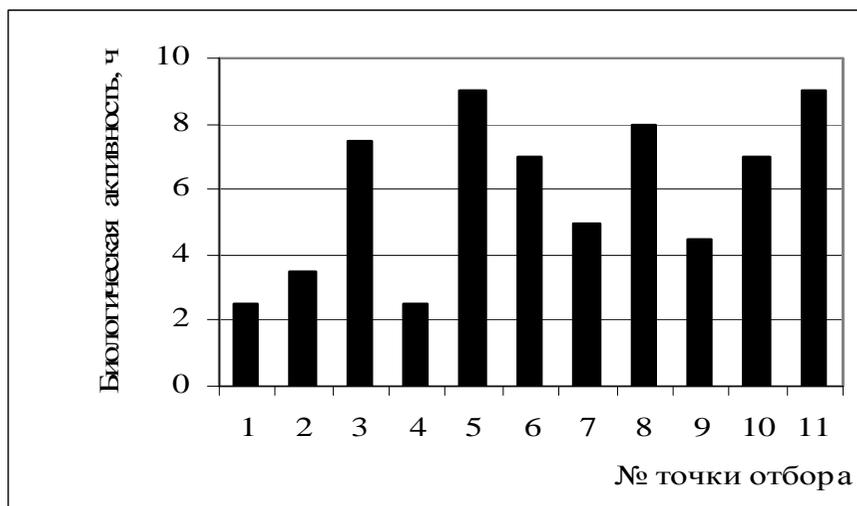


Рис. Уровень биологической активности почв в зонах с высокой рекреационной нагрузкой в Ольхонском районе Иркутской области. Почва из точки отбора № 11 является условным контролем

Следует отметить, что показатель рН почв в рекреационных зонах имеет тенденцию смещаться в область щелочных значений. В определённой мере это обстоятельство может повышать потенциал самоочищения почв и содействовать их самовосстановлению. Уровень БАП можно считать резервом их экологических возможностей, которые могут быть реализованы в оптимальных условиях внешней среды.

### *Заключение*

Проведённые исследования показали, что своеобразие микробных сообществ в почвах Южного Предбайкалья определяется как их химическими особенностями, так и интенсивностью рекреационных нагрузок. При этом наибольшую чувствительность к последним проявляют актиномицеты и вегетативные клетки микроскопических грибов, наименьшую – спорообразующие бактерии. Выявлен высокий и средний уровень биологической активности почв, связанный с их щёлочно-кислотными свойствами. При этом следует отметить, что в рекреационных зонах, как и в городских условиях, показатели рН почв имеют тенденцию смещаться в область щелочных значений. Данный факт указывает на потенциальную возможность благоприятного течения процессов самоочищения почв. Согласно положениям новой концепции экологической реконструкции и оздоровления антропогенно изменённой среды [10] требуется строгий контроль за состоянием таких почв.

*Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 14-00183.*

### Список литературы

1. Буфал В. В. Климат Приольхонья / В. В. Буфал, Н. Л. Линевиц, Л. Б. Башалханова // География и природ. ресурсы. – 2005. – № 1. – С. 66–73.
2. Кузьмин С. Б. Палеоэкологические модели этноприродных взаимодействий / С. Б. Кузьмин, Л. В. Данько. – Новосибирск : Гео, 2011. – 187 с.
3. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. – Иркутск : ИГ СО РАН, 1998. – 183 с.
4. Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья (проблемы эволюции и классификации почв) / Г. А. Воробьева. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. – 205 с.
5. ГОСТ 17.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – С. 4.
6. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. – М. : Мир, 1997. – Т. 1 – 303 с.
7. Гаузе Г.Ф. Определитель актиномицетов / Г. Ф. Гаузе, Т. П. Преображенская, Т. С. Максимова. – М. : Наука, 1983. – 245 с.
8. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М. А. Литвинов. – Л. : Наука, 1967. – 303 с.
9. Аристовская Т. В. Экспресс-метод определения биологической активности почв / Т. В. Аристовская, М. В. Чугунова. // Почвоведение. –1989. – № 11. – С. 142–147.
10. Фоков Р. И. Экологическая реконструкция и оздоровление урбанизированной среды / Р. И. Фоков. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2012. – 304 с.

## **Ecologically-caused Microbiological Characteristics and Biological Activity of Soils Influenced by Recreational Activities (Southern Cisbaikalia)**

A. P. Makarova,<sup>1</sup> E. V. Naprasnikova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Irkutsk State University, Irkutsk*

<sup>2</sup> *Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

**Abstract.** New experimental data on ecologically-caused microbiological properties and biological activity have been obtained for some types of soils in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory. Actinomycetes were found to show the highest and spore-forming bacteria the lowest sensitivity to the conditions of recreational pressure. Soil biological activity is relatively high and stable.

**Keywords:** soils, microorganisms, biological activity.

*Макарова Альвина Павловна  
кандидат биологических наук, доцент  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 24–18–70  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru*

*Makarova Al'vina Pavlovna  
Candidate of Sciences (Biology),  
Associate Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 24–18–70  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru*

*Напрасникова Елизавета Викторовна  
кандидат биологических наук, старший  
научный сотрудник Институт географии  
им. В. Б. Сочавы СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
тел.: (3952) 42–27–17  
e-mail: napev@irigs.irk.ru*

*Naprasnikova Elizaveta Viktorovna  
Candidate of Sciences (Biology), Senior  
Research Scientist  
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS  
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel: (3952) 42–27–17  
e-mail: napev@irigs.irk.ru*