

## Микробиологическая характеристика мерзлотных почв острова Тит-Ары (Якутия)

Т. И. ИВАНОВА, Н. П. КУЗЬМИНА, А. П. ИСАЕВ

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН  
677980, Якутск, просп. Ленина, 41  
E-mail: salomaxa8@mail.ru*

### АННОТАЦИЯ

Впервые подробно изучен микробиологический состав почв уникального о-ва Тит-Ары в низовьях р. Лены. Выявлены особенности микробного населения криоземов – высокая численность всех групп микроорганизмов ( $10^4$ – $10^8$  КОЕ/г), сопоставимая с плотностью микробов в степных почвах Забайкалья, и особый характер распределения их по профилю почвы без уменьшения численности с глубиной. В перегнойно-глеевой почве полигонально-валиковой тундры доминировали олигонитрофильные бактерии, численность их колебалась от 70 тыс. до 330 млн КОЕ/г почвы.

**Ключевые слова:** полигонально-валиковая тундра, вечная мерзлота, почва, микроорганизмы, олигонитрофильные бактерии, гетеротрофы.

Впервые изучен микробиологический состав почв уникального о-ва Тит-Ары в низовьях р. Лены. Остров Тит-Ары находится на левом берегу устья Лены ( $71^\circ$  с. ш.,  $127^\circ$  в. д.), защищен со всех сторон горными системами, препятствующими доступу теплых и влажных атлантических и тихоокеанских воздушных масс. Климат региона входит в субарктическую климатическую зону. Суровые температурные условия способствуют ежегодному промерзанию почв и смыканию сезонной мерзлоты с многолетней, представленной низкотемпературными (минус  $11$ – $13^\circ\text{C}$ ) мерзлыми породами. Промерзание почв повсеместно сопровождается морозобойным растрескиванием, пучением и криотурбацией почвенной массы, что приводит к сильной дифференциации почвенного и растительного покрова на уровне микро- и наноформ рельефа [1]. Территория острова имеет статус охраняемой – относится к ресурсному резервату “Лена-Дельта” и примыкает к

федеральному государственному заповеднику “Усть-Ленский”.

Один из малоизученных вопросов региональной экологии Якутии – микробиоценозы мерзлотных почв. До последнего времени микробиологические почвенные исследования, проведенные в криолитозоне Якутии, носили фрагментарный характер. Микробиологический состав многолетнемерзлых почв Колымской низменности Северной Якутии изучали многие исследователи [2, 3], однако в указанных работах нет микробиологических данных по почвам тундр Нижнеленской низменности.

Поэтому цель данной работы – изучение микробиологического состава почв о-ва Тит-Ары и закономерностей распределения основных эколого-трофических групп микроорганизмов в почвах тундры и тундровых редколесий.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования микробиологического состава почв проведены в августе 2010 г. на трех участ-

ках: I – в южной части острова, II – в северной и III – в центральной. Исследованы почвенные микробиоценозы под различными тундровыми растительными сообществами (рис. 1).

На первом участке заложены три разреза: I-1 – под *лиственничным редколесьем кустарничково-моховым*; I-2 – под *лиственничной рединой багульниково-моховой* и I-3 – под *лиственничным редколесьем каспиово-моховым*. На втором – два разреза: II-1 – под *лиственничником голубично-багульниково-моховым* и II-2 – под *лиственничным редколесьем пушицево-моховым*. На третьем участке сделаны три разреза: III-1, III-2, III-3 – под *полигонально-валиковой тундрой*. Описание растительных сообществ сделано А. П. Исаевым.

Исследованные участки имели три типа мерзлотных тундровых надмерзлотно-глеевых почв: торфянисто-перегнойно-глеевую, торфянисто-перегнойно-глееватую, перегнойно-глеевую и один тип таежных почв – подбур тундровый.

Образцы почв из разрезов стационара брали по слоям с глубин 0–5, 10–20, 20–30, 30–40 см. Методика отбора, хранения и доставки образцов исключала возможность их заражения посторонними микроорганизмами [4]. Влажность почвенных образцов массой 1 г определяли методом горячей сушки [5].

Определение численности эколого-трофических групп микроорганизмов проводили с помощью метода посева из разведений почвенных суспензий на плотные питательные среды. Количество бактерий, использующих органический азот, учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА), использующих минеральный азот бактерии и актиномицеты – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), олигонитрофильные бактерии – на среде Эшби [4]. Количество грибов учитывали на подкисленной среде Чапека. Засеянные чашки Петри инкубировали при комнатной температуре 20–25 °С. Морфологию клеток культур изучали методами световой микроскопии при помощи микроскопа “Биолам Р-15” (× 1250). Предварительную родовую идентификацию доминирующих микроорганизмов проводили на основании морфологических и культуральных признаков, используя определители [6, 7]. Колонии бактерий учитывали на 3–4-е сут, грибов – на 7–10-е сут. Подсчитывали общее число колоний, выросших

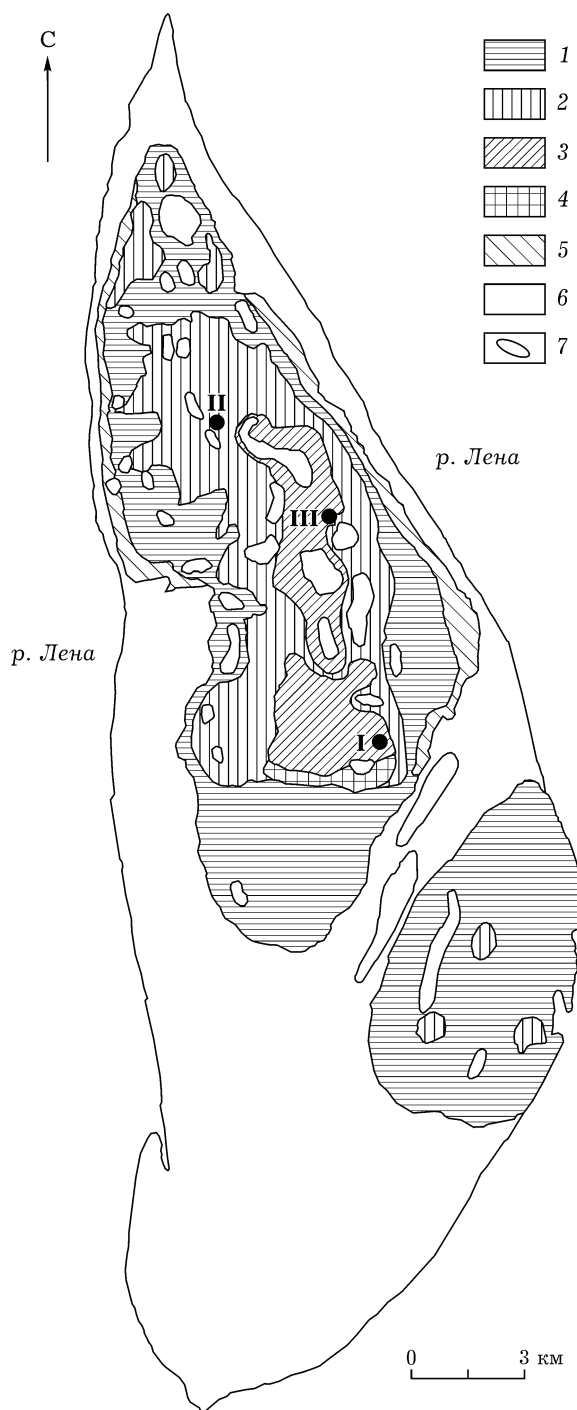


Рис. 1. Почвенная карта о-ва Тит-Ары: 1 – тундровые перегнойно-глеевые в комплексе с пойменными; 2 – тундровые торфянисто-перегнойно-глеевые в комплексе с болотными; 3 – тундровые торфянисто-перегнойно-глееватые в комплексе с болотными; 4 – подбуры типичные; 5 – комплекс неоглеенных почв на аллювиальных отложениях; 6 – пески; 7 – озера. I, II, III – участки

на данной среде, и определяли численность бактерий в колониеобразующих единицах (КОЕ) на 1 г почвы (в пяти повторностях с пересчетом на 1 г абсолютно-сухой почвы). Полученные данные обрабатывали при помощи методов параметрической статистики на 95%-м уровне значимости по стандартной программе EXCEL 2000 (пакет программ Windows).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный покров о-ва Тит-Ары представлен комплексом разных типов почв тундры и тундровых редколесий с незначительным участием таежных почв и с самыми северными крупными массивами лесной растительности на северо-востоке России (см. рис. 1).

Многолетняя мерзлота на территории острова распространена повсеместно. Мощность многолетнемерзлых пород здесь составляет 500–600 м, среднегодовая температура пород  $-12^{\circ}$  [8].

Максимальная глубина протаивания почв под изреженной растительностью на песчаных

грунтах составляла в августе 2010 г. 93 см, минимальная под моховым покровом – 15 см. Мерзлота в почвах на легких породах чаще всего сухая, водопроницаемая, в почвах на суглинистых породах – льдистая водонепроницаемая, способствующая развитию надмерзлотных глеевых горизонтов. В профиле почв с близким залеганием мерзлоты нет почвообразующей породы, что характерно для строения почв тундровой зоны Северной Якутии. Почвообразующая порода в этом случае оказывается резко обособленной от почвенного профиля, так как залегает ниже границы сезонного протаивания, не входит в состав деятельного слоя и часто отделена от последнего включениями чистого льда [9].

Зональным типом почв являются мерзлотные тундровые надмерзлотно-глеевые почвы с перегнойно-глеевыми и торфянисто-перегнойно-глеевыми и глееватыми подтипами. На крутом южном склоне увалов южной части острова в условиях повышенного дренажа и повышенного испарения на аллювиальных легкосуглинистых отложениях развиты почвы с неглеевым бурым профилем – мерзлотные подбуры (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Физико-химические свойства почв о-ва Тит-Ары [1]

Разрез	Глубина, см	рН <sub>водный</sub>	ППП	Гумус	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			Ненасы- щенность	Сумма частиц <0,01
					Ca	Mg	H		
			%				%		
<i>Тундровая перегнойно-глеевая*</i>									
2-09	2-6(11) орг/часть	6,40	24,57	–	33,73	9,20	Не опр.	–	Не опр.
	2-6(11) песок	6,49	–	3,66	7,88	1,64	–	–	5,3
	6(11)-20(21)	6,15	–	4,45	9,88	2,28	–	–	11,1
	20(21)-30	5,58	–	3,37	6,23	3,80	–	–	13,1
<i>Тундровая торфянисто-перегнойно-глеевая</i>									
4-09	3-7(10)	4,98	38,65	–	11,68	7,19	13,39	41	Не опр.
	7(10)-13	4,57	26,46	–	12,15	10,28	10,37	32	–
	Мерзлый слой	5,20	–	7,42	6,72	5,97	2,14	14	28,2
<i>Тундровая торфянисто-перегнойно-глееватая</i>									
12-09	2(4)-10(12)	4,41	40,37	–	14,39	8,99	25,44	52	–
	10(12)-16(18)	4,76	28,68	–	11,91	6,24	15,08	32	–
	16(18)-26(35)	5,12	–	5,59	5,22	2,61	3,12	28	31,9
<i>Подбур типичный</i>									
7-09	3(5)-16(18)	5,07	21,09	–	15,32	8,11	–	–	–
	16(18)-21(28)	5,58	–	7,69	10,83	4,43	–	–	16,4
	21(28)-30(34)	6,00	–	7,40	9,34	5,42	–	–	29,5

\* Названия почв даны по Л. Г. Еловской (1987).

Численность колониобразующих единиц в почвах тундры и притундровых редколесий, определенная методом посева, оказалась высокой – от  $10^4$  до  $10^8$  КОЕ/г, т. е. десятки тысяч – сотни миллионов клеток в одном грамме почвы (табл. 2). Полученные показатели соответствуют результатам определения бактерий методом посевов в почвах Колымской низменности  $10^5 - 4,3 \times 10^8$  кл./г [10]. Это связано с тем, что в почвах всегда имеется избыточный пул (запас) микробов, не обеспеченных органическим веществом и другими элементами питания. В природных условиях пул микроорганизмов особенно увеличивается в тех экосистемах, в которых условия для протекания микробиологических процессов оказываются неблагоприятными, в том числе в почвах тундры [11].

В исследованных почвах основную массу составляли олигонитрофильные бактерии (табл. 2). При этом почвы разбились на две группы: в первой максимальное количество олигонитрофильных микроорганизмов достигало 13 млн, во второй на порядок больше – 330 млн КОЕ/г почвы (рис. 2). Первую группу составили три торфянистые почвы и одна перегнойно-глеевая, а вторую – две перегнойно-глеевые, одна торфянисто-перегнойно-глеевая и подбур тундровый.

Известно, что азотный баланс верхних слоев почвенного профиля в воркутинской, кольской и таймырской тундрах также поддерживают олиготрофные олигонитрофильные микроорганизмы, способные довольствоваться ничтожным содержанием в среде элементов питания [12]. Эти бактерии на юге Таймыра составляли более половины общего количества микроорганизмов, определяемых в большинстве исследуемых почв. К олигонитрофилам относятся микроорганизмы, которые развиваются в условиях недостатка азота: азотфиксирующие, нитрифицирующие, тионовые, некоторые железобактерии и ряд других.

Под слоем мха в органогенном горизонте  $A_n$  перегнойно-глеевой почвы полигонально-валиковой тундры (III-2, III-3) среди изученных эколого-трофических групп микроорганизмов доминировали олигонитрофильные бактерии. Данная почва характеризуется высокой численностью колониобразующих

единиц этих микроорганизмов – до 330, 18 млн КОЕ/г. Немногочисленными были кораллово-красные дрожжевые грибы *Rhodotorula rubra*.

Много олигонитрофильных бактерий (118,38 млн КОЕ/г) содержала мерзлотная тундровая торфянисто-перегнойно-глеевая почва под листовничным редколесьем северной части острова (II-1), в качестве субдоминантов в ней выявлены актиномицеты, близкие к родам *Mycobacterium* и *Streptomyces*.

На втором месте по численности были аммонификаторы – 197,25 млн КОЕ/г обнаружено в горизонте ВF тундрового подбур под листовничной рединой багульниковой (I-2). Микромицеты оказались на третьем месте – 6,13 млн КОЕ/г в горизонте  $B_{g,f}$  торфянисто-перегнойно-глеевой почвы листовничника голубично-багульниково-мохового (II-1). Почти не выделялись актиномицеты ( $10^4-10^6$ ), относящиеся к группе гидролитиков. Это означает, что бактериальная деструкция растительных полимеров в криогенных почвах может осуществляться узким спектром бактерий, в основном рода *Bacillus*.

В исследованных криогенных почвах общее бактериальное разнообразие было невысоким. Поскольку в напочвенном покрове преобладали осоково-моховая мелкобугорковатая (полигонально-валиковая) тундра и листовничное редколесье ивково-кустарничково-моховое, анализ таксономического состава следует начать с этих растений. Доминировали под сфагнумом бациллы (более 50 %), среди них выделены напоминающие *Bacillus mesentericus* и *Bacillus brevis*.

Мерзлотная тундровая торфянисто-перегнойно-глеевая почва под листовничным редколесьем кассиопово-моховым южной (I-3) и листовничным редколесьем пушицево-моховым северной части острова (II-2) наименее насыщена микроорганизмами, тем не менее из нее выделены представители рода *Pseudomonas*.

Таким образом, в почвах листовничного редколесья I участка южной части острова основной пул микроорганизмов составили аммонифицирующие бактерии с максимальной численностью колониобразующих еди-

## Численность микроорганизмов (млн КОЕ/г) в тундровых почвах о-ва Тит-Ары, 2.08.2010 г.

Тип фитоценоза	Площадка	Почва	Горизонт	Глубина, см	Аммонифи- каторы	Олигонит- рофиллы	Актино- мицеты	Грибы
<i>Лиственничное редколесье*</i> кустарнич- ково-моховое (оп. ТА-5. 18.07.2009. N 71°58'13", E 127°07'20", 28 м над ур. м.)	I-1	Тундровая торфянисто- перегнойно-глеяевая	O, T	0-5	8,36	1,66	0,06	1,52
			Th	10-20	0,45	3,17	0,02	1,58
			V <sub>g.f</sub>	20-30	0,76	0,78	0	1,53
<i>Лиственничная редина багульниковая</i> (оп. ТА-10. 22.07.2009. N 71°58'07", E 127°06'09", 34 м над ур. м., внизу склона - 12 м над ур. м.)	I-2	Подбур тундровый	O	0-5	2,69	17,23	0,04	0,72
			Oh	10-20	3,04	0,14	1,15	0,92
			VH	20-30	4,87	10,40	0,19	0,92
<i>Лиственничное редколесье массивово- моховое</i> (оп. ТА-6. 18.07.2009. N 71°58'22", E 127°06'07", 21 м над ур. м.)	I-3	Тундровая торфянисто- перегнойно-глеяевая	O	0-5	197,25	0,81	0,02	0,72
			T	10-20	12,63	2,52	0	1,53
			Ah	20-30	1,91	1,17	0,02	0,10
<i>Лиственничник голубично-багульниково- моховой</i> (оп. ТА-9. 20.07.2009. N 71°58'37", E 127°01'27", 22 м над ур. м.)	II-1	Тундровая торфянисто- перегнойно-глеяевая	O, T	0-5	0,66	0,41	0,03	3,05
			V <sub>g</sub>	30-40	2,29	2,19	0,02	3,05
			Th	10-20	0,81	118,38	0,02	1,53
<i>Лиственничное редколесье пушицево-мо- ховое</i> (оп. ТА-13. 26.07.2009. N 71°58'58", E 127°03'46", 38 м над ур. м.)	II-2	Тундровая торфянисто- перегнойно-глеяевая	V <sub>g.f</sub>	20-30	0,78	1,69	0,02	0,03
			O	0-5	1,18	6,59	0,03	6,13
			T	10-20	1,18	0,07	3,09	3,05
<i>Полигонально-валиковая тундра</i> (оп. ТА-4. 18.07.2009. N 71°58'54", E 127°05'13", 18 м над ур. м.)	III-1	Тундровая перегнойно- глеяевая	Ah	20-30	0,50	0,39	0,02	0,68
			O, Ah	0-5	0,39	1,57	0,01	0,66
			V <sub>f</sub>	10-20	3,84	10,26	0,03	0,53
	III-2		C <sub>1</sub>	20-30	3,51	11,58	0,02	0
			C <sub>2</sub>	30-40	6,53	8,99	0,39	1,52
			O, Ah	0-5	1,16	12,24	0,01	0
	III-3		V <sub>f</sub>	10-20	1,92	330,18	0,02	0,02
			O, Ah	0-5	2,46	21,66	0,06	0,02
			V <sub>f</sub>	10-20	0,12	259,14	0,41	1,59
			V <sub>f</sub>	10-20	0,83	129,06	0,01	0
			C <sub>1</sub>	20-30	4,56	18,47	0,08	0
			C <sub>2</sub>	30-40	2,76	24,74	0,04	0,08

\* Описание фитоценозов сделано А. П. Исаевым.

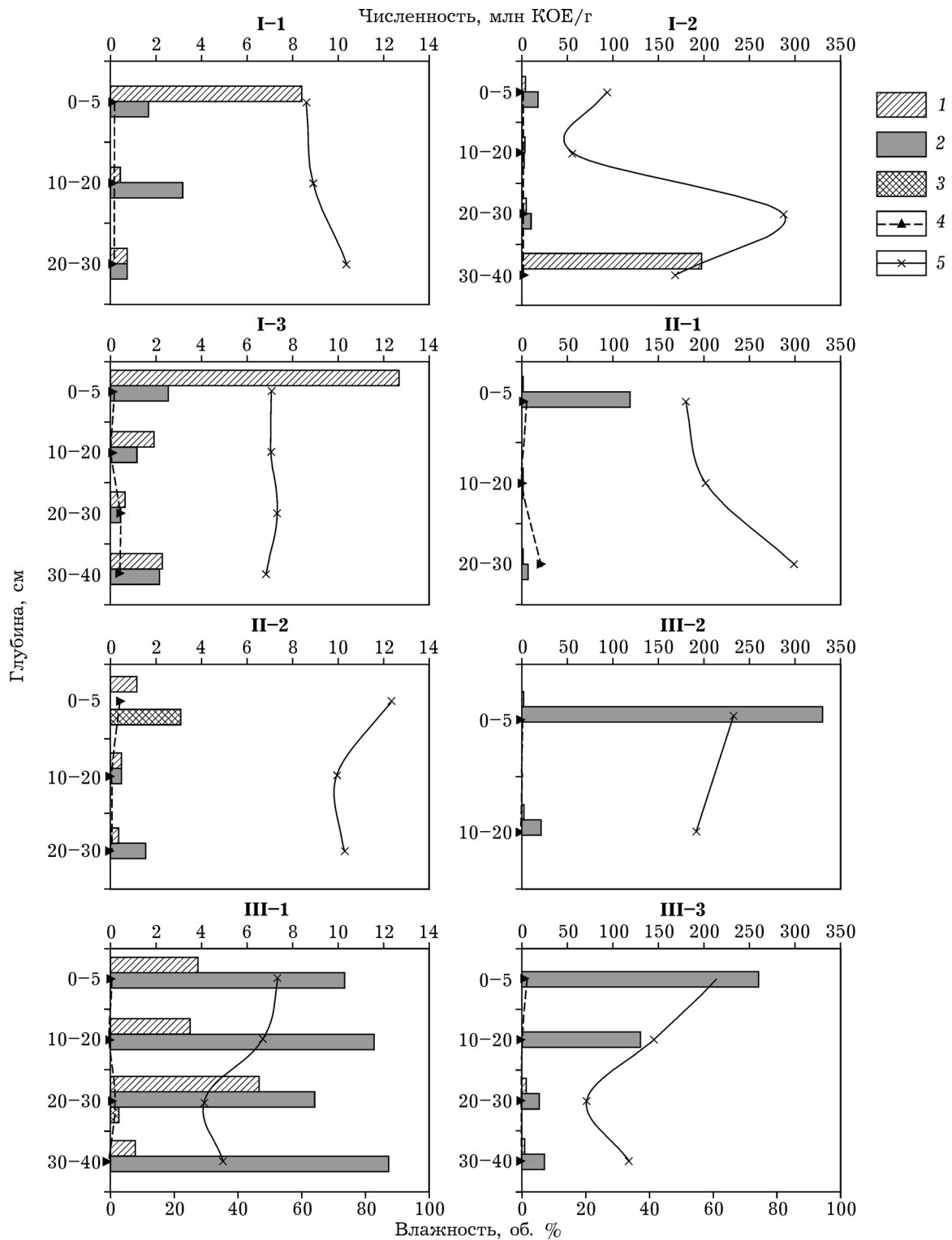


Рис. 2. Распределение численности микроорганизмов и влажности по профилям тундровых почв о-ва Тит-Ары 2 августа 2010 г. I-1 – тундровая торфянисто-перегнойно-глееватая; I-2 – подбур тундровый, I-3 – тундровая торфянисто-перегнойно-глеевая; II-1 – тундровая торфянисто-перегнойно-глееватая, II-2 – тундровая торфянисто-перегнойно-глеевая; III-1, III-2, III-3 – тундровая перегнойно-глеевая. Микроорганизмы: 1 – аммонификаторы; 2 – олигонитрофилы, 3 – актиномицеты, 4 – мицелиальные грибы

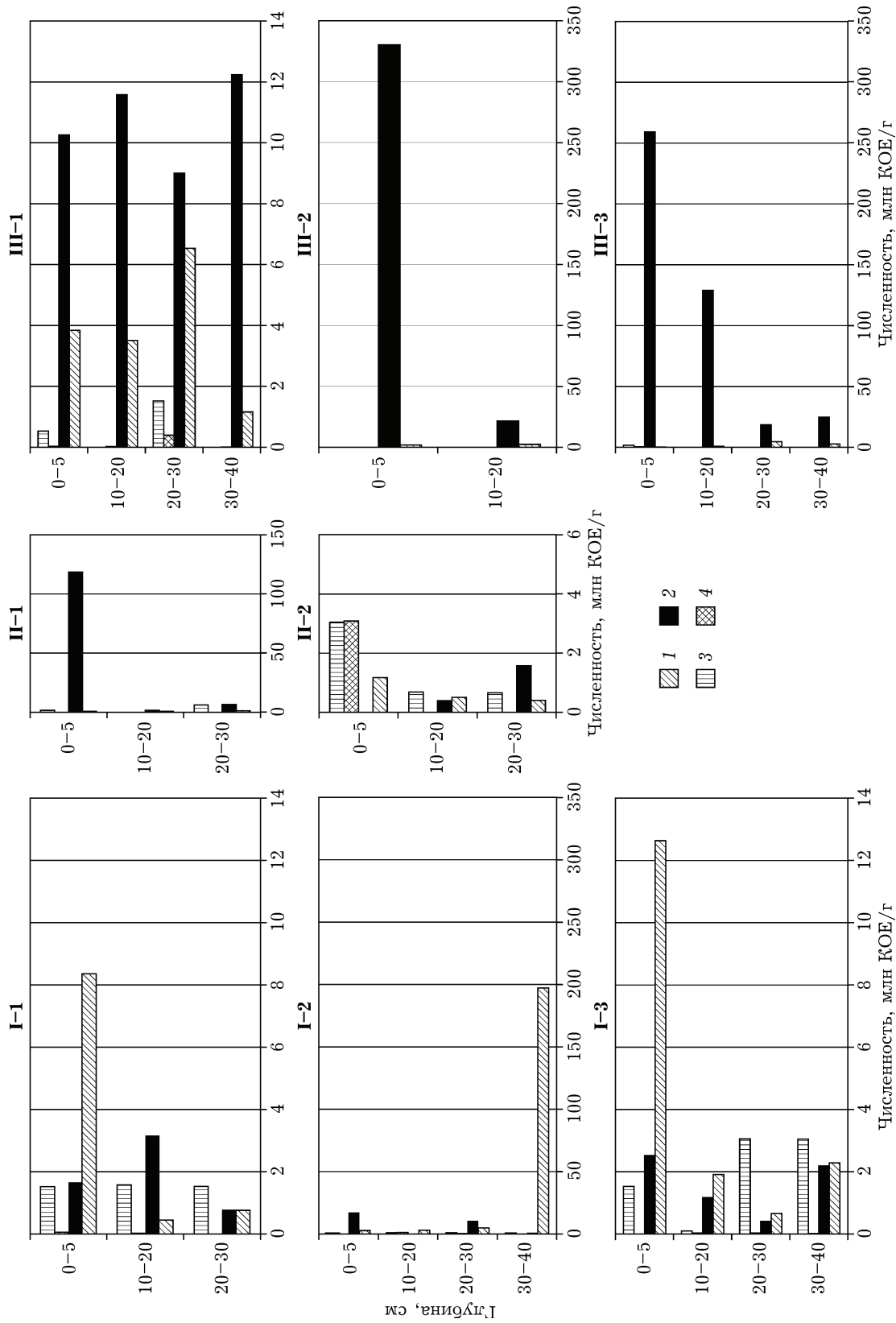


Рис. 3. Распределение микроорганизмов по профилям почв трех участков о-ва Тит-Ары 2 августа 2010 г. I-1 – тундровая торфянисто-перелуго-глебоватая, I-2 – подбур тундровый, I-3 – тундровая торфянисто-перелуго-глебоватая; II-1 – тундровая торфянисто-перелуго-глебоватая, II-2 – тундровая торфянисто-перелуго-глебоватая; III-1, III-2, III-3 – тундровая перелуго-глебоватая. Микроорганизмы: 1 – аммонификаторы; 2 – олигонитрофилы, 3 – актиномицеты, 4 – мицелиальные грибы



ниц ( $1,9 \times 10^8$ ) в тундровом подбуре под листовенничной рединой багульниковой. В перегнойно-глеевых почвах под полигонально-валиковой тундрой из III участка в центральной части острова доминировали олигонитрофильные микроорганизмы ( $3,3 \times 10^8$ ). В глеевых почвах под листовенничным редколесьем II участка из северной части острова в микробном пуле преобладали также олигонитрофильные бактерии ( $1,2 \times 10^8$ ) и гораздо меньше было мицелиальных грибов ( $6,1 \times 10^6$ ) и актиномицетов ( $3,1 \times 10^6$ ) (см. табл. 2, рис. 3).

Плотность бактериальных популяций в исследуемых почвах значительно менялась по профилю. Так, в перегнойно-глеевой почве полигонально-валиковой тундры численность олигонитрофильных бактерий максимальна в поверхностных горизонтах O, Ah до  $3,3 \times 10^8$  КОЕ/г, вниз по профилю (10–20 см) она уменьшилась на порядок – до  $2,1 \times 10^7$  КОЕ/г (см. рис. 3, III-2).

В тундровом подбуре из верхней части крутого южного склона увалов южной части острова под багульниково-бруснично-моховой листовенничной рединой состав и распределение микроорганизмов по почвенному профилю прямо противоположные. В этой таежной почве основную массу составляли аммонифицирующие бактерии, обилие их наблюдали не в верхних, а в нижних горизонтах. Накопление аммонифицирующих микроорганизмов наблюдали в иллювиально-железистом горизонте BF на глубине 30–40 см – до 197,25 млн КОЕ/г почвы (рис. 3, I-2). Немного выявлено бактерий, близких к роду *Mycobacterium*.

Результаты нашей работы хорошо согласуются с данными М. В. Оконешниковой, из которых следует, что морфологический профиль подбуря включает перегнойный горизонт Oh мощностью 13 см, под которым залегает переходный иллювиально-гумусовый горизонт BH, а ниже – иллювиально-железистый горизонт BF. Признаки оглеения отсутствуют [1].

Реакция среды кислая в перегнойном горизонте с высоким содержанием грубого органического вещества и слабокислая в нижележащих минеральных горизонтах, хорошо пропитанных гумусовыми веществами (до 7,69 %),

что способствует размножению аммонифицирующих микроорганизмов, нуждающихся в готовых органических веществах [1].

В остальных исследованных глеевых почвах определили два пика увеличения численности по профилям: первый наблюдали в поверхностных горизонтах 0–5 см, второй – на глубине 30–40 см. Например, в торфянисто-перегнойно-глееватой почве листовенничного редколесья (I-1) южной части острова максимальная численность аммонификаторов зафиксирована в торфяном горизонте (0–5 см) –  $8,36 \times 10^6$  КОЕ/г. В горизонте Th (10–20 см) произошло резкое уменьшение – до  $4,5 \times 10^4$  КОЕ/г, а на глубине 20–30 см – небольшое увеличение численности аммонификаторов – до  $7,6 \times 10^4$  КОЕ/г (см. рис. 3).

Эти результаты соответствуют ранее полученным нами данным по лесным и луговым почвам других районов Центральной Якутии [13]. Они свидетельствуют о том, что в отличие от почв Забайкалья и центральной части России в ненарушенных (естественных) почвах Якутии численность микроорганизмов остается высокой по всему почвенному профилю и накопление микроорганизмов происходит в нижних почвенных горизонтах, вплоть до границы с многолетней мерзлотой. Такой эффект можно объяснить вымыванием веществ из верхних горизонтов и накоплением их над горизонтом мерзлоты. Это так называемый горизонт ретинизации, в котором происходит аккумуляция как веществ, так и микроорганизмов [14].

Известно, что пространственное распределение микроорганизмов сильно зависит от влажности почвы. В большинстве исследованных типов тундровых почв кривая изменения влажности имеет S-образный характер. Наблюдаются два пика увеличения влажности по профилям (см. рис. 2).

Как видно из гистограммы, представленной на рис. 2, в тундровом подбуре (I-2) и в перегнойно-глеевой почве полигонально-валиковой тундры (III-1, III-2, III-3) изменение численности микроорганизмов зависит от изменений влажности по профилям данных почв. Например, можно видеть, что распределение бимодально, т. е. имеет два пика.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые показано, что основную массу микробных популяций мерзлотных тундровых надмерзлотно-глеевых почв о-ва Тит-Ары составляют олиготрофные олигонитрофильные микроорганизмы, способные довольствоваться ничтожным содержанием в среде элементов питания.

В таежной почве с неглеевым бурым профилем – в мерзлотном подбуре – микробный пул представляют аммонифицирующие микроорганизмы, нуждающиеся в готовых органических веществах.

Изучение морфологического разнообразия выделенных культур показало преобладание в составе прокариотного комплекса олигонитрофильных бактерий. Наибольшей олиготрофностью характеризуется микрофлора перегнойно-глеевой почвы полигонально-валиковой тундры, а наименьшей – торфянисто-перегнойно-глеевой почвы листовничного редколесья пушицево-мохового.

В почвах тундры и тундровых редколесий, а также в таежной почве в небольших количествах обнаружены мицелиальные грибы и актиномицеты.

Доминировали под сфагнумом бациллы (более 50 %), среди них выделены *Bacillus mesentericus* и *Bacillus brevis*. В качестве субдоминантов выявлены актиномицеты, близкие к родам *Streptomyces* и *Mycobacterium*, и представители неспорообразующих бактерий рода *Pseudomonas*.

Данный факт подтвердил известное положение о том, что по физиологическому составу в северных почвах в основном определяются неспорообразующие бактерии, актиномицеты, коринебактерии. Неспорообразующие бактерии (родов *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Mycobacterium*) – пионеры освоения органических остатков почвы [15]. Из немногочисленных в почвах полигонально-валиковой тундры встречены дрожжевые грибы *Rhodotorula rubra*.

Особенностью исследуемых типов почв тундры и тундровых редколесий является прямая зависимость численности микроорганизмов от изменения влажности в пределах почвенного профиля и связанный с этим особый характер распределения их по про-

филю без уменьшения численности с глубиной. Эта особенность, на наш взгляд, напрямую связана с мерзлотной ретинизацией гумуса. Как отмечают многие авторы, в том числе М. В. Оконешникова, высокое содержание гумуса в минеральных горизонтах всех изученных нами тундровых перегнойно-глеевых, торфянисто-перегнойно-глеевых и глееватых почв, а также в тундровом подбуре (от 3–5 до 7–14 %) является одной из наиболее специфических черт почвообразования в Северной Якутии (мерзлотная ретинизация гумуса). Очень неглубокое оттаивание и большие запасы холода способствуют постепенному пропитыванию подвижным органическим веществом на глубину протаивания и накоплению в надмерзлотном слое, что вызывает увеличение численности микробных популяций в сезонно-талом слое.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оконешникова М. В. Почвы острова Тит-Ары (Якутия) // Бюл. МОИП. Отдел. биол. 2009. Т. 114, вып. 3. Прилож. 1, ч. 3. С. 150–158.
2. Звягинцев Д. Г. Микроорганизмы в вечной мерзлоте // Успехи микробиологии. 1992. № 25. С. 705–713.
3. Гиличинский Д. А., Хлебникова Г. М., Звягинцев Д. Г., Федоров-Давыдов Д. Г., Кудрявцева Н. Н. Микробиологические характеристики при изучении осадочных пород криолитозоны // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1989. № 6. С. 103–115.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. С. 304.
5. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования агрофизических свойств почв. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986.
6. Определитель бактерий Берджи. М.: Мир, 1997. 799 с.
7. Теплер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1993. 216 с.
8. Куницкий В. В. Криолитология низовья Лены. Якутск, 1989. 162 с.
9. Караваева Н. А. Тундровые почвы Северной Якутии. М.: Наука, 1969. 205 с.
10. Хлебникова Г. М., Гиличинский Д. А., Федоров-Давыдов Д. Г., Воробьева Е. А. Количественная оценка микроорганизмов в многолетнемерзлых отложениях и погребенных почвах // Микробиология. 1990. № 1. С. 148–154.
11. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 256 с.
12. Паринкина О. М. О микробиологической характеристике некоторых почв Западного Таймыра // Би-

- геоценозы Таймырской тундры и их продуктивность. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. С. 32–35.
13. Иванова Т. И. Структура и динамика активности микробных сообществ мерзлотных почв Центральной и Южной Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2006.
14. Лысак Л. В., Добровольская Т. Г. Бактерии в почвах тундры Западного Таймыра // Почвоведение. 1982. № 9. С. 74–77.
15. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М., 1972. 342 с.

## Microbiological Characterization of Permafrost Soil of the Tit-Ary Island (Yakutia)

T. I. IVANOVA, N. P. KUZ'MINA, A. P. ISAEV

*Institute of Biological Problems of Cryolitozone SB RAS  
677980, Yakutsk, Lenin ave., 41  
E-mail: salomaxa8@mail.ru*

Microbiological composition of the soil of the unique island Tit-Ary in the lower reach of the Lena river was studied for the first time in detail. The features of the microbial population of cryozem were revealed: high number of individuals in all the groups of microorganisms ( $10^4$ – $10^8$  CFU/g), which is comparable with the density of microbes in the steppe soil of Transbaikalia, and the special character of their distribution over the soil profile without a decrease in number with depth. Oligonitrophilic bacteria dominated in the humus-gley soil of the polygon valik tundra; their number varied from 70 thousand to 330 mln CFU/g of soil.

**Key words:** polygonal valik tundra, permafrost, soil, microorganisms, oligonitrophilic bacteria, heterotrophs.