

Государственный лицей «Вторая школа»

## **Экологический проект**

«Влияние вулканической деятельности на комплекс почвенных  
микромицетов»

Толмачева Н.  
Чернышев И.

Москва  
2002

## Содержание

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	<b>2</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
Задачи исследования.....	4
Актуальность исследования.....	4
<b>ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	<b>5</b>
Взятие почвенных образцов на полуострове Камчатка .....	5
<b>МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	<b>6</b>
Лабораторные исследования комплекса почвенных микроскопических грибов в Москве .....	6
Первичный посев.....	6
Колониеобразующие единицы.....	7
Создание коллекции .....	8
Определение .....	8
Распределение видов по биоценозам .....	10
Сходство комплексов микромицетов.....	11
Встречаемость данного вида в почве .....	11
Обилие каждого вида.....	13
Обсуждение полученных результатов .....	17
<b>ВЫВОДЫ</b>	<b>20</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	<b>21</b>
Химический анализ воды источника (Вершинина А., Шахнович Л.).....	21
Геоботаническое описание пробы №11 (Сахарова Т., Чернобаева М.) .....	21
Геоботаническое описание пробы №12 (Сахарова Т., Чернобаева М.) .....	23
Подготовка посуды для микробиологического посева .....	26
Состав питательной среды Чапека (для первичного посева) .....	26
Состав питательной среды Чапека (для посева на определение).....	26
Методика посева на пробирку .....	27
Методика посева на чашку "тримя уколами" .....	27
План описания колоний.....	27
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>28</b>
<b>БЛАГОДАРНОСТИ</b>	<b>29</b>

## Введение

Почвенными грибами можно считать грибы, которые постоянно могут быть выделены из почв и различных растительных и животных субстратов, находящихся в почве. Почвенные грибы не являются единой таксономической группой и представлены самыми разнообразными в систематическом отношении формами, которые выделяют по типу питания и взаимоотношений с другими организмами (Мирчинк, 1976). Грибы, обладая высокой полифункциональностью, осуществляют многообразные процессы в почве. Основная роль сапротрофных грибов как компонентов гетеротрофного блока в экосистеме – разложение и трансформация растительных остатков. В последнее время сформированы новые представления о доминировании грибной биомассы в почвах. Суммарная грибная биомасса (мицелий и споры) в профиле почв естественных биогеоценозов составляет сотни и тысячи килограммов сухого вещества на гектар, длина гиф грибного мицелия в верхних горизонтах почв варьирует от десятков до тысяч метров в расчете на 1 г сухой почвы. Показано, что в грибных гифах может быть иммобилизовано до 20% азота и фосфора и до 5% углерода и калия от их суммарного количества в почве.

Грибам принадлежит существенная роль в процессах гумусообразования и разложения гумуса. Так, доля темноцветных грибов, которые могут принимать участие в гумусообразовании, составляет 20-80% от их суммарной биомассы в различных почвах.

В настоящее время все большую роль отводят микроскопическим грибам почвы в процессах превращения азота – таких, как аммонификация и нитрификация.

Известна важная функция грибов в структурообразовании почвы и подзолообразовательном процессе. Это особенно хорошо видно на недавно образовавшихся почвах, например таких, как вулканические. В настоящее время очень мало районов, в которых идет активная вулканическая деятельность, один из таких районов – полуостров Камчатка.

На Камчатке сейчас очень много территорий с геотермальными источниками и фумарольной активностью. Благодаря этому образуются уникальные биогеоценозы, для которых характерны виды, встречающиеся в разных природных комплексах, что представляет большой научный интерес для различных биологических и экологических исследований. В этом регионе проходило множество работ посвященных геологии, растительному и животному миру. Важным звеном любого биоценоза являются микроорганизмы, большинство которых сосредоточены в верхних горизонтах почвы. По данным многих исследований в микробных сообществах почв северных территорий

преобладают грибы (60-90% по биомассе) (Евдокимова Г.А., 1995; Полянская и др., 2001; Anderson, Domsh, 1975, 1978)

Формирование комплексов типичных видов почвенных грибов подчиняется определенным закономерностям, согласующимся с общими закономерностями происхождения и свойств почв и биогеоценозов. Это свидетельствует о возможном использовании комплексов грибов и для характеристики биологических особенностей типов почв и биогеоценозов.

*Целью настоящей работы было изучение комплексов микроскопических грибов верхних горизонтов почв типичных биогеоценозов Камчатки и участков вблизи термальных источников, оценка влияния вулканической деятельности на видовой состав грибных сообществ.*

#### Задачи исследования:

- 1) Определение численности микроскопических грибов почв отдельных биогеоценозов полуострова Камчатка
- 2) Характеристика видового состава и структуры микроскопических грибов почв этих биогеоценозов.
- 3) Выявление сходств и различий видового состава и структуры микроскопических грибов изученных биогеоценозов полуострова Камчатка.
- 4) Составление коллекции микроскопических грибов полуострова Камчатка.

#### Актуальность исследования:

- 1) Природный парк Налычево – это недавно организованная под эгидой WWF природоохранная территория. Легко уязвимые природные сообщества (например, тундры) были нарушены в результате бесконтрольной хозяйственной деятельности человека. За пять лет существования Парка проведена огромная работа по восстановлению уникальных природных ресурсов Налычевской долины. Созданы условия для развития туризма и отдыха, наличие термальных источников способствует развитию бальнеологии, проводятся некоторые научные исследования. Организация системы экологического просвещения, воспитания и образования является одной из задач природного парка. Создан центр экологического просвещения — музей им. В.И. Семенова парка "Налычево". Таким образом проводившиеся исследования представляют большой интерес для

сотрудников Парка. Результаты будут представлены в центре экологического воспитания им. В.И. Семенова.

- 2) Изучение комплекса почвенных микромицетов ранее не проводилось в природном Парке Налычево. Уникальность физико-географических условий Налычевской долины, горячие источники, химический состав которых не имеет аналогов в мире, влияют на все биологические компоненты экосистемы. Полученные результаты могут представлять и научный интерес.
- 3) Созданная коллекция почвенных микроскопических грибов, пополняет коллекцию почвенных микромицетов, кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.

### Объекты исследования

#### Взятие почвенных образцов на полуострове Камчатка

Объектами нашего исследования были образцы органогенного горизонта АО слоисто-пепельных вулканических почв. Отбор производился в 2001 году на Камчатке в природоохранном парке Налычево.

*Метод взятия почвенных образцов (Методы..., 1991)*

- A) Выбирается площадка с однородной растительностью, с которой совочком из пяти произвольных точек берется почва из верхнего горизонта в стерильный конверт.
- B) В лагере почвенные образцы просушиваются в тени до воздушно-сухого состояния, после чего конверты упаковываются до продолжения исследований в Москве (в сухом состоянии почвенные образцы хранили около двух месяцев).

Для проведения данной работы нами было выбрано 3 почвенных образца из трех различных биоценозов:

**Образец № 4** взят на расстоянии 2-5 м от термального источника, земля прогревается. Характерна травянистая растительность.

Для этих участков характерны торфянисто-перегнойно-глеевые почвы, которые сформировались под разнотравно-осоковыми ассоциациями (Александрова, 1993). Химический анализ воды источника смотри в приложении.

**Образец № 11** взят на левом берегу реки Желтая на расстоянии 250-300 м от берега реки. Растительное сообщество – тундра (геоботаническое описание этого биоценоза смотри в приложении).

**Образец № 12** взят между реками Желтая и Горячая. Растительное сообщество – березняк (геоботаническое описание этого биоценоза смотри в приложении).

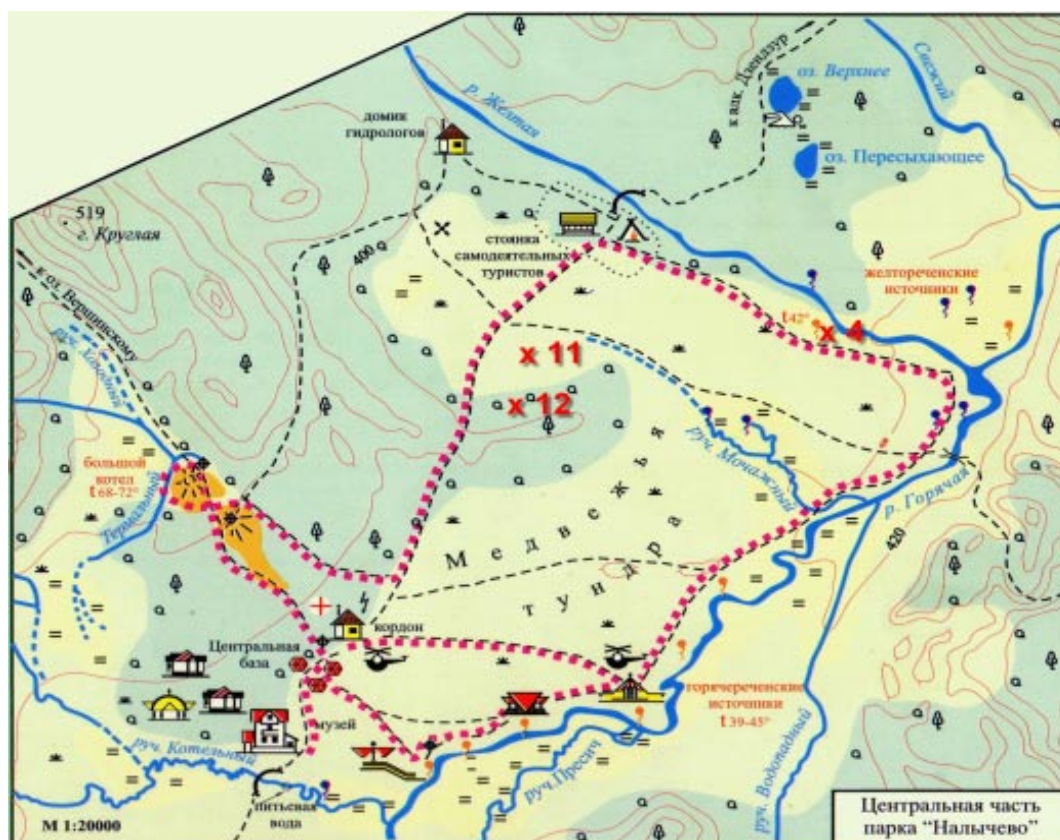


Рисунок 1. Схема центральной части природного парка Налычево. Знаком 'x' отмечены места взятия образцов

## Методы и результаты исследования

### Лабораторные исследования комплекса почвенных микроскопических грибов в Москве

Главной целью нашего исследования было сравнить комплекс микромицетов почв вблизи термальных источников с комплексом микромицетов почв типичных биоценозов Камчатки.

### Первичный посев

Подготовка посуды – смотри Приложение.

**Предпосевная обработка почвы.** При подготовке почвы к микробиологическому посеву необходимо десорбировать споры и мицелий микроскопических грибов с поверхности почвенных частиц, дезагрегировать микроколонии грибов и разбить грибные гифы на достаточно близкие по размерам фрагменты. Достигается это различными механическими воздействиями на почвенную суспензию (1 г почвы на 100 мл стерильной водопроводной воды). Почвенную суспензию обрабатывают путем 15-20-минутного перемешивания в стерильных колбах на качалке (около 500 об/мин) (Методы..., 1991).

*Методика первичного посева (Методы..., 1991)*

*(Посев производится в стерильном боксе при включенной горелке)*

*На поверхность твердой питательной среды наносится одна капля почвенной суспензии и с помощью стерильного шпателя она распределяется по всей поверхности агаровой пластинки. (Для каждой пробы мы высевали суспензию на 5 чашек Петри.) Далее чашки ставятся в термостат (постоянная температура 25°).*

*Засеянные водно-почвенной суспензией чашки Петри периодически просматриваются, начиная с 3-5-х суток, а отдельные колонии грибов в случае угрозы зарастания агара мицелием быстрорастущих микромицетов отсеиваются в пробирку на агаризованную питательную среду. Окончательный учет производится приблизительно через неделю. (Методику пересева на пробирку смотри в Приложении).*

Посев из разведений почвенной суспензии на твердую питательную среду Чапек (способ приготовления см. в приложении) был сделан для определения численности и видового состава комплекса почвенных микроскопических грибов. Учет грибов на питательных средах имеет более условный характер по сравнению с учетом бактерий, так как здесь более неопределенной является величина и характер зародыша, давшего колонию. Это могут быть различные генеративные образования, фрагменты гиф, разнообразные мицелиальные структуры, поэтому принято говорить о колониобразующих единицах.

### Колониобразующие единицы

До начала определения производится подсчет колониобразующих единиц. Из полученных данных можно составить относительное представление о степени заселенности исследуемой почвы.

*Метод подсчета колониобразующих единиц (Методы..., 1991)*

*КОЕ – число грибных зачатков на 1 г почвы (колониобразующие единицы);*

$$КОЕ = \frac{б * в * г}{д}$$

*б – среднее количество колоний на чашках;*

*в – разведение, из которого сделан посев;*

*г – кол-во капель в 1 мл суспензии;*

*д – вес почвы, взятой для анализа.*

Пользуясь этим методом, нами было посчитано число колониобразующих единиц для исследованных образцов:

$$\text{№ 4: } KOE = \frac{47 * 100 * 10}{1} = 47000$$

$$\text{№ 11: } KOE = \frac{19 * 100 * 10}{1} = 19000$$

$$\text{№ 12: } KOE = \frac{5 * 100 * 10}{1} = 5000$$

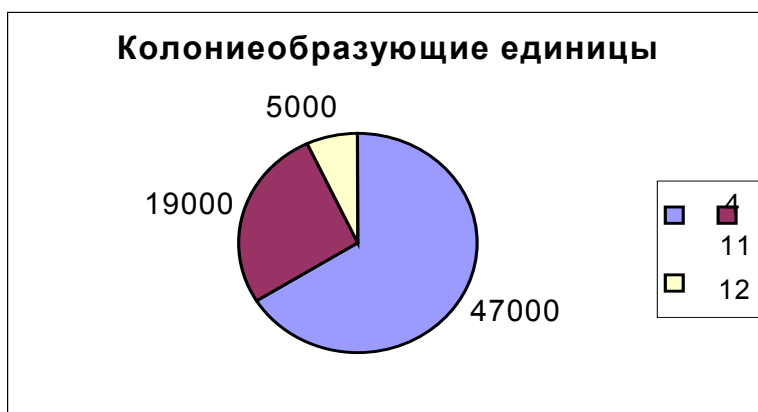


Рисунок 2. Число колониеобразующих единиц, выделяющихся из верхнего горизонта почвы изучаемых биоценозов

### Создание коллекции

В полученном посеве по внешним признакам подсчитывают число выделившихся видов, делается описание одной из колоний принадлежащей данному виду (план описания смотри в приложении), каждый вид записывается под определенным номером, после чего отсеивается на пробирку со средой, в которой может храниться при пониженной температуре до начала видовой идентификации. Если же получившаяся коллекция представляет интерес, то пробирки хранятся не более года, после чего культуры пересеивают (т.е. с пробирки пересеивают на новую пробирку, которая может храниться ещё около года.)

### Определение

Следующий этап – это непосредственно определение выделенных видов.

Для определения нужно отсеять каждый вид с пробирки на отдельную чашку со средой Чапек "тремя уколами"(Методику пересева "тремя уколами" смотри в приложении).

При небольшом увеличении еще с чашки (по форме спороносной структуры) с помощью определителя родов почвенных грибов (Кириленко Т.С., 1978) можно



идентифицировать, к какому роду относится гриб, после чего делается микропрепарат и определение до вида ведется уже по специальному определителю.

Видовую идентификацию микроскопических грибов проводили по культурально-морфологическим признакам с использованием специальных определителей (Raper K.B., 1949; Domsh K.H., 1993).

В ходе нашей работы были выделены и определены следующие виды:

Таблица 1. Список видов, выделенных из верхнего горизонта почвы изучаемых биоценозов

№ вида	Название вида
1	<i>Penicillium citrinum</i> Thom
2	<i>Penicillium</i> sp
3	<i>Trichoderma</i> sp1*
4/ч	<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni
4/б	<i>Mucor plumbeus</i> Bonord
5	<i>Penicillium</i> sp1
6	<i>Penicillium</i> sp2
7	<i>Penicillium</i> sp3
9	<i>P. waksmanii</i> Zaleski
10	<i>Penicillium</i> sp4
11	<i>P. janczewskii</i> Zaleski
13	<i>Mycelia sterilia</i>
14	<i>Penicillium</i> sp5
16	<i>Penicillium</i> sp6
17	<i>Penicillium</i> sp7
18	<i>P. commune</i> Thom
19	<i>P. spinulosum</i> Thom
20	<i>P. simplicissimum</i> Thom
21	<i>P. funiculosum</i> Thom
23	<i>P. fellutanum</i> Biourge
25	<i>Paecilomyces farinosus</i> Molmex Gray AHS Brown & G Sn
26/a	<i>P. solitum</i> Westling
26/б	<i>Penicillium</i> sp8
26/в	<i>P. chrysogenum</i> Thom
26/г	<i>P. melinii</i> Thom
27/a	<i>Fusarium</i> sp1*
28	<i>Fusarium solani</i> (Mavt) Sacc Mechilina
30	<i>Phoma</i> sp1*
31	<i>P. purpurogenum</i> Stoll

Sp 1\*- так отмечены виды, которые удалось выделить, но их определение сейчас затруднено и будет сделано в течение января.

К сожалению, часть видов мы выделить не смогли т.к. их рост был подавлен активным развитием других колоний.

## Распределение видов по биоценозам

Таблица 2. Распределение выделенных видов по изучаемым биоценозам

Вблизи термального источника	Тундра	Березняк
<i>Fusarium solani</i> (Mavt) Sacc Mechilina	<i>Mucor plumbeus</i> Bonord	<i>Penicillium sp</i>
<i>Fusarium sp1</i> *	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Penicillium citrinum</i> Thom
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	<i>Paecilomyces farinosus</i> Molmex Gray AHS Brown & G Sn	<i>Penicillium sp1</i>
<i>P. melinii</i> Thom	<i>Penicillium citrinum</i> Thom	<i>Penicillium sp2</i>
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	<i>P. fellutanum</i> Biourg	<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni
<i>P. solitum</i> Westling	<i>P. funiculosum</i> Thom	<i>Trichoderma sp1</i> *
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	<i>P. janczewskii</i> Zaleski	
<i>Penicillium sp8</i>	<i>P. simplicissimum</i> Thom	
<i>Phoma sp1</i> *	<i>P. spinulosum</i> Thom	
	<i>P. waksmanii</i> Zaleski	
	<i>Penicillium commune</i> Thom	
	<i>Penicillium sp2</i>	
	<i>Penicillium sp3</i>	
	<i>Penicillium sp4</i>	
	<i>Penicillium sp5</i>	
	<i>Penicillium sp6</i>	
	<i>Penicillium sp7</i>	
	<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	
	<i>Trichoderma sp1</i> *	
Процентное содержание микромицетов рода <i>Penicillium</i> в почве каждого биоценоза		
67%	74%	67%

(Видовой состав практически совпадает с видами, выделенными из сходных биоценозов Евдокимовой Г.А., Мозговой Н.П., Александровой А.В. и др. исследователями)



Рисунок 3. Число видов микроскопических грибов, выделяемых из почв изучаемых биоценозов

## Сходство комплексов микромицетов

Методика определения сходства (Методы..., 1991)

*A* – число видов в первой пробе

*B* – Число видов во второй пробе

*B* – Число видов общее для обеих проб

*C* – коэффициент сходства

$$C = \frac{2 * B}{A + B}$$

*C* (для березняка и "источника")=0, т.к. у этих биоценозов нет общих видов грибов

*C* (для тундры и "источника")=(2 \* 1) : (19+9)=0.07

*C* (для березняка и тундры)=(2 \* 4) : (19+6)=0.32

Таблица 3. Коэффициент сходства между комплексами микромицетов изучаемых биоценозов в %

Название сообщества	Вблизи источника	Тундра	Березняк
Вблизи источника		7%	0%
Тундра	7%		32%
Березняк	0%	32%	

## Встречаемость данного вида в почве

Методика определения встречаемости (Методы..., 1991)

*B* - встречаемость данного вида в почве в %

*Ч* - кол-во чашек, в которых встретился данный вид

*O* - общее кол-во чашек (5)

$$B = \frac{Ч}{O} * 100\%$$

Таблица 4. Встречаемость выделенных видов в почве

Название вида	№4	№11	№12
<i>Penicillium sp</i>	0	0	40%
<i>Fusarium solani</i> (Mavt) Sacc Mechilina	60%	0	0
<i>Fusarium sp1</i> *	60%	0	0
<i>Mucor plumbeus</i> Bonord	0	20%	0
<i>Mycelia sterilia</i>	0	80%	0
<i>P. chrysogenum</i> Thom	40%	0	0
<i>P. commune</i> Thom	0	20%	0
<i>P. fellutanum</i> Biourge	0	20%	0
<i>P. funiculosum</i> Thom	0	20%	0
<i>P. janczewskii</i> Zaleski	0	20%	0
<i>P. melinii</i> Thom	100%	0	0
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	20%	0	0
<i>P. simplicissimum</i> Thom	0	20%	0
<i>P. solitum</i> Westling	100%	0	0
<i>P. spinulosum</i> Thom	0	20%	0
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	40%	40%	0
<i>Paecilomyces farinosus</i> Molmex Gray AHS Brown & G Sn	0	20%	0
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	0	40%	100%
<i>Penicillium sp1</i>	0	0	40%

<i>Penicillium sp2</i>	О	60%	20%
<i>Penicillium sp3</i>	О	20%	О
<i>Penicillium sp4</i>	О	20%	О
<i>Penicillium sp5</i>	О	40%	О
<i>Penicillium sp6</i>	О	20%	О
<i>Penicillium sp7</i>	О	20%	О
<i>Penicillium sp8</i>	60%	О	О
<i>Phoma sp1*</i>	40%	О	О
<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	О	40%	20%
<i>Trichoderma sp1*</i>	О	20%	40%

О – данный вид не обнаружен в данном биоценозе

Теперь мы сможем определить значимость каждого вида в данном биоценозе.

Методика определения значимости вида

<b>Значимость вида</b>	<b>Пространственная встречаемость</b>
Типичный доминирующий	$\geq 60\%$
Типичный частый	$\geq 30\% < 60\%$
Типичный редкий	$> 30\%$

По данной методике посчитаем встречаемость видов и их значимость в данном биоценозе.

Таблица 5. Встречаемость и значимость выделенных видов

<b>Название вида</b>	<b>Встречаемость и значимость вида</b>
<b>Проба №11(тундра)</b>	
<i>Mucor plumbeus</i> Bonord	20% Типичный редкий
<b><i>Mycelia sterilia</i></b>	<b>80% Типичный доминирующий</b>
<i>P. commune</i> Thom	20% Типичный редкий
<i>P. fellutanum</i> Biourge	20% Типичный редкий
<i>P. funiculosum</i> Thom	20% Типичный редкий
<i>P. janczewskii</i> Zaleski	20% Типичный редкий
<i>P. simplicissimum</i> Thom	20% Типичный редкий
<i>P. spinulosum</i> Thom	20% Типичный редкий
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	40% Типичный частый
<i>Paecilomyces farinosus</i> Molmex Gray AHS Brown & G Sn	20% Типичный редкий
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	40% Типичный частый
<b><i>Penicillium sp2</i></b>	<b>60% Типичный доминирующий</b>
<i>Penicillium sp3</i>	20% Типичный редкий
<i>Penicillium sp4</i>	20% Типичный редкий
<i>Penicillium sp5</i>	40% Типичный частый
<i>Penicillium sp6</i>	20% Типичный редкий
<i>Penicillium sp7</i>	20% Типичный редкий
<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	40% Типичный частый
<i>Trichoderma sp1*</i>	20% Типичный редкий
<b>Проба №12(березняк)</b>	
<i>Penicillium sp</i>	40% Типичный частый
<b><i>Penicillium citrinum</i> Thom</b>	<b>100% Типичный доминирующий</b>
<i>Penicillium sp1</i>	40% Типичный частый
<i>Penicillium sp2</i>	20% Типичный редкий

<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	20% Типичный редкий
<i>Trichoderma sp1</i> *	40% Типичный частый
<b>Проба №4(вблизи термального источника)</b>	
<i>Fusarium solani</i> (Mavt) Sacc Mechilina	60% Типичный доминирующий
<i>Fusarium sp1</i> *	60% Типичный доминирующий
<i>P. chrysogenum</i> Thom	40% Типичный частый
<i>P. melinii</i> Thom	100% Типичный доминирующий
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	20% Типичный редкий
<i>P. solitum</i> Westling	100% Типичный доминирующий
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	40% Типичный частый
<i>Penicillium sp8</i>	60% Типичный доминирующий
<i>Phoma sp1</i> *	40% Типичный частый

Жирным выделены доминирующие виды

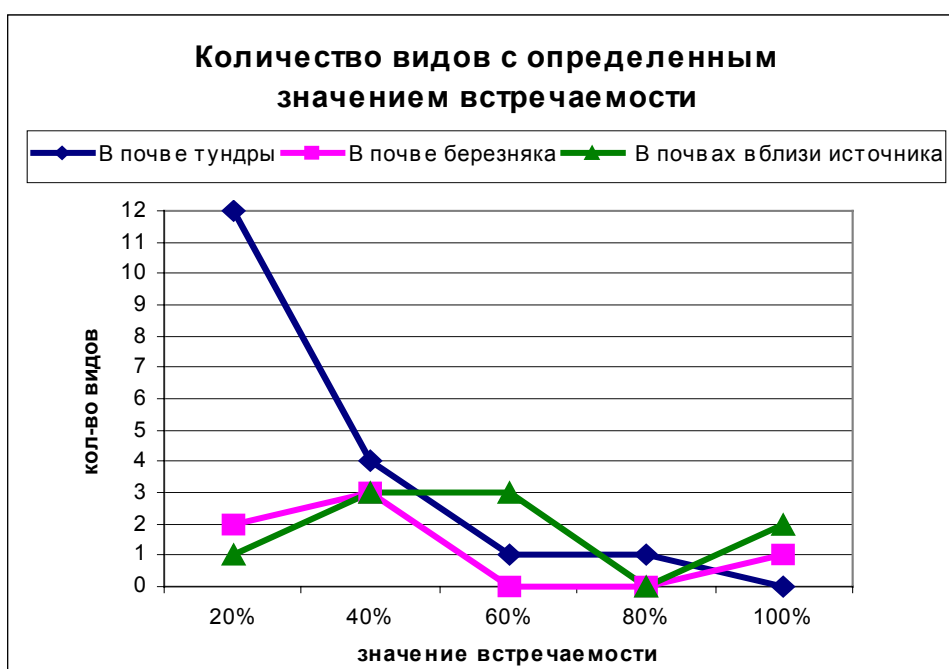


Рисунок 4. Количество видов с определенной встречаемостью в изучаемых биоценозах

### Обилие каждого вида

Методика определение обилия данного вида микромицетов (*Методы...., 1991*)

$$D = \frac{K}{O} * 100\%$$

*D* - доля данного вида среди других микромицетов

*K* - общее количество колоний данного вида в образце

*O* - общее количество всех колоний в данной пробе

Таблица 6. Доля каждого вида среди остальных видов, изучаемого биоценоза

Название вида	Доля данного вида в пробе
<b>Проба № 11 (общее количество колоний-95 колоний)</b>	
<i>Mucor plumbeus</i> Bonord	1.05%
<i>Mycelia sterilia</i>	51.58%
<i>P. commune</i> Thom	1.05%
<i>P. fellutanum</i> Biourge	9.47%
<i>P. funiculosum</i> Thom	1.05%
<i>P. janczewskii</i> Zaleski	1.05%
<i>P. simplicissimum</i> Thom	1.05%
<i>P. spinulosum</i> Thom	1.05%
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	4.21%
<i>Paecilomyces farinosus</i> Molmex Gray AHS Brown & G Sn	1.05%
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	2.11%
<i>Penicillium sp2</i>	4.2%
<i>Penicillium sp3</i>	1.05%
<i>Penicillium sp4</i>	3.16%
<i>Penicillium sp5</i>	4.21%
<i>Penicillium sp6</i>	3.16%
<i>Penicillium sp7</i>	1.05%
<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	2.11%
<i>Trichoderma sp1</i> *	1.05%
<b>Проба № 12 (общее количество колоний-25 колоний)</b>	
<i>Penicillium sp</i>	4%
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	60%
<i>Penicillium sp1</i>	12%
<i>Penicillium sp2</i>	8%
<i>Rhizopus cohnii</i> Berledte Toni	8%
<i>Trichoderma sp1</i> *	8%
<b>Проба № 4 (общее количество колоний-234 колонии)</b>	
<i>P. solitum</i> Westling	11.11%
<i>Penicillium sp8</i>	44.87%
<i>P. chrysogenum</i> Thom	25.64%
<i>P. melinii</i> Thom	5.56%
<i>Fusarium sp11</i> *	2.56%
<i>Fusarium solani</i> (Mavt) Sacc Mechilina	2.56%
<i>Phoma sp12</i> *	2.99%
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	1.71%
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	2.99%

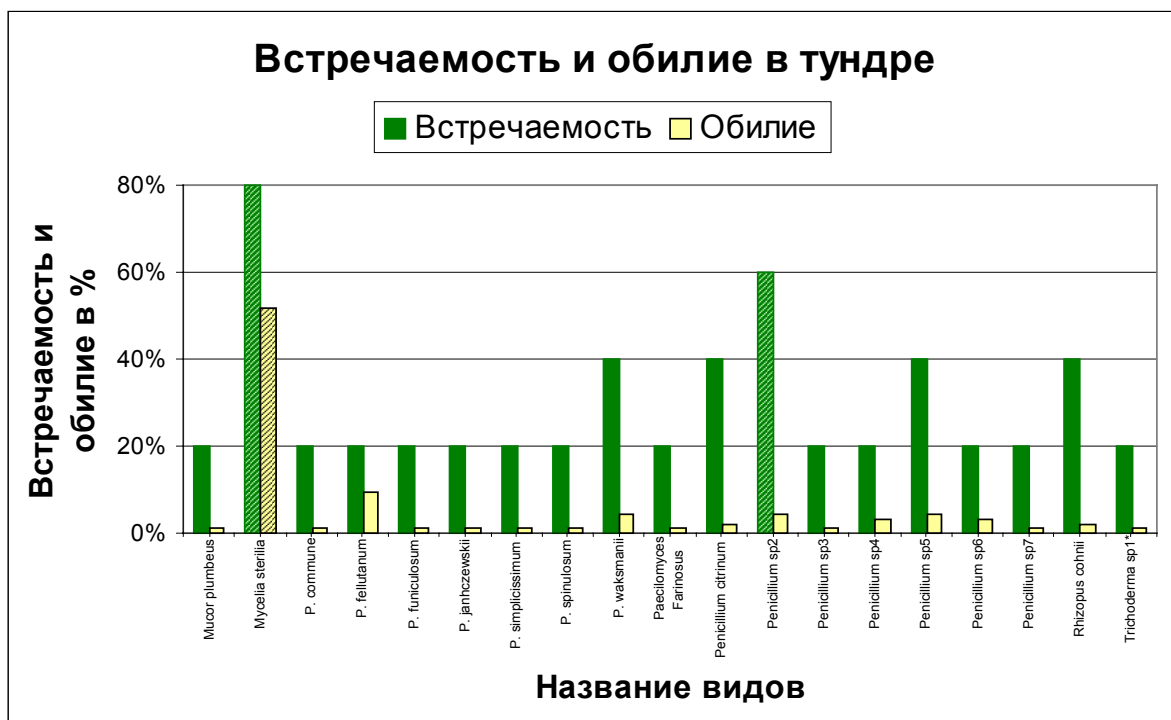


Рисунок 5. Встречаемость и обилие видов, выделенных из почв тундры. Штриховкой выделены доминанты.

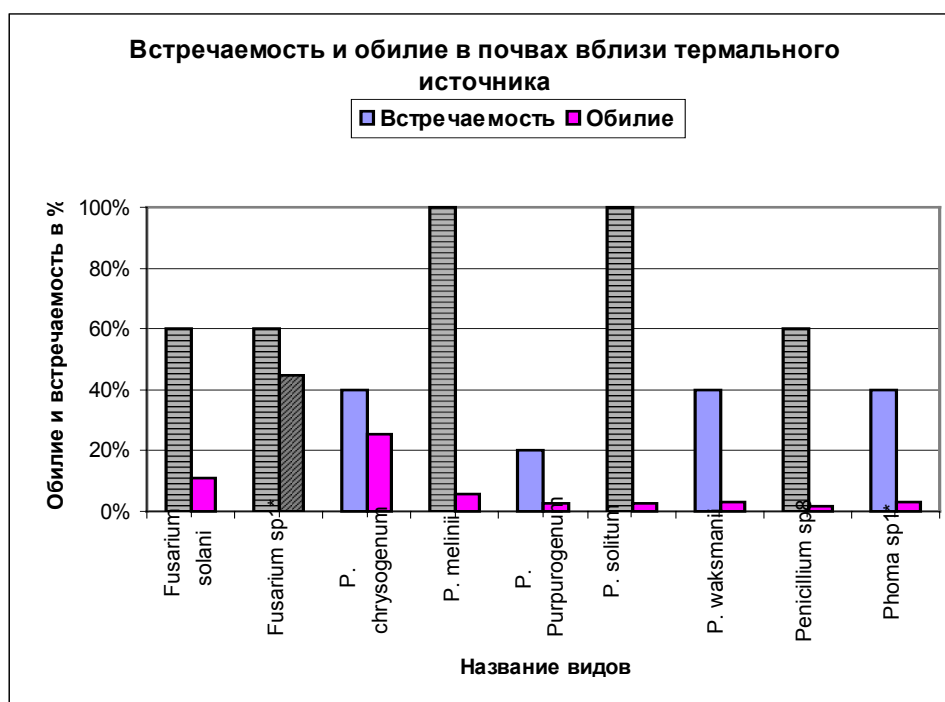


Рисунок 6. Встречаемость и обилие видов, выделенных из почв вблизи термального источника. Штриховкой выделены доминанты.

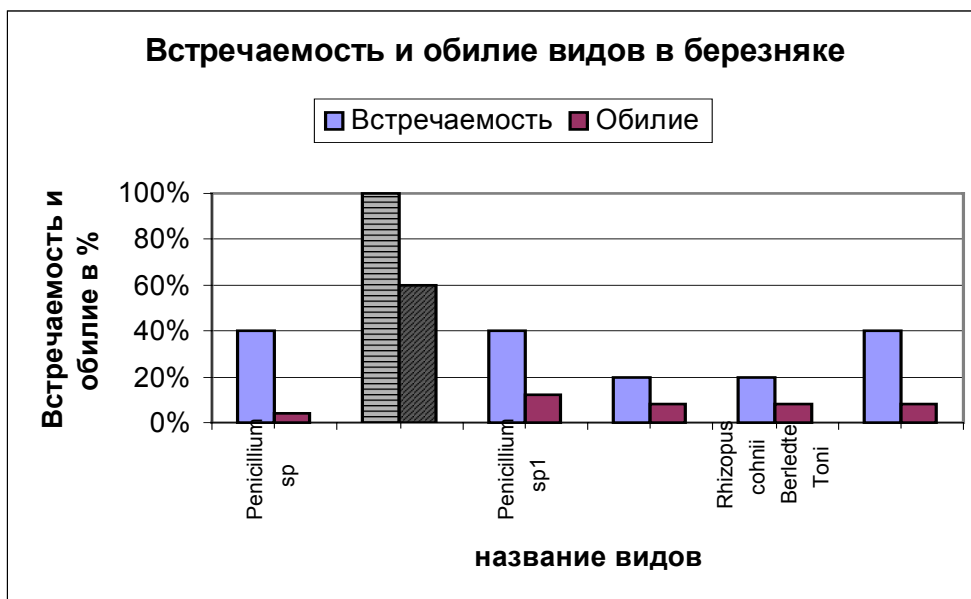


Рисунок 7. Встречаемость и обилие видов, выделенных из почв березняка. Штриховкой выделены доминанты.



## Обсуждение полученных результатов

Как видно на рисунке 2 максимальная численность грибных зачатков находится в почвах, расположенных вблизи термальных источников, а самые бедные почвы – почвы березняка.

Можно предположить, что в березняке создаются неблагоприятные условия для развития микромицетов, а именно: толстый слой отмершей подстилки, состоящей, в основном, из листьев каменной березы, которые достаточно устойчивы к микробному разложению. Так же лимитирующим фактором является сухость почвы.

Почвы под равнинными березняками, занимающими относительно сухое местоположение, беднее микроорганизмами, чем почвы под березняками, находящиеся в достаточном увлажнении (Евдокимова, Мозгова, 2001)

Из рисунка 3 видно, что видовой состав тундры наиболее разнообразен.

Сокращение видового богатства в почвах термальных ландшафтов может быть связано с тем, что условия не благоприятны для развития микромицетов и только немногие виды способны там обитать (Мишустин, 1963).

С другой стороны, в связи с повышением температуры и преобладанием травянистой растительности в разложении могут активно участвовать и бактерии, таким образом, в почвах вблизи термальных источников доля бактерий возрастает, и конкуренция бактерий с грибами сильно увеличивается.

Если мы вернемся к рисунку 2, где видно, что число колониеобразующих единиц вблизи термального источника больше всего, можно предположить, что большинство микромицетов находятся в почве вблизи источника в виде спор. Это, а также низкое видовое разнообразие, еще раз подтверждает, что условия для развития грибов вблизи источников не благоприятны. При таких условиях видовое разнообразие микроскопических грибов сокращается: частично или полностью выпадают редкие виды, доминирует небольшое количество приспособленных к таким условиям грибов – *Fusarium solani*, *Fusarium sp1*<sup>\*</sup>, *P. melinii*, *P. solitum*, *Penicillium sp8*.

Из таблицы 2 видно, что комплекс микромицетов вблизи термального источника сильно отличается от комплекса микромицетов березняка и тундры (коэффициенты сходства составляют 0 % и 7 % соответственно). Это связано, во-первых, с различными фитоценозами, а, следовательно, и с разным количеством и составом органического вещества, попадающего в почву, во-вторых, с различными типами почв.

Небольшой коэффициент сходства между березняком и тундрой (32%) обусловлен тем, что видовое разнообразие тундры очень большое, а в березняке,

наоборот, очень маленькое, однако практически все виды, встречающиеся в березняке, есть также и в тундре.

Нужно отметить, что микромицеты рода *Penicillium* составляют значительную часть во всех биогеоценозах – до 74 %.

Глядя на рисунок 4, можно заметить, что число доминирующих видов в тундре всего два (самое богатое разнообразие видов), а вблизи термальных источников – пять. Это может быть связано с экстремальными условиями вблизи термального источника, наличием тяжелых металлов в почве, а отсюда и явное преобладание видов более приспособленных к таким условиям.

Как мы и предполагали, вблизи термального источника нам практически не встретились случайные виды (только один – *P. purpurogenum*). Нужно заметить, что данный вид обычно выделяется из почв с экстремальными условиями обитания, содержащих тяжелые металлы в повышенных концентрациях, из антропогенно загрязненных почв.

В таблице 5 представлены виды, доминирующие в каждом биоценозе (выделены жирным шрифтом).

Доминирующим в тундре видом является представитель рода *Penicillium* и стерильный мицелий.

В тундровых почвах наблюдается развитие стерильного мицелия, что свидетельствует о редукции жизненного цикла микромицетов в экстремальных природных условиях (Waksman, 1944). Аналогичные данные были отмечены Евдокимовой при изучении подобного тундрового биоценоза на Кольском полуострове (Евдокимова, 1995).

Доминантными видами в почвах вблизи термального источника также являются представители рода *Penicillium*, но, наряду с ними, появляются представители рода *Fusarium*. Как видно из рисунка 6 *Fusarium* является доминантом не только по пространственной встречаемости, но также высока его доля среди всех микромицетов, в отличие от представителей рода *Penicillium*, доля которых среди остальных грибов ничтожно мала. Высокое обилие также у типично частого вида *P. chrysogenum*, который очень часто выделяется из почв, загрязненных тяжелыми металлами. На рисунке 5 видно, что доминирующий по встречаемости в тундре стерильный мицелий, является также доминантом и по обилию его в почве, а *Penicillium sp2*, хотя и доминирует в почве по встречаемости, его доля в комплексе микроскопических грибов совсем маленькая. Как видно по рисунку 7 в березняке доминант по обилию и встречаемости совпадает.

Таким образом, нами было установлено, что видовой состав микромицетов почв зональных биоценозов Камчатского полуострова (березняк, тундра) в достаточной степени сходен между собой, и сильно отличается от видового состава почв вблизи термальных источников. Видовая структура микроскопических грибов почв изученных биоценозов различна как по составу, так и по количеству видов разной степени представленности.

В результате, проведенного исследования нами было выделено 29 видов, 17 (еще три будет определено в течение января) из них было идентифицировано и изолировано на пробирку. Таким образом, была создана коллекция микроскопических грибов камчатских почв, которая хранится на кафедре биологии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, и будет использоваться для дальнейших исследований специфических видовых и штаммовых свойств.

В дальнейшем планируются исследования по:

- 1) Оценке биомассы грибного и бактериального компонента в изучаемых почвах
- 2) Химическому анализу изучаемых почв
- 3) Видовой идентификации бактериального комплекса и созданию коллекции бактерий.

## Выводы

- 1) Обнаружено достоверное различие в численности микромицетов в изучаемых биогеоценозах. Максимальное различие наблюдалось между числом грибных зачатков в почвах березняка и в почвах вблизи термального источника.
- 2) Почва изучаемого березняка является наименее благоприятным местообитанием для микроскопических грибов. Т.к. для нее было установлено минимальное количество видов и минимальное число КОЕ.
- 3) Максимальное видовое разнообразие было установлено для тундровой почвы. Доминантом в сообществе тундровой почвы является стерильный мицелий. Видовой состав микромицетов почв тундры практически повторяет видовой состав почв березняка, с добавлением значительного количества минорных видов.
- 4) Почва вблизи термального источника по видовому составу существенно отличается от почв зональных биогеоценозов. Появляются виды с повышенной устойчивостью к стрессовым воздействиям.
- 5) Значительную часть выделяемых видов составляют представители рода *Penicillium*, лишь в почвах вблизи термального источника существенную долю среди выделяемых грибов составляют представители других родов, которые свойственны почвам более южных областей.

## Приложение

Летом 2001 года группа учеников лицея "Вторая школа", организованная учителем информатики Шахновичем В.И. и учителем биологии Ракитиной Н.Г., получила возможность отправиться на полуостров Камчатка. В ходе экспедиции, помимо представленной работы, проводились следующие экологические исследования:

- изучение видового состава типичных биоценозов (геоботаника)
- изучение видового состава лишайников
- изучение видового состава насекомых (отряд Чешуекрылые, Жесткокрылые)
- химический экспресс анализ воды горячих источников.

В нашей работе использовались результаты, полученные другими участниками группы (геоботаническое описание тундры и березняка и химический анализ воды источника).

### Химический анализ воды источника (Вершинина А., Шахнович Л.)

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1 мг/л
O <sub>2</sub>	0.5 мг/л
Fe	2 мг/л
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	2 мг/л
Cu	0 мг/л
pH	6.0
kH	10°
gH	25°

### Геоботаническое описание пробы №11 (Сахарова Т., Чернобаева М.)

#### **КУСТАРНИЧКОВАЯ ТУНДРА**

**Название ассоциации:** голубиково-шикшевая

**Величина пробной площадки:** 10x10м

**Географическое положение:** п-ов Камчатка, Налычевский национальный парк, Медвежья тундра

**Общий характер рельефа:** равнинная тундра

**Микрорельеф:** средняя закороченность

*Поверхностная горная порода: вулканическая*

**Почва:** слоисто-охристая

**Влияние человека и животных:**

- пешеходная тропа ( тропа WWF), следы геологических разработок
- следы жизнедеятельности различных животных  
(например, медвежий помет)

**Мертвая подстилка:**

- а) **состав:** листья березы тощей, отмершие части шикши
- б) **мощность:** 5 см
- в) **степень покрытия:** 95%

## **ЯРУСЫ**

1) Кустарнички и травы.

- средняя высота яруса: 20-40 см
- доминирующие виды: голубика, золотарник таволголистный

2) Кустарнички и лишайники

- средняя высота яруса: 1-15 см
- доминирующие виды: шикша сибирская, лишайники

**Травянисто-кустарничковый покров**

- степень проективного покрытия: 90%
- задернованность: 40%

**Список видов по ярусам:**

I. Ярус:

<b>Вид</b>	<b>Обилие</b>	<b>Проективное покрытие</b>		<b>Фенофаза</b>
1. Голубика	cop 3	70%		Цветение, Отцветание
2.Золотарник таволголистный	Sp	15%		Вегетация
3.Жимолость камчатская	Sol	10%		Цветение
4.Остролодочник аянский	Sol	Единично		Цветение

5.Кедровый стланик	Sol	Единично		Вегетация
6.Можжевельник сибирский	Sol	Единично		Плодоношение
7.Крвохлебка аптечная	Sol	Единично		Бутонизация, Цветение
8.Хвощ Комарова	Sol	Единично		Спороношение

II. Ярус:

Вид	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза
1.Шикша сибирская	cop 3	85%	Плодоношение
2.Брусничка малая	Sol	5%	Вегетация, Цветение
3. Кладония мягкая	Sol	10%	Спороношение
4.Кладония приальпийская			
5. Цетрария sp			
6.Стереокаулон голый			

Геоботаническое описание пробы №12 (Сахарова Т., Чернобаева М.)

### КАМЕННОБЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС

**Название ассоциации:** каменноберезово-чемерично-башмачковая

**Величина пробной площадки:** 10x10м

**Географическое положение:** п-ов Камчатка,  
Налычевский национальный парк

**Общий характер рельефа:** равнинный

**Микрорельеф:** средняя заочкаренность

*Поверхностная горная порода: вулканические пески и пеплы*

**Почва:** слоисто-охристая

**Влияние человека и животных:**

- непосредственная близость пешеходной тропы

- следы жизнедеятельности различных животных (например, медвежий помет)

**Мертвая подстилка:**

- а) **состав:** листья каменной березы, отмершие части злаков
- б) **мощность:** 8 см
- в) **степень покрытия:** 80%

**ЯРУСЫ**

1) Древетстой.

- средняя высота яруса: 8-10 м
- доминирующий вид: каменная береза
- сомкнутость крон – 40%

2) Подрост

- доминирующий вид: каменная береза
- средняя высота яруса: 3-3,5 м
- сомкнутость крон – 20%

3) Кустарники

- средняя высота яруса: 30-90 см
- доминирующие виды: жимолость камчатская, роза иглистая

4) Высокотравье

- средняя высота яруса: 20-70 см
- доминирующие виды: чемерица острокольная,
- василисник редкоцветный

5) Средние травы

- средняя высота яруса: 10-50 см
- доминирующие виды: башмачок Ятабе, черемша

6) Низкотравие

- средняя высота яруса: 5-20 см
- доминирующий вид: майник широколиственный

**Список видов по ярусам:**

I и II древесные ярусы представлены каменной березой



III. Ярус

Вид	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза
1. Жимолость камчатская	cop 2	55%	цветение
2. Роза иглистая	cop 1	45%	вегетация

IV. Ярус

Вид	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза
1. Василисник редкоцветковый	cop 1	30%	бутонизация
2. Чемерица острокольная	Sp	25%	цветение
3. Кипрей Хорнеманна	Sp	25%	вегетация
4. Волжанка камчатская	Sp	15%	бутонизация
5. Злаки	Sol	5%	вегетация

V. Ярус

Вид	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза	
1. Башмачок Ятабе	cop 1	30%	цветение, бутонизация	
2. Герань sp	cop 1	30%	цветение, бутонизация	
3. Черемша	Sp	15%	бутонизация	
4. Башмачок крупноцветный	Sp	15%	цветение, бутонизация	
5. Пальчатокоренник остистый	Sol	3%	цветение	
6. Осока sp	Sol	2%	цветение	
7. Касатик щетиноносный	Sol	единично	5% бутонизация	
8. Рябчик камчатский	Sol	единично		цветение
9. Хвощ Комарова	Sol	единично		спороношение

VI. Ярус

Вид	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза
1. Майник широколиственный	cop 2	55%	цветение, бутонизация
2. Седмичник европейский	Sp	25%	цветение

3. Башмачок Ятабе	Sp	10%	цветение, бутонизация
4. Грушанка sp	Sol	единично	5%
5. Ладьян трехнадрезанный	Sol	единично	
			Вегетация
			Цветение

Подготовка посуды для микробиологического посева (на каждую почвенную пробу)  
(Методы..., 1991)

- 1) колба на 250мл со 100 мл стерильной воды
- 2) стерильная пипетка на 1мл
- 3) стерильный шпатель
- 4) стерильные чашки Петри (5 шт.)
- 5) стерильная среда Чапек в колбе 1-1,5 л, заполненной средой на 2/3 объема

Состав питательной среды Чапека (для первичного посева)\*:

KCl	0.25 г
MgSO <sub>4</sub>	0.25 г
KH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5 г
FeSO <sub>4</sub>	0.005 г
NaNO <sub>3</sub>	1 г
Сахароза	10 г
Агар-агар	10 г
Дистиллированная вода	0.5 л

В стерильную расплавленную среду добавляют стрептомицин для подавления роста бактерий.

Состав питательной среды Чапека (для посева на определение)\*:

KCl	0.25 г
MgSO <sub>4</sub>	0.25 г
KH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5 г
FeSO <sub>4</sub>	0.005 г
NaNO <sub>3</sub>	2 г
Сахароза	20 г
Агар-агар	10 г
Дистиллированная вода	0.5 л

#### Методика пересева на пробирку\*:

(Пересев производится в стерильном боксе, при включенной горелке)

- 1) Прокалить микробиологический крючок в пламени горелки
- 2) Остудить крючок в среде в пробирке
- 3) Крючком зацепить кусок мицелия пересеваемого гриба
- 4) Крючком поставить точку в самом основании свободной поверхности среды в пробирке

Вся процедура производится на расстоянии не более 10 см от горелки.

#### Методика пересева на чашку "тремя уколами"\*

(в стерильном боксе при включенной горелке)

- 1) Перевернуть чашку с застывшей средой вверх дном
- 2) Прокалить микробиологический крючок в огне
- 3) Остудить крючок о среду в чашке
- 4) Зацепить кусок мицелия из косяка и поставить крючком три точки на питательной среде. После чего чашка убирается в термостат, после недельного роста колоний можно приступить к определению.

Вся процедура производится на расстоянии не более 10 см от горелки.

#### План описания колоний\*:

- 1) Размер колонии (диаметр)
- 2) Форма края
- 3) Форма и характер поверхности
- 4) Наличие экссудата (при наличии его цвет)
- 5) Цвет обратной стороны
- 6) Наличие пигмента (при наличии цвета)
- 7) Другие признаки

---

\* Методики, которые нам рекомендовали сотрудники кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.

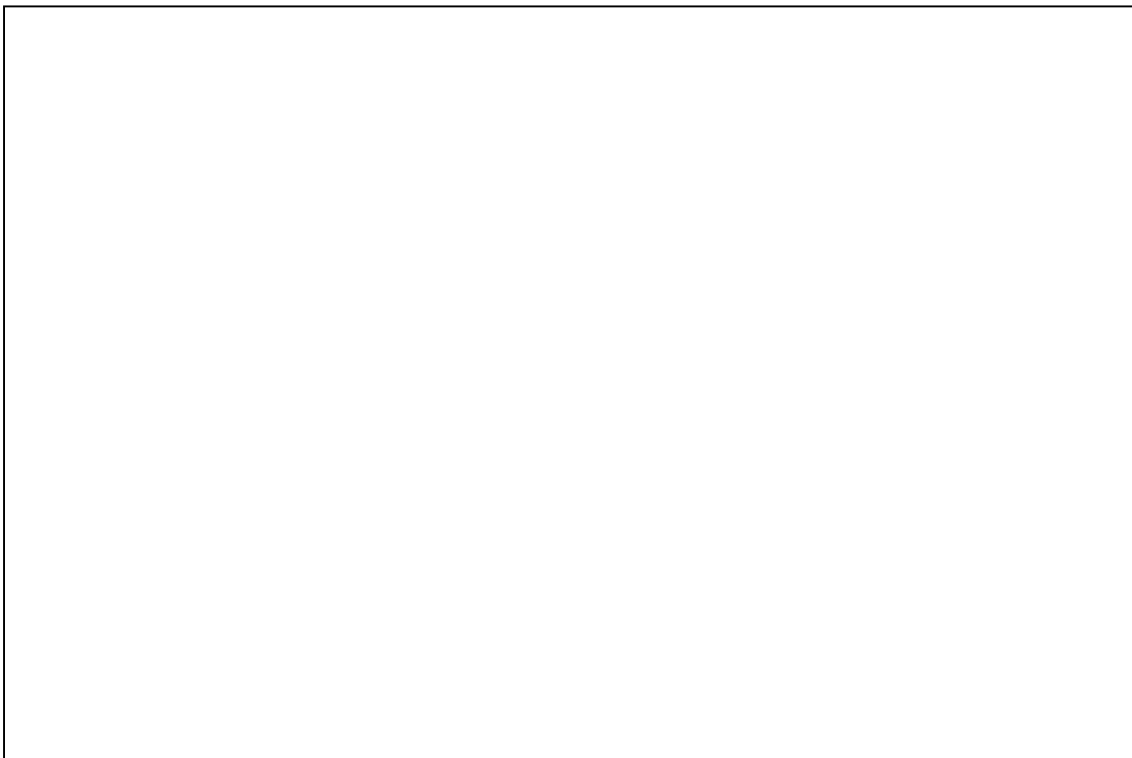
### Список литературы:

- 1) Александрова А.В Почвенные микромицеты кальдеры вулкана Узон и долины гейзеров на Камчатке. Дипломная работа.
- 2) Александрова А.В., Великанов Л.Л., Сидорова И.И., Ключ для определения видов рода *Trichoderma*. УДК 582.288.42, 1993, М.: Изд-во МГУ, 24 с.
- 3) Добровольский Г.В Почвы СССР, изд. «Мысль», Москва, 1979
- 4) Евдокимова Г.А. Эколого-микробиологические основы охраны почв крайнего севера. Изд. «Апатиты», Кольский научный центр, 1995, 272 с.
- 5) Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского севера. Изд. «Апатиты», Кольский научный центр, 2001, 184 с.
- 6) Кириленко Т.С. Атлас родов почвенных грибов. Киев: Наукова думка., 1978. 261 с.
- 7) Методы определения структуры комплексов почвенных актиномицетов и грибов, изд. МГУ, Москва, 1988
- 8) Методы почвенной микробиологии и биохимии, под редакцией Звягинцева Д.Г., 1991, М.: Изд-во МГУ, 302 с.
- 9) Мирчинк Т.Г. Почвенная микология – М.: Изд-во МГУ, 1976. 205с.
- 10) Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. 1963. Т.32. Вып. 3. С.479-485.
- 11) Полянская Л.М., Никонов В.В., Лукина Н.В., Паникова А.Н., Звягинцев Д.Г., Микроорганизмы Al-Fe-гумусовых подзолов сосняков лишайниковых в условиях аэротехногенного загрязнения // Почвоведение. 2001. № 2. С. 215-226.
- 12) Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв, изд. МГУ, Москва, 1983.
- 13) Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование, изд. «Наука», Москва, 1973.
- 14) Anderson J.P.E., Domsh K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem. 1978. V. 10 P. 215-221.
- 15) Anderson J.P.E., Domsh K.H. Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration of selected agricultural and forest soils // Canadian J. Microbiology. 1975. № 21 P. 314-322.
- 16) Domsh K.H., Gams W. Andersen T.H. Compendium of soil fungi. London: Acad. Press, 1993. V. 1. 859 p.
- 17) Raper K.B., Thom Ch. Manual of the Penicillia. Baltimore, The Williams and Wilkings company., 1949. 515 p

## Благодарности

Мы выражаем благодарность за помощь в проведении нашей работе

- сотрудникам кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ им. Ломоносова Беспаловой А.Ю. за помощь в подборке литературы и методик, а также помощи в определении почвенных микромицетов; Пашинскому А.М. за помощь в подготовке оборудования до начала экспедиции, а также помощи в определении почвенных микромицетов.
- сотруднице кафедры микологии факультета биологии МГУ им. Ломоносова Александровой А.В. за помощь в определении редко встречающихся видов почвенных микромицетов.



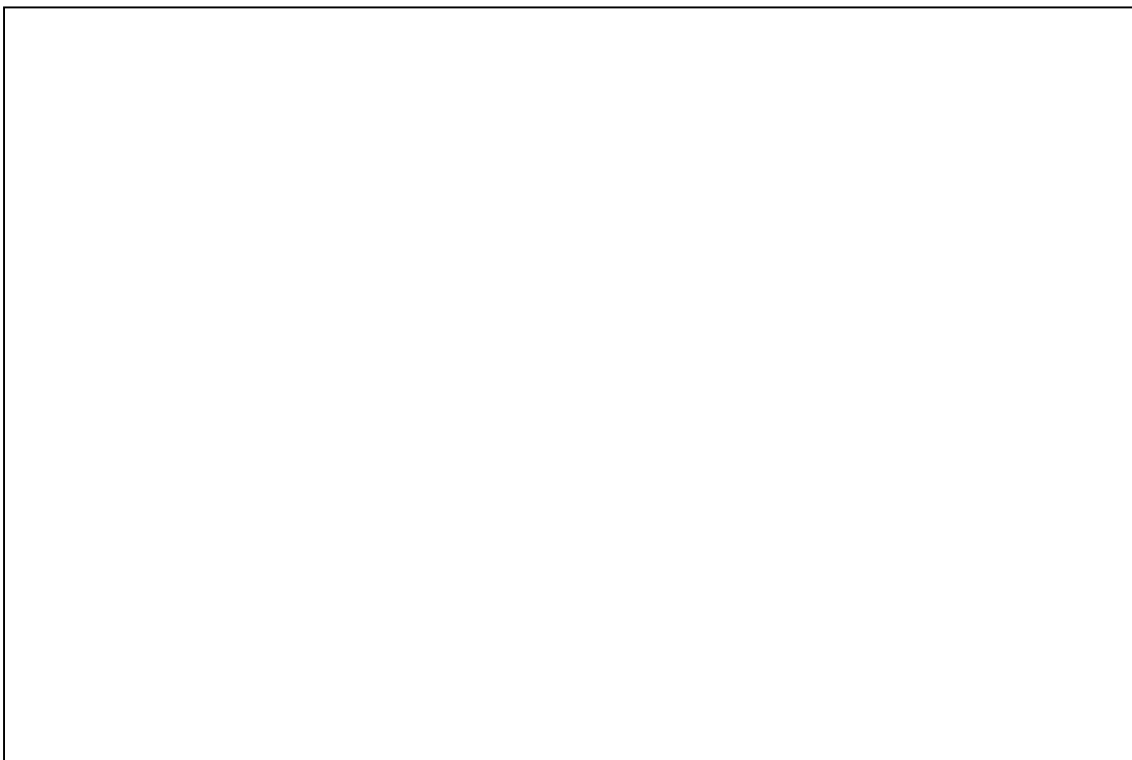
Общий вид чашек Петри с 4|ч-*Rezopus cohnii* Berletde Toni

19-*P. spinulosum* Thom

20-*Penicillium simplicissimum* Thom

21-*P. funiculosum* Thom

28-*Fusarium solani* (Mavt) Sacc Mechilinia



Крупный план:

21-*P. funiculosum* Thom