

На правах рукописи



СЛИНКИНА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА

**ГРИБЫ АКВАПОЧВ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ОСТРОВА САХАЛИН**

03.00.16 – экология

03.00.24 – микология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

26 MAR 2009

Владивосток – 2009

Работа выполнена в лаборатории микробиологии Тихоокеанского института  
биоорганической химии ДВО РАН

Научный руководитель: кандидат биологических наук,  
доцент  
**Пивкин Михаил Викторович**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
профессор  
**Бузолева Любовь Степановна**  
  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
**Булах Евгения Мироновна**

Ведущая организация **Институт биологии моря им. Жирмунского ДВО РАН,  
г. Владивосток**

Защита состоится «4» апреля 2009 г. в 13 часов на заседании диссертационного  
совета Д 212.056.02 при Дальневосточном государственном университете МОН РФ  
по адресу 690950, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, ауд. 435.

Отзывы на автореферат просим отправлять по адресу: 690950, г. Владивосток, ул.  
Октябрьская, 27, комн.417, кафедра общей экологии.  
Факс: (4232) 45-94-09.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Дальневосточного  
государственного университета МОН РФ

Автореферат разослан «2» марта 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Ю.А. Галышева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Грибы – одни из наиболее распространенных организмов на Земле, являющихся важным компонентом наземных и водных экосистем. Велика их роль в деструкции и минерализации органических веществ, почвообразовательных процессах, а также средообразовании, что проявляется в их способности изменять физические свойства среды (структура почв, кислотность, режимы температуры и влажности и т.д.). Выполняя в экосистемах разнообразные функции, микромицеты влияют не только на жизнедеятельность микробных сообществ, но оказывают прямое или опосредованное воздействие и на макроорганизмы (растения и животных, человека). Благодаря высоким адаптационным способностям, грибы занимают разнообразные эколого-трофические ниши и встречаются в различных, даже самых экстремальных условиях среды, включая моря и океаны.

В морских экосистемах грибы играют существенную роль как паразиты, симбионты и ассоцианты растений и животных, являющиеся компонентами и лишайников лишайникоподобных ассоциаций. Грибы аквапочв представлены в основном анаморфными грибами, являющимися одними из главных деструкторов органического вещества в море. В то же время морские грибы, в том числе грибы аквапочв, остаются мало изученной группой организмов, поскольку вплоть до 70х годов XX века роль грибов в морях и океанах подвергалась сомнению (Downan, 1970; Fenchel, 1972). Накопившиеся к настоящему времени сведения по экологии и систематике морских грибов заставляют пересмотреть значение морских грибов и по-новому взглянуть на их биоразнообразие, которое может быть представлено гораздо большим числом видов, чем известно в настоящее время. На современном этапе развития морской микологии остаются актуальными вопросы видового богатства и структуры грибных комплексов морей, а также влияния на них абиотических факторов морской среды и антропогенной нагрузки.

**Цель исследований** - изучить влияние абиотических факторов среды и антропогенной нагрузки (содержание органических веществ, биогенных элементов, углеводов нефти) на комплексы мицелиальных грибов аквапочв на примере шельфовой зоны острова Сахалин.

### **Задачи исследований:**

1. Выделить в чистую культуру и идентифицировать мицелиальные грибы аквапочв шельфа о. Сахалин.
2. Изучить влияние физических свойств аквапочв и антропогенной нагрузки (содержание органических веществ, биогенных элементов, углеводов нефти) на таксономический состав комплексов грибов аквапочв в этом районе.
3. Изучить влияние физических свойств аквапочв и антропогенной нагрузки на численность и биоразнообразие грибов.
4. Провести анализ воздействия факторов морской среды на комплексы микромицетов.

**Научная новизна.** Впервые исследовано биоразнообразие и видовое богатство мицелиальных грибов аквапочв шельфовой зоны о. Сахалин. Выявлены особенности формирования грибных комплексов разных акваторий в зависимости от физических факторов морской среды (динамики водных масс,

гранулометрического состава аквапочв, солености) и антропогенной нагрузки (концентрации и распределения органического вещества, биогенных элементов, углеводов нефти). Выявлена достоверная связь показателей массовости некоторых видов микромицетов, численности грибов и стабильности комплексов с концентрацией органического углерода, гранулометрическим составом аквапочв и соленостью. Выявлена приуроченность некоторых видов грибов к повышенному содержанию углеводородов и биогенных элементов в аквапочвах.

#### Защищаемые положения.

1. Видовое богатство грибов аквапочв шельфа о. Сахалин представлено 131 видом мицелиальных грибов из 45 родов, в основном видами морфологической группы анаморфных грибов (117 видов из 36 родов) и *Ascomycota* (14 видов из 9 родов), среди которых преобладают виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Geomyces*.

2. В условиях шельфа о. Сахалин изменение биоразнообразия, численности грибов и выравнивания обилий видов обусловлено гранулометрическим составом аквапочв, концентрацией в них органических веществ, а так же антропогенной нагрузкой (содержание биогенных элементов и углеводов нефти).

3. Специфичность распространения грибов в условиях шельфа о. Сахалин позволяет использовать индикаторные свойства отдельных видов грибов: массовое развитие *Geomyces pannorum*, *Wardomyces inflatus* и стерильного мицелия связано с концентрацией органического углерода в аквапочвах, *Acremonium charticola* и *A. fuci* – с высоким содержанием кремния, видов рода *Aspergillus* – с высоким содержанием углеводов нефти, *Acremonium roseum*, *Phialophora* sp., *Emericellopsis glabra*, *E. terricola*, *E. minima* – с низкими концентрациями соли в морской воде, а замещение обычных видов видами рода *Scopulariopsis* и несвойственными морской среде обитания видами *Beauveria*, массовое развитие стерильного мицелия показывает повышенное антропогенное воздействие на морские сообщества.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выводы, полученные в результате исследований, позволяют расширить знания об экологической роли морских грибов, а так же использовать полученные результаты как основу для биомониторинга морских экосистем.

Личный вклад автора. Автору принадлежит методическая разработка всех разделов диссертационной темы, выполнение экспериментальных исследований, интерпретация полученной информации, подготовка и публикация основных результатов.

Апробация работы. Результаты работы были доложены на XI съезде Русского ботанического общества (Новосибирск-Барнаул, 2003), IV съезде Докучаевского общества почвоведов (Новосибирск, 2004), Международной научной конференции (Минск, 2004), I(IX) Международной конференции молодых ботаников (Санкт-Петербург, 2006), II Региональной научной конференции (Владивосток, 2006), X Международной молодежной школе-конференции по актуальным проблемам химии и биологии (Владивосток, 2006, 2007), на 15 конгрессе Европейских микологов (Санкт-Петербург, 2007), Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею Ивлева Анатолия Михайловича (Владивосток, 2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, 5 глав, выводов, списка литературы (242 источника, из них 186 иностранных), 3 приложений. Диссертация изложена на 155 страницах, включает 21 рисунок и 21 таблицу.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику Пивкину Михаилу Викторовичу, а также к.б.н. Худяковой Ю.В. за ценные советы и помощь в работе. Автор искренне признателен ведущему инженеру ТИБОХ ДВО РАН Степанову В.Р. и сотрудникам Института биологии моря ДВО РАН за помощь в сборе материала для исследований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Обзор литературы

В главе рассматриваются сведения по разнообразию и распространению грибов в наземных и водных, в том числе морских, экосистемах; происхождение и некоторые аспекты биогеографии морских грибов; сведения по грибам различных морских местообитаний; вклад отечественных ученых в развитие морской микологии.

### Глава 2. Описание районов исследования

**Залив Анива и юго-восточная часть охотоморского шельфа.** Залив Анива расположен в южной части Охотского моря. Прибрежная зона залива характеризуется чередованием твердых и рыхлых аквапочв и горных пород. Преобладают на всем её протяжении пески различных типов (чистые или заиленные) или песчано-галечные аквапочвы, иногда с примесью остатков раковин моллюсков. Они преимущественно распространены в западной и северо-западной части залива. Каменисто-валунные грунты широко представлены в северной части залива Анива и в районе крайних мысов. Выходы коренных пород в виде скальных гряд или плит встречаются сравнительно редко. Чем ближе к берегу, тем крупнее фракции грунта. Твердые грунты в основном распространены до глубины 20м, глубже простираются илстые и илесто-песчаные аквапочвы (Чумаков, Балконская, 2004). Термический режим вод этого района формируется под влиянием холодного Северо-Охотского течения, которое, проходя вдоль восточного шельфа, увеличивает скорость в его южной части. Одна из его ветвей через пролив Лаперуза проникает в Японское море, вызывая в заливе Анива антициклоническую циркуляцию. С другой стороны, течение Соя (ветвь Цусимского течения), проникая в Охотское море, вызывает циклоническую циркуляцию вод. Взаимодействие этих двух противоположно направленных течений, а также влияние рельефа дна и конфигурации берегов в заливе формируют микроциркуляции циклонической направленности. Летом температура воды верхних слоев (10-15м) в среднем составляет 13-14°C, на глубинах 15-25м резко снижается до 5-7°C, а у дна – до 0°C. Зимой охлаждение охватывает всю толщу воды, и все пространство в заливе имеет отрицательные температуры, отмеченные и в июне месяце. Положительные температуры наблюдаются лишь у мыса Крильон – сказывается теплящее влияние Японского моря (Леонов, 1960). Под его влиянием в течение всего года обнаруживается и значительное увеличение

солености в районе мыса Крильон. В остальной части залива сравнительно низкая соленость – 31.8‰ – наблюдается на глубине 50м, тогда как даже у поверхности соленость составляет 32-33‰. В августе соленость плавно увеличивается ко дну, с образованием заметного перепада между 10 и 25м, однако в апреле, в связи с возможностью льдообразования и интенсивных процессов перемешивания, возникает значительная гетерогенная стратификация (Леонov, 1960).

Сахалинский залив характеризуется уникальными условиями благодаря расположению в его восточной части стоковой линзы реки Амур. За счет этого наблюдаются значительные различия гидрологических и гидрохимических показателей вод его восточной и западной частей (Отчет о работе, выполненной в 29 экспедиционном рейсе на НИС «Академик Опарин», Владивосток, 2003). У побережья материка (западная часть залива) воды характеризуются более сложной структурой, с прослойкой теплых вод. В районе стоковой линзы, в центральной ее части, наблюдается опреснение вод до глубины 20м, и особенно в придонном слое, где не было выявлено существенных временных изменений характеристик солености. Резкий градиент температуры и солености затрудняет вертикальный обмен вод во внутренней области линзы. В придонном слое линзы наблюдается накопление биогенных элементов, причем максимальное содержание фосфора зафиксировано в ее центральной части, а кремния – в районе выноса относительно свежих опресненных вод. За счет выноса органических веществ и заиленности дна в районе линзы отмечены наименьшие показатели прозрачности воды, по сравнению с водами побережья материка. Аквапочвы по гранулометрическому составу илистые, илисто-песчаные в восточной части залива и в основном галечные в его западной части. Повышенный интерес к акватории Сахалинского залива связан с современной экологической обстановкой в низовьях реки Амур и Амурского лимана, которая заключается в хроническом загрязнении различными поллютантами. Кроме того, наблюдается низкий самоочищающий природный потенциал залива. Поступление с речным стоком в залив пестицидов, нефтепродуктов, фенольных соединений, тяжелых металлов является серьезной угрозой экологической стабильности Амурского лимана и Сахалинского залива.

Северо-восточная часть охотоморского шельфа. Повышенное внимание к гидрологическим исследованиям этой части охотоморского шельфа связано с активным развитием морского нефтегазового комплекса. Гидрологические показатели этого района определяются заливами Чайво и Пильтун, а также природными выходами метана (Отчет о работе, выполненной в 29 экспедиционном рейсе на НИС «Академик Опарин», Владивосток, 2003). Основную площадь дна в этом районе составляют аквапочвы с преобладанием мелко-песчаных фракций, содержание которых уменьшается с глубиной, а фракций среднего и крупного песка, напротив, увеличивается. Распределение показателей солености во многом определяется расположением в этом районе заливов Чайво и Пильтун: максимальные значения наблюдались в северной части исследованного полигона, минимальные – вблизи заливов, а также в южной части полигона из-за стока относительно пресных вод. Показатели солености изменялись в пределах от 31.9‰ до 32.6‰ в направлении от берега к открытому морю. По содержанию биогенных элементов отличались станции в районе заливов: более бедные по их содержанию располагались в южной части полигона, в то же время на станциях вблизи выноса вод из заливов отмечалось повышенное содержание фосфора, кремния и азота. Концентрации растворенного органического вещества

распределялись так же. Особое влияние оказывает залив Пильтун как высокопродуктивный водоем, деструкционные процессы в котором непосредственно влияют на гидробиологический режим прилегающей части восточно-сахалинского шельфа. В период отлива в прибрежные воды из залива выносятся большое количество растворенного органического вещества и детрита, образующегося при микробном разложении зоостеры.

### Глава 3. Материалы и методы

Материалом для наших исследований послужили образцы аквапочв, собранные научными сотрудниками ТИБОХ ДВО РАН в период с 2001 по 2007 годы в сублиторальной зоне различных акваторий о. Сахалин. Всего было исследовано 48 образцов аквапочв из залива Анива, Сахалинского залива и северо-восточной части охотоморского шельфа. Объектами изучения явились мицелиальные грибы из отдела *Ascomycota* и морфологической группы анаморфных грибов.

Отбор проб проводился в весенне-летний период с глубин 10-200 м с помощью дночерпателя Ван-Вина, которые помещались в стерильные полиэтиленовые пакеты и хранились в морозильной камере при  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Выделение грибных пропагул проводилось по общепринятой методике (Литвинов, Дудка, 1975), на агаризованных средах с использованием метода серийных разведений Ваксмана (Методы экспериментальной микологии, 1982).

Для выделения грибов из образцов и их выращивания использовали ряд питательных сред: «агаризованный грунтовый отвар на морской воде», приготвленный по методике почвенных отваров (Литвинов, 1967), «сусло-агар на морской воде», «рисовая среда на морской воде», «картофельно-морковная среда на морской воде», «стебли донника с морской водой», среда Чапека. Все среды стерилизовались насыщенным паром под давлением 0,5 атм. ( $112^{\circ}\text{C}$ ) 30 мин. Для подавления роста бактериальной флоры добавлялись антибиотики (пенициллин (500 тыс. единиц) и стрептомицин (0.5 г)).

Биоразнообразие и выравненность грибных комплексов определялись с помощью индексов Шеннона и Бергера-Паркера; сходство видового состава – с помощью количественного коэффициента Сёренсена (Мэгарран, 1992).

Расчеты массовости и встречаемости видов проводились по следующим формулам:

1.  $F = (n/M) \cdot 100\%$  – частота встречаемости данного вида в акватории, где  $n$  – число положительных проб,  $M$  – общее число проб в данной акватории.

2.  $M = (l/L) \cdot 100\%$  – массовость вида в данной пробе, где  $l$  – число колоний данного вида в пробе аквапочвы,  $L$  – общее число колоний.

Достоверность полученных результатов определялась методами однофакторного дисперсионного анализа и по критерию Стьюдента (Кремер, 2001). Связь между показателями биоразнообразия грибных комплексов и физических свойств аквапочв, а также гидрологическими характеристиками в изученных акваториях выявлялась методом многофакторного корреляционного анализа.

Таксономическое положение грибов представлено по системе, принятой Айнсвортом и Бисби (Ainsworth, Bisby, 1999). Сокращения авторов таксонов приведены согласно Питту, Сэмсону и Фрисваду (Pitt, Samson, Frisvad, 2000).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Глава 4. Общая характеристика грибных комплексов аквапочв литоральной зоны острова Сахалин. Аквапочвы составляют самостоятельную природную гидропочвенную область шельфовой зоны морей и подводного материкового склона океанов. Они возникли в результате самого древнего педосферного процесса на нашей планете (Ивлев, Нестерова 2004). К грибам аквапочв в настоящее время относят грибы, составляющие комплексы грибов почв в местообитаниях продолжительное время покрытых морской водой.

Всего было изучено 48 образцов аквапочв различного гранулометрического состава (илистый песок, галька с примесью мелкозема и песок), из которых выделено около 2000 изолятов мицелиальных грибов. Видовое разнообразие грибов шельфовой зоны острова Сахалин представлено 131 видом из 45 родов, где подавляющая часть – представители группы анаморфных грибов (90%) и только 10% относится к *Ascomycota* (табл. 1).

Грибные комплексы аквапочв представлены в основном видами из родов *Penicillium* (33 вида), *Aspergillus* (16), *Acremonium* (13), *Cladosporium* (6), *Scopulariopsis* (4). Для некоторых районов характерны представители родов *Beauveria*, *Wardomyces*, *Emericellopsis*, *Eurotium*, включающие по 3 вида, и *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Myceliophthora*, включающие по 2 вида грибов (рис.1).

Таблица 1

Видовой состав грибов исследованных акваторий

Таксон	I	II	III
<b><i>Ascomycota</i></b>			
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Fries	•	•	
<i>Ch. funicola</i> Cooke		•	
<i>Emericellopsis glabra</i> (J.F.H. Beyma) Backus et Orpurt	•	•	•
<i>Emericellopsis minima</i> Stolk			◊
<i>E. terricola</i> J.F.H. Beyma		•	•
<i>Eupenicillium brefeldianum</i> (B.O. Dodge) Stolk et D.B. Scott			•
<i>Eurotium amstelodami</i> L. Mangin	•		
<i>E. chevalieri</i> L. Mangin		•	
<i>E. rubrum</i> Jos. König et al.		•	•
<i>Monascus</i> sp.		•	
<i>Microascus nidicola</i> Masee et E.S. Salmon		•	
<i>Preussia fleischhakkii</i> (Auersw.) Cain		•	
<i>Pseudeurotium ovale</i> Stolk	•	•	•
<i>Sphaerodes retispora</i> var. <i>retispora</i> (Udagawa et Cain) P.F. Cannon et D. Hawksw.		•	
<b><i>Anamorphic fungi</i></b>			
<i>Acremonium apii</i>		•	
<i>A. breve</i> (Sukapure et Thirum.) W. Gams			•
<i>A. berkeleyanum</i> (P. Karst.) W. Gams	•	•	
<i>A. cereale</i> (P. Karst.) W. Gams	•	•	
<i>A. charticola</i> (J. Lindau) W. Gams	•	•	•
<i>A. fuci</i> Summerb., Zuccaro et W. Gams		•	
<i>A. fusidioides</i> (Nicot) W. Gams	•	•	

<i>A. incoloratum</i> (Sukapure et Thirum.) W. Gams	•		
<i>A. kiliense</i> Grütz		•	
<i>A. olidum</i> W. Gams		•	
<i>A. recifei</i> (Leão et Lôbo) W. Gams	•	•	
<i>A. roseum</i> Petch			•
<i>A. strictum</i> W. Gams	•		•
<i>Acrostalagmus luteoalbus</i> (Link) Zare, W. Gams et Schroers		•	•
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.		•	•
<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom et Church	•		
<i>A. candidus</i> Link	•	•	
<i>A. carneus</i> (Tieghem) Blochwitz	•	•	•
<i>A. eburneocremeus</i> Sappa			•
<i>A. flavipes</i> (Bainier et R. Sartory) Thom et Church		•	
<i>A. flavus</i> Link	•	•	•
<i>A. foetidus</i> Thom et Raper		•	
<i>A. fumigatus</i> Fresen.			•
<i>A. ochraceus</i> G. Willh.			•
<i>A. repens</i> (Corda) Sacc.	•		
<i>A. restrictus</i> G. Sm.		•	
<i>A. sulphureus</i> (Fresen.) Wehmer			•
<i>A. sydowii</i> (Bainier et Sartory) Thom et Church	•	•	•
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	•	•	•
<i>A. varians</i> Wehmer	•	•	•
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	•	•	•
<i>Aspergillus</i> sp.			•
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.) Vuill.		•	
<i>B. brongniartii</i> (Sacc.) Petch		•	•
<i>B. felina</i> (DC.) J.W. Carmich.			◊
<i>Blastomyces dermatitidis</i> Gilchrist et W.R. Stokes		•	•
<i>Chrysosporium keratinophilum</i> D. Frey ex J.W. Carmich.	•		
<i>Cladosporium atroseptum</i> Pidopl.	•		
<i>C. brevicompactum</i> Pidopl. et Deniak	•		
<i>C. cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	•	•	•
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link			•
<i>C. oxysporum</i> Berk. et M.A. Curtis	•		
<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	•	•	•
<i>Cladosporium</i> sp.			•
<i>Doratomyces phillipsii</i> (Berk. et Leight.) F.J. Morton et G. Sm.			◊
<i>D. purpureofuscus</i> (Schwein.) F.J. Morton et G. Sm.		•	
<i>Emmonsia parva</i> (C.W. Emmons et Ashburn) Cif. et A.M. Corte	•	•	•
<i>Engyodontium album</i> (Limber) de Hoog	•	•	•
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.		•	
<i>Fusarium</i> sp.	•		
<i>Geomyces pannorus</i> (Link) Sigler et J.W. Carmich.	•	•	•
<i>Histoplasma</i> sp.			•
<i>Humicola fuscoatra</i> Traaen		•	
<i>Humicola</i> sp.	•	•	
<i>Isaria orthopterorum</i> Petch		•	
<i>Malbranchea</i> sp.	•		
<i>Monocillium constrictum</i> W. Gams		•	

<i>Monodictys castaneae</i> (Wallr.) S. Hughes			•
<i>Myceliophthora fergusii</i> (Klopotek) Oorschot	•	•	•
<i>M. lutea</i> Costantin	•	•	•
<i>Myrothecium roridum</i> Tode		•	
<i>Nattrassia mangiferae</i> (Syd. et P. Syd.) B. Sutton et Dyko	•		
<i>Oidiodendron tenuissimum</i> (Peck) S. Hughes			•
<i>Paecilomyces farinosus</i> (Holmsk.) A.H.S. Br. et G. Sm.	•		
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	•	•	•
<i>P. bilaiae</i> Chalab.		•	
<i>P. brevicompactum</i> Dierckx	•	•	•
<i>P. camemberti</i> Thom	•	•	•
<i>P. canescens</i> Sopp	•	•	•
<i>P. chrysogenum</i> Thom	•	•	•
<i>P. citrinum</i> Thom	•	•	•
<i>P. corylophilum</i> Dierckx	•	•	•
<i>P. cyaneum</i> (Bainier et Sartory) Biourge		•	
<i>P. daleae</i> K.M. Zalessky		•	
<i>P. expansum</i> Link			◊
<i>P. dierckxii</i> Biourge	•		
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling			•
<i>P. griseofulvum</i> Dierckx	•	•	
<i>P. humuli</i> J.F.H. Beyma			•
<i>P. implicatum</i> Biourge	•	•	•
<i>P. inflatum</i> Stolk et Malla			•
<i>P. islandicum</i> Sopp	•	•	•
<i>P. janczewskii</i> K.M. Zalessky	•		
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom	•	•	•
<i>P. jensenii</i> K.M. Zalessky			•
<i>P. minioluteum</i> Dierckx		•	
<i>P. olsonii</i> Bainier et Sartory			•
<i>P. oxalicum</i> Currie et Thom		•	•
<i>P. resedatum</i> McLennan et Ducker	•		
<i>P. restrictum</i> J.C. Gilman et E.V. Abbott	•	•	•
<i>P. roqueforti</i> Thom		•	•
<i>P. spinulosum</i> Thom	•		
<i>P. velutinum</i> J.F.H. Beyma	•	•	
<i>P. verrucosum</i> Dierckx	•		
<i>P. verruculosum</i> Peyronel	•		
<i>P. vinaceum</i> J.C. Gilman et E.V. Abbott			•
<i>P. viridicatum</i> Westling	•		
<i>Penicillium</i> sp.1		•	
<i>Penicillium</i> sp.2		•	
<i>Phialophora</i> sp.			◊
<i>Phoma</i> sp.		•	•
<i>Scolecobasidium</i> sp.			◊
<i>Scopulariopsis alba</i> Svilv.		•	
<i>S. brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier		•	
<i>S. brumptii</i> Salv.-Duval		•	•
<i>S. canadensis</i> F.J. Morton et G. Sm.		•	
<i>Scopulariopsis</i> sp.	•		
<i>Sporotrichum pruinosum</i> I.C. Gilman et E.V. Abbott		•	
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes		•	•

<i>Tilachlidium</i> sp.			•
<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai	•		•
<i>T. koningii</i> Oudem.		•	•
<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) E.G. Simmons		•	
<i>Wardomyces anomalus</i> F.T. Brooks et Hansf.	•	•	
<i>W. inflatus</i> (Marchal) Hennebert	•	•	•
<i>W. ovalis</i> W. Gams	•		
<i>Zalerion varia</i> Anastasiou			◊
<b>Всего видов</b>	<b>61</b>	<b>80</b>	<b>60</b>

Примечание: I – залив Анива и юго-восточная часть охотоморского шельфа, II – Сахалинский залив, III – северо-восточная часть охотоморского шельфа; ◊ - вид, выделенный только из образцов в районе залива Пильтун.

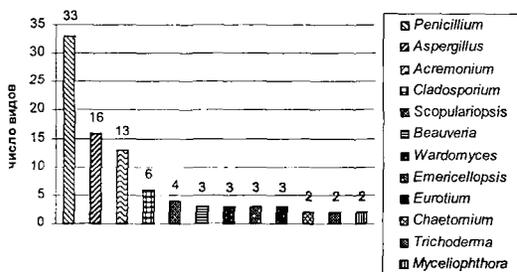


Рис. 1. Видовой состав грибов аквапочв литоральной зоны о. Сахалин.

Во всех изученных акваториях можно выделить основную группу видов, относящихся к 4 родам: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Cladosporium*. В некоторых случаях, в зависимости от особенностей акватории, в субдоминантные позиции включались и другие виды, например, из родов *Beauveria*, *Scopulariopsis* и др. Во всех районах доминировали виды *Penicillium* и *Aspergillus*, только в стоковой линзе р. Амур массовость видов *Aspergillus* резко снижалась, а в северо-восточной части охотоморского шельфа (район нефтедобычи), напротив, возрастала. В целом, 27 видов грибов оказались общими для всех изученных районов, 67 видов встречались в каком-либо одном из районов.

Десять видов микромицетов были впервые обнаружены в морской среде: *Pseudeurotium ovale*, *Acremonium berkeleyanum*, *A. recifei*, *Malbranchea* sp., *Penicillium resedanum* McLennan et Ducker, *Natrassia mangiferae* (Syd. et P. Syd.) B. Sutton et Dyko, *Myceliophthora fergusii* (Klopotek) Oorschot, *M. lutea* Costantin, *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*.

Грибные комплексы имеют высокий уровень различий (80-90%), что обусловлено гидрологическими особенностями исследованных районов. Максимальное сходство составляет около 25%, что отражается и в количественных показателях комплексов грибов (табл. 2).

Среди аквапочв изученных районов, наибольшая численность грибов и биоразнообразии выявлено в стоковой линзе р. Амур (Сахалинский залив), что связано с высокой антропогенной нагрузкой в этом районе (вынос и накопление органического вещества и биогенных элементов). Грибные комплексы залива Анива, западной части Сахалинского залива и северо-восточной части шельфа отличаются менее выраженным воздействием отдельных гидрологических

параметров среды и соответственно промежуточными значениями биоразнообразия и наибольшей выравненностью обилий видов.

Таблица 2

Основные показатели грибных комплексов исследованных акваторий

Район	Плотность пропагуд в 1г	Число видов	Индекс Шеннона	Выравненность
Южная часть охотоморского шельфа	8	31	0,730±0,13	0,449±0,12
Залив Анива	14	48	1,905±0,46	0,824±0,11
Стоковая линза	42,18	79	2,045±0,49	0,683±0,52
Западная часть Сахалинского залива	0,47	20	1,228±0,45	0,864±0,10
Северо- восточная часть охотоморского шельфа	3,279	71	1,327±0,56	0,782±0,13

Примечание: данные достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$

**Глава 5. Микобиота аквапочв южной части о. Сахалин.** В этом районе из 11 образцов аквапочв 4 были отобраны в юго-восточной части шельфа и 7 – в заливе Анива. Из них выделено 464 изолята грибов, отнесенных к 62 видам из 21 рода. Качественный и количественный состав грибов аквапочв этого района представлен на диаграммах (рис.2 и 3). Как видно, вид *Geomyces pannorum* был единственным преобладающим видом в южных акваториях. Однако состав доминирующих видов изменялся в зависимости от района: для аквапочв юго-восточной части охотоморского шельфа было характерным преобладание вида *G. pannorum*, приуроченного в основном к илистым и илисто-песчаным аквапочвам, а в акватории залива Анива – видов родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, возрастало и содержание *A. charticola*. Некоторые особенности наблюдались в распределении видов *Aspergillus*, например, вид *A. versicolor* преобладал в восточной части залива, а содержание *A. varians* возрастало в его западной части.

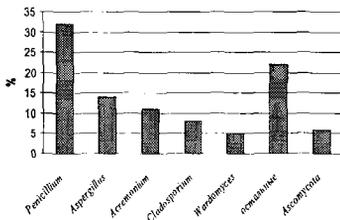


Рис.2. Качественный состав грибов аквапочв южной части о. Сахалин.

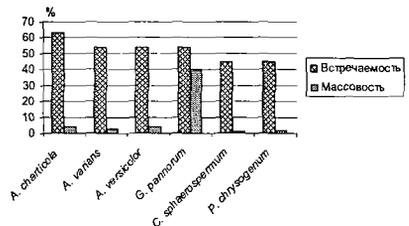


Рис.3. Соотношение наиболее распространенных видов.

Грибные комплексы исследованных районов характеризуются низкой численностью грибных пропагул (1-35 пропагул/г), в большинстве случаев не превышающей 4 пропагулы/г, и значительно отличаются по видовому богатству и биоразнообразию в районе залива и шельфовой зоне (табл. 3). Среди изученных, наиболее стабильные комплексы формируются в восточной части залива Анива (имеют высокий показатель биоразнообразия и низкое доминирование), наименее устойчивые характерны для аквапочв шельфовой зоны. Влияние гранулометрического состава аквапочв на численность грибов и биоразнообразии показано в таблице 4.

Таблица 3

Количественные показатели грибных комплексов аквапочв

Район	Индекс Шеннона	Среднее значение	Индекс Бергера-Паркера	Среднее значение	Выравненность	Среднее значение
Южная часть охотоморского шельфа	0,71	0,73±0,13	0,85	0,78±0,07	0,309	0,45±0,12
	0,87		0,782		0,484	
	0,61		0,704		0,554	
	2,75		0,136		0,97	
Восточная часть залива	2,5	2,046±0,42	0,186	0,26±0,08	0,851	0,86±0,05
	1,81		0,222		0,929	
	2,49		0,183		0,861	
	1,57		0,348		0,807	
Западная часть залива	1,84	1,53±0,44	0,345	0,51±0,23	0,839	0,71±0,18
	1,22		0,666		0,586	

Примечание: данные достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$

Таблица 4

Количественные показатели грибных комплексов разных типов аквапочв

Тип аквапочвы	Относительная плотность пропагул	Индекс Бергера-Паркера	Индекс Шеннона	Выравненность
Галечные	8,94±14,32	0,33±0,26	1,90±0,75	0,81±0,19
Илисто-песчаные	13,47±8,39	0,55±0,26	1,25±0,68	0,65±0,27

Примечание: данные достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$

Галечные аквапочвы на фоне низкой численности грибов имеют более высокие показатели биоразнообразия и выравненности видов по сравнению с илисто-песчаными. Аквапочвы, собранные на глубинах 25-50м, имеют наибольшую численность грибов и видовое богатство по сравнению с другими аквапочвами этого района. По мере увеличения глубины сбора аквапочв отмечено снижение этих показателей, что связано с изменением гранулометрического состава аквапочв и уменьшением содержания органического вещества (табл. 5).

Коэффициент сходства (по Сёрсену) показывает, что грибные комплексы в исследованных акваториях сходны на уровне 0-30%. Только 4 образца илисто-песчаных аквапочв отличались сходством на уровне 40-60%.

Влияние глубины на количественные показатели грибных комплексов

Глубина	Среднее число видов	Относительная плотность пропагул/г	Индекс Шеннона	Индекс Бергера-Паркера	Выравненность
25-50	11	14,75±9,08	1,78±0,54	0,38±0,2	0,77±0,12
60-90	9	10,6±15,96	1,75±0,66	0,37±0,27	0,79±0,21
140-200	9	11±3,13	0,66±0,07	0,77±0,1	0,43±0,17

Примечание: данные достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Различия между грибными комплексами в районе охотоморского шельфа выражены в наибольшей степени, по сравнению с комплексами грибов восточной части залива Анива. Кроме того, они отличаются менее стабильной структурой. По-видимому, это связано с характером динамики водных масс в южной части острова, влияющим на распределение органических и минеральных веществ в аквапочвах. Так, интенсивное движение вод в юго-восточной части шельфа обуславливает неравномерность распределения грибов в аквапочвах, а также нестабильность структуры грибных комплексов, в силу поддержания их развития на начальных этапах формирования. В условиях более умеренной гидродинамической обстановки в акватории залива формируются наиболее устойчивые грибные комплексы, что подтверждается рассмотренными выше показателями (высокое разнообразие и выравненность, низкая степень доминирования видов).

Таким образом, формирование отдельных грибных комплексов аквапочв связано с гранулометрическим составом аквапочв и глубиной, которые проявляются в микроразональных условиях. Фактор динамики водных масс нивелирует влияние вышеназванных факторов, что показывает стабильность грибных комплексов.

**Глава 6. Микобиота аквапочв Сахалинского залива.** В данном районе выделено 840 изолятов грибов (почти треть всех изолятов), отнесенные к 80 видам из 31 рода. В основном это виды из групп *Hyphomycetes*, один представитель *Coelomycetes* (*Phoma* sp.), а также *Agonomycetes* (*Mycelia sterilia*). К *Ascomycota* относится всего 11 видов из 8 родов. Состав грибных комплексов включает в основном виды *Penicillium* (20), *Aspergillus* (9 видов), *Acremonium* (8), *Scopulariopsis* (4), *Beauveria* (2), *Cladosporium* (2) и др.

В этом районе наблюдается замещение видов рода *Cladosporium* представителями *Scopulariopsis*, а также появление нехарактерных для морских местообитаний видов *Beauveria* (*B. bassiana* и *B. brongniartii*). Последние включают виды энтомопатогенных грибов, которые ранее не выделялись из морской среды. Соотношение доминирующих и преобладающих по массовости видов показано на рис. 4.

Наблюдается массовое развитие стерильного мицелия в восточной части залива (стоковая линза), что, возможно, связано с особенностями развития грибов в условиях загрязнения. Такое же явление характерно для грибов в экстремальных местах обитания (Кирцидели, Томилин, 1997). Для отдельных частей стоковой линзы выявлены специфические виды грибов. Виды *G. ranogum*, *W. inflatus* доминировали на станциях с повышенным содержанием биогенных элементов.

Виды *Acremonium fuci* и *A. charticola* доминируют на станциях с повышенным содержанием кремния.

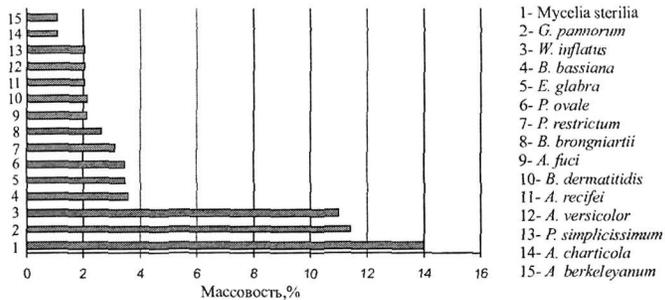


Рис.4. Состав и массовость доминирующих и преобладающих в заливе видов.

Грибные комплексы западной части залива, не подверженной воздействию речного стока, отличаются более бедным видовым составом микромицетов (табл. 2). Только для этой части залива оказались характерными виды *A. varians*, *A. carneus*, *Phoma* sp.

В связи с пространственной изменчивостью гидрологических и гидрохимических параметров в Сахалинском заливе за счет речного стока, наблюдаются структурные различия грибных комплексов аквапочв его западной и восточной частей. Сходство грибных комплексов достигает лишь 30%, а сходство комплексов западной и восточной частей залива составляет всего около 10%. Различия связаны с более высоким содержанием органического углерода в аквапочвах стоковой линзы, где видовое богатство грибов почти в 6 раз, а относительная плотность пропагул в 70 раз выше этих показателей в западной части залива. Средние значения показателей грибных комплексов в двух районах залива показаны в таблице 6.

Выявлена достоверная связь плотности пропагул (2) и выравненности обилий видов грибных комплексов (1) с концентрацией органического вещества ( $\Phi 1$ ) и гранулометрическим составом аквапочв ( $\Phi 2$ ) (табл. 7). Также, выявлена зависимость показателей массовости видов *W. inflatus* ( $R=0,7895$ ) и *G. pannorum* ( $R=0,6215$ ) от концентрации органического углерода. Содержание стерильного мицелия коррелировало с гранулометрическим составом аквапочв и концентрацией органического углерода ( $R=0,8298$ ).

Таблица 6

Средние значения показателей для двух районов Сахалинского залива

Показатели \ Район	Стоковая линза	Западная часть залива
Сорг, %	0,46±0,39	0,21±0,09
Плотность пропагул	37±82,5	0,51±0,27
Число видов	20	3
Индекс Шеннона	2,01±0,46	1,1±0,4
Индекс Бергера-Паркера	0,184±0,09	0,409±0,12
Выравненность	0,692±0,07	0,89±0,09

Примечание: данные достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Данные многофакторного анализа

Соответствие фактора и признака	Коэффициент корреляции R	Коэффициент Стьюдента t	Вероятность P
R(Ф1;1)	-0,6499	-2,7043	0,021
R(Ф1;2)	0,8014	4,2371	0,0017
R(Ф2;1)	-0,8443	-4,9825	0,0005
R(1;2)	-0,6411	-2,6422	0,0246

Данные достоверны при уровне значимости  $P < 0,05$ .

Таким образом, преобладающим фактором, воздействующим на грибные комплексы Сахалинского залива является антропогенная нагрузка (высокое содержание органических веществ, биогенных элементов).

**Глава 7. Грибные комплексы аквапчв северо-восточной части охотоморского шельфа.** В этом районе исследованы аквапчвы в местах расположения нефтяных вышек и напротив выхода вод из заливов Пильтун и Чайво. В связи с этим здесь формируются комплексы грибов, с одной стороны, приуроченные к районам с более высоким содержанием нефтеуглеводородов, а с другой стороны, комплексы, приуроченные к участкам опреснения.

Видовой состав грибов включает 70 видов из 30 родов, из которых преобладают по числу видов род *Penicillium* (19 видов), *Aspergillus* (10), *Acremonium* (4), *Cladosporium* (3), *Emericellopsis* (3) (рис.5, А). Особенностью района нефтедобычи является массовое развитие видов *Aspergillus*, что, по-видимому, связано с высоким содержанием углеводов нефти в аквапчвах этого района. Известно, что многие представители рода *Aspergillus* обладают высокой метаболической активностью и способностью использовать в качестве источника углерода разнообразные органические соединения, в том числе и парафины (Артемчук, 1981; Билай, Коваль, 1988). Среди наиболее активно растущих на подобных субстратах грибов в литературе упоминаются виды *A. fumigatus*, *A. ustus*, а также виды, ранее относившиеся к группе *A. flavus*. Также, известна приуроченность видов *A. fumigatus* и *A. ustus* к нефтезагрязненным почвам (Киреева и др., 2000). В исследованных образцах аквапчв наиболее массовое развитие имеют виды *A. versicolor*, *A. fumigatus*, *A. sulphureus*, *A. flavus*, *A. ustus* (рис.5, Б, 6). Род *Penicillium* в этом районе представлен лишь видами *P. chrysogenum*, *P. roqueforti* и *P. olsoni* (последний был обнаружен только в этом районе).

Грибные комплексы участков опреснения (район залива Пильтун) отличаются по видовому составу от других акваторий этого района. Здесь преобладают виды *Acremonium roseum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *G. pannorum* и *Phialophora* sp. Эти виды, а также виды *Emericellopsis*, *Scolecobasidium*, *Zalerion* в этом районе были обнаружены только на участках опреснения. Выявлена связь показателей массовости *A. roseum* с показателями солености ( $R=0,9244$ ), а также приуроченность *C. sphaerospermum* к трем станциям с соленостью около 27‰, а *G. pannorum*, *Phialophora* sp., *Scolecobasidium* sp., *Zalerion varia*, *Emericellopsis minima* – к станциям с соленостью около 25‰, где также отмечены высокое содержание органических веществ и биогенных элементов за счет выноса их с пресными

водами из акватории залива Пильтун. Однако в условиях северо-восточной части шельфа ограниченное распространение некоторых видов факультативных морских грибов, по-видимому, связано с содержанием углеводов нефти в аквапочвах на большей части исследованного района. В связи с этим происходит вытеснение одних видов микромицетов (в этом случае *G. pannorum*, *C. sphaerospermum* и др.) видами, способными использовать в качестве единственного источника углерода углеводороды нефти (видами *Aspergillus*).

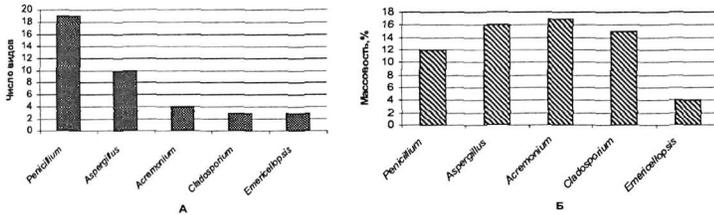


Рис.5. Соотношение числа (А) и массы (Б) видов основных родов.

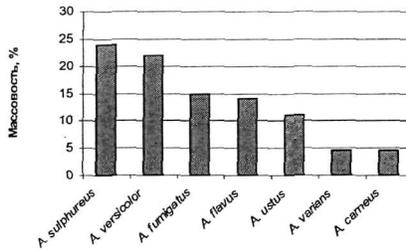


Рис.6. Распределение по массовости преобладающих видов *Aspergillus*.

Таким образом, в районе северо-восточной части охотоморского шельфа видовой состав грибных комплексов определяется содержанием нефтеуглеводородов и соленостью, влияние которых на комплексы микромицетов пространственно разобщено. По видовому составу грибные комплексы северо-восточной части шельфа четко подразделяются на комплексы грибов района нефтедобычи и зоны опреснения в районе залива Пильтун, с чем связаны низкие показатели сходства в целом по району, составляющие менее чем 10%.

#### ВЫВОДЫ:

1. Видовой состав грибов аквапочв шельфа о. Сахалин включает 131 вид мицелиальных грибов из 45 родов, представленные в основном видами морфологической группы анаморфных грибов (117 видов из 36 родов) и *Ascomycota* (14 видов из 9 родов).
2. Среди выделенных грибов преобладали виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Geomyces*.
3. Среди изученных аквапочв наибольшим видовым богатством грибов отличаются аквапочвы стоковой линзы р. Амур, испытывающей влияние высокой антропогенной нагрузки, что выражается в высоком содержании в образцах органических веществ и биогенных элементов.

4. В условиях антропогенного воздействия в Сахалинском заливе наблюдается замещение видов *Cladosporium* несвойственными морской среде обитания видами *Beauveria*, увеличение разнообразия видов *Scopulariopsis*, массовое развитие стерильного мицелия.

5. Наибольшей численностью грибов отличаются илистые и илисто-песчаные аквапочвы, а также аквапочвы в районах с антропогенным загрязнением, с высоким содержанием в них органического углерода. Уменьшение численности грибов и биоразнообразия происходит с увеличением глубины.

6. Относительная численность грибов и выравненность обилия видов коррелирует с концентрацией органического углерода и гранулометрическим составом аквапочв.

7. Доминирование отдельных видов грибов обусловлено проявлением специфических факторов, в частности, *Geomyces pannorum*, *Wardomyces inflatus* и стерильного мицелия связано с концентрацией органического углерода в аквапочвах, *Acremonium charticola* и *A. fuci* – с высоким содержанием кремния, видов рода *Aspergillus* – с высоким содержанием углеводов нефти, *Acremonium roseum*, *Phialophora* sp., *Emericellopsis glabra*, *E. terricola*, *E. minima* – с низкими концентрациями соли в морской воде.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации:

##### Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах:

1. Слинкина Н.Н., Пивкин М.В. Биоразнообразие грибов аквапочв южной части Сахалина // Микология и фитопатология. 2007. Т.41, вып.1. С. 48-56.
2. Сметанина О.Ф., Калиновская Н.И., Худякова Ю.В., Слинкина Н.Н., Пивкин М.В., Кузнецова Т.А. Метаболиты морского гриба *Eurotium repens* // Химия природных соединений. 2007, 4: 327-329.

##### Глава в коллективной монографии:

3. Пивкин М.В., Слинкина Н.Н., Полохин О.В. Комплекс грибов аквапочв шельфа острова Сахалин / Биологические ресурсы: комплексный региональный проект ДВО РАН. 2007. С. 120-139.

##### Работы, опубликованные в материалах всероссийских и международных конференций:

4. Слинкина Н.Н., Пивкин М.В. Видовой состав анаморфных грибов морских грунтов залива Анива (остров Сахалин) // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества (18-22 августа 2003 г., Барнаул). Барнаул, 2003. Т.1. С. 61-62.
5. Khudyakova Yu.V., Pivkin M.V., Smetanina O.Ph., Slinkina N.N., Aleshko S.A. Marine fungi as potential producers of antibiotics // Biodiversity and Natural Products: Chemistry and Medical Applicati, 26-31 January 2004, New Delhi, India. 2004. P. 185.
6. Слинкина Н.Н., Пивкин М.В. Видовой состав грибов в морских грунтах некоторых акваторий залива Анива (о. Сахалин) // Материалы международной научной конференции. Минск, 2004.
7. Пивкин М.В., Худякова Ю.В., Слинкина Н.Н. Почвенные грибы в морских грунтах Японского моря // Почвы - национальное достояние России: Материалы IV съезда докуцаевского общества почвоведов (9-13 августа 2004 г, Новосибирск). Новосибирск, 2004. С. 662.
8. Слинкина Н.Н. Мицелиальные грибы аквапочв залива Анива и южной части охотоморского шельфа (о. Сахалин) // Материалы I(IX) Международной

конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге (21-26 мая 2006 г., Санкт-Петербург). СПб, 2006. С. 301-302.

9. Слинкина Н.Н., Особенности микобиоты аквапочв восточной части Сахалинского залива (о. Сахалин)//Исследования в области физико-химической биологии и биотехнологии: Тезисы докладов II региональной научной конференции (19-22 декабря 2006 г., Владивосток). Владивосток, 2006. С. 92.

10. Худякова Ю.В., Слинкина Н.Н., Пивкин М.В., Сметанина О.Ф. Морские грибы – потенциальные продуценты антибиотиков // Исследования в области физико-химической биологии и биотехнологии: Тезисы докладов II региональной научной конференции (19-22 декабря 2006 г., Владивосток). Владивосток, 2006. С. 22-23.

11. Сметанина О.Ф., Калиновский А.И., Худякова Ю.В., Слинкина Н.Н., Пивкин М.В., Чайкина Е.Л., Мензорова Н.И., Кузнецова Т.А. Пигменты, продуцируемые морским грибом *Eurotium repens* // Исследования в области физико-химической биологии и биотехнологии: Тезисы докладов II региональной научной конференции (19-22 декабря 2006 г., Владивосток). Владивосток, 2006. С. 42.

12. Слинкина Н.Н. Микобиота аквапочв стоковой линзы р. Амур (Сахалинский залив, о. Сахалин)//X Международной молодежной школы-конференции по актуальным проблемам химии и биологии: тез. докл. (12-19 сентября 2006 г., МЭС ТИБОХ, Владивосток). Владивосток: ДВО РАН, 2006. С. 40.

13. Slinkina N.N., Pivkin M.V., The first evidence of aquasoil filamentous fungi from Sakhalin Bay (the Sea of Okhotsk) // Abstracts of the 15<sup>th</sup> Congress of European mycologists, 16-21 September 2007, Saint Petersburg, Russia. 2007. P. 100-101.

14. Слинкина Н.Н., Пивкин М.В., Полохин О.В. Грибные комплексы аквапочв Сахалинского залива (о.Сахалин) // Материалы XI Международной молодежной школы-конференции по актуальным проблемам химии и биологии: тез. докл. (11-18 сентября 2007 г., МЭС ТИБОХ, Владивосток). Владивосток: ДВО РАН, 2007. С. 38.

80

Слинкина Наталья Николаевна

**Грибы акваочв шельфовой зоны острова Сахалин**

Автореферат

Подписано в печать 26.02.09  
Формат 60x84/16 Тираж 100 экз.  
Усл. печ. л. 1.0 Заказ № 090014

Отпечатано в Типографии «Краски»  
690048, г. Владивосток, пр-т 100-летия, 43, тел.: 36-26-16, 55-95-31, [www.kpacku.com](http://www.kpacku.com)