

*На правах рукописи*



**Фефелов Константин Александрович**

**Миксомицеты (класс Мухомycetes) Урала:  
таксономический состав, экология, география**

**03.00.24 – «Микология»**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

**Санкт-Петербург – 2006**

Работа выполнена в Институте экологии растений и животных  
Уральского отделения РАН

*Научный руководитель*

доктор биологических наук Новожилов Юрий Капитонович

*Официальные оппоненты:*

доктор биологических наук Каратыгин Игорь Васильевич  
кандидат биологических наук Титова Юлия Анатольевна

*Ведущая организация:*

Санкт-Петербургский государственный университет

Защита состоится 31 мая 2006 г. в 15.30 часов  
на заседании диссертационного совета Д 002.211.01  
при Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН по адресу:  
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2  
Тел. (812) 234-12-37, факс: (812) 234-45-12,  
[binadmin@OK3277.spb.edu](mailto:binadmin@OK3277.spb.edu)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ботанического  
института им. В.Л. Комарова РАН

Автореферат разослан «22» апреля 2006 г.

*Ученый секретарь*

диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



О.Я. Чаплыгина

2006 А  
9589

## **Введение**

### **Актуальность темы**

Изучение биоразнообразия, как основы охраны природы и использования природных ресурсов, является одной из важнейших задач биологии. Однако инвентаризация биоты и регистрация ее видового состава с помощью баз данных (БД) не могут быть самоцелью. Необходимо осмысление закономерностей варьирования структуры флоры и фауны, видового состава сообществ, параметров экосистем. С позиций планетарной целостности биоты чрезвычайно важен сравнительный анализ ее организации в масштабе природных поясов и зон, отражающих естественную структуру современного живого покрова Земли (Чернов, 2004).

Несмотря на большую фундаментальную и прикладную значимость таких исследований, многие группы грибов, особенно микромицеты и грибообразные протисты, до сих пор малоизученны на территории России. Особенности их биологии препятствуют не только оценке разнообразия, но и анализу их роли в экосистемах. Наиболее успешны в этой области исследования групп, относительно легко выявляющихся в природе или в лаборатории, одна из них – плазмодиальные миксомицеты (*Mucromycetes*=*Eumycetozoa*), или слизевики.

Однако, несмотря на более чем трехсотлетнюю историю их изучения, для многих регионов не существует даже списка видов. В России к таким малоизученным территориям относится Урал – уникальная горная система, протянувшаяся более чем на 2000 км в меридиональном направлении от тундр Арктики до степей Казахстана и являющаяся естественным барьером между Европой и Азией. Эти особенности географии Урала во многом определяют значимость исследований таксономического и экологического разнообразия миксомицетов региона.

### **Цели и задачи исследования**

Целью настоящей работы является оценка таксономического разнообразия миксомицетов Уральской горной страны, особенностей их распространения и экологии.

Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести инвентаризацию видового состава миксомицетов Уральской горной страны.
2. Выявить особенности таксономической структуры биоты миксомицетов региона.
3. Провести географический анализ исследуемой биоты миксомицетов.
4. Определить субстратную специализацию видов миксомицетов на исследованной территории.
5. Выявить особенности комплексов миксомицетов в различных фитоценозах и природных зонах Урала.

### **Научная новизна**

В рамках предлагаемой работы впервые проведено планомерное исследование миксомицетов Урала. Выявлено 204 вида, из них 168 впервые описаны для региона, а 27 - впервые для России. Составлены электронные базы данных, включающие географическую и экологическую информацию о местонахождении каждого образца спорофора (плодового тела). На основе созданных баз данных впервые проведен комплексный (таксономический, географический, экологический) анализ биоты миксомицетов Урала. Проведено сравнение таксономической структуры биоты миксомицетов Урала с таковыми других регионов. Выявлены изменения структуры комплексов миксомицетов на широтном градиенте. Проанализирована связь миксомицетов с различными субстратами, фитоценозами, природными зонами. Определены особенности структуры комплексов миксомицетов в градиенте данных экологических условий.

### **Практическая значимость**

Данные, полученные в результате исследований, могут быть использованы для составления региональных определителей, разработки моделей географического распространения и экологической приуроченности миксомицетов к субстратам и фитоценозам. Проведены сборы миксомицетов в 7 заповедниках и национальных парках Урала. Эти данные вошли в Летопись природы заповедников. Исследования такого рода могут быть использованы в дальнейшем для мониторинга антропогенно нарушенных территорий, их сравнения с естественными,

ненарушенными территориями. Создана коллекция гербарных образцов миксомицетов Урала, большая часть которых хранится в гербарии Института экологии растений и животных УрО РАН (SVER), часть из них (в основном дубликаты) – в Уральском государственном университете, Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН (LE), Харьковском национальном университете (CWU). Материал исследований используется на практических занятиях и лекциях курса «Систематика низших растений» в Уральском государственном университете.

### **Апробация работы**

Результаты исследований неоднократно докладывались на заседании лаборатории Фитомониторинга и охраны растительного мира Института экологии растений и животных УрО РАН, на международных и всероссийских конференциях: «Проблемы изучения биоразнообразия на популяционном и экосистемном уровне» (Екатеринбург, 1997), «Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность» (Санкт-Петербург, 2000), «Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии» (Екатеринбург, 2001), «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий» (Оренбург, 2001), «Биота горных территорий: История и современное состояние» (Екатеринбург, 2002), «Проблемы глобальной и региональной экологии: Материалы конф. молодых ученых» (Екатеринбург, 2003), «Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты» (Екатеринбург, 2004), «Грибы в природных и антропогенных экосистемах» (Санкт-Петербург, 2005).

### **Публикация результатов исследований**

По результатам исследования опубликовано 16 работ.

### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 207 страницах (194 страницы – собственно текст диссертации, 13 страниц – приложения) и состоит из введения и 6 глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 244 работы (95 - на русском языке, 149 – на иностранных), и трех приложений. Текст иллюстрирован 16 таблицами и 74 рисунками.

## Глава 1. Природные условия района исследований

В физической географии Урал определяют как отдельную Уральскую, или Новоземельско-Уральскую горную страну, протянувшуюся более чем на 2000 км в меридиональном направлении и разделен на пять физико-географических областей: Полярный, Приполярный, Северный, Средний и Южный Урал (Борисевич, 1968).

Неоднородность климата Урала определяется его большой протяженностью с севера на юг, значительными высотами поверхности и сильной расчлененностью рельефа. В целом, климат Урала характеризуется как умеренно континентальный, но с некоторыми особенностями, присущими только этой горной стране. Годовое количество осадков на вершинах Урала составляет 600-800 мм. К западу и востоку от Урала количество осадков – 300-400 мм в год. В Предуралье в течение всего года выпадает больше осадков, чем на расположенных к западу равнинах. Эти различия заметнее летом, чем зимой. На восток от Урала отмечается так называемая «дождевая тень», протяженностью 600-800 км (Кувшинова, 1968). Осадков здесь выпадает меньше по сравнению не только с горной, но и предуральской равнинной частью. Среднемесячные температуры колеблются в довольно широких пределах. Среднегодовая – от + 1,6 на Южном Урале до -8 на Полярном, среднеиюльская – от +15–25 до +5–15, среднеянварские – от -15 до -21–25.

Растительность Урала представлена, в основном, хвойными лесами, преимущественно ельниками, лиственничниками и сосняками. На севере они переходят в зону лесотундры и далее в тундру, на юге в зону лесостепи и степи. Большую часть западного макросклона Южного Урала покрывают широколиственные леса.

Уже на Приполярном Урале проявляется характерная для гор поясность растительного покрова, наиболее разнообразно пояса растительности представлены на Южном Урале. Здесь пояс горных степей и широколиственных лесов с повышением высоты переходит в хвойные леса затем в подгольцовый пояс, горные тундры и зону лишайниковых пустынь (Горчаковский, 1965, 1975).

## Глава 2. Объекты, районы и методы исследований

Объектом исследования является биота плазмодиальных миксомицетов (класс Mucoromycetes) Урала. По принимаемой в настоящей работе системе миксомицеты распределены между порядками Echinosteliales, Liceales, Physarales, Stemonitales и Trichiales.

Материалом для исследования послужили собственные сборы на территории Урала: республик Башкортостан и Коми, Ямало-Ненецкого автономного округа, Пермской, Свердловской и Челябинской областей. Исследования проводились на охраняемых природных территориях: Висимском, Вишерском, Ильменском, Печоро-Илычском заповедниках, в природных парках «Оленьи ручьи», «Припышминские боры», «Югид-Ва», а также на антропогенно нарушенных территориях, в городах: Арамиле, Екатеринбурге, Оренбурге, Печоре, Троицко-Печорске и в окрестностях Средне-Уральского медеплавильного завода.

Для сравнительного анализа были использованы образцы, собранные нами в других регионах России (юг Дальнего Востока, Прибайкалье, Алтай, Саяны, Западно-Сибирская равнина, южная часть Ямала, Прикаспийская низменность), а также критически изучены образцы из фондов гербария Института экологии растений и животных УрО РАН и литературные данные. В результате была создана база данных о распространении шестисот видов миксомицетов в семидесяти регионах планеты.

Полевые исследования проводились в различных природных зонах Урала. Для сбора образцов миксомицетов применялся маршрутный метод. При этом мы старались обследовать наиболее широкий спектр субстратов, на которых могут обитать миксомицеты, учитывая все доступные биотопы. Дополнительно для выявления видов использовался метод влажных камер. Всего было поставлено 1754 опыта с влажными камерами. В результате исследований получено около 4000 образцов спорофоров миксомицетов.

Изучение образцов проводилось с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-10, световых микроскопов серии МБИ и МБР. В качестве монтировочной среды для приготовления временных препаратов для световой микроскопии использовались раствор глицерина или поливиниллактат, для постоянных препаратов –

поливиниллактат или гуммиарабик. Анализ микроскопических признаков проводился на увеличении  $\times 90$ ,  $\times 600$ .

Определение собранных образцов проводилось с использованием современных определителей и монографий (Новожилов, 1993; Martin, 1969; Mitchell, 2000).

Для хранения и обработки данных была создана компьютерная база данных, построенная на основе Excel XP.

При определении встречаемости вида миксомицетов использована шкала, основанная на доли числа образцов спорофоров этого вида от общего числа образцов всех видов: R - редкий вид (доля образцов  $< 0.5\%$ ); O - случайный ( $0.5-1.5\%$ ); C - обычный ( $1.5-3\%$ ); A - частый ( $> 3\%$ ) (Stephenson, 1993). Важное значение для оценки степени выявленности видового состава района исследований имеет объем выборки образцов. Экспериментально установлено, что в пределах Урала около половины видов являются редкими, а для выявления часто встречаемых видов достаточно собрать более 250 образцов.

При сравнении видовых составов биот миксомицетов Урала и таковых других территорий, а также при сравнении экологических групп (комплексов) миксомицетов использовался коэффициент Сёренсена-Чекановского. Дендрограммы отражающие меру сходства, сравниваемых списков таксонов, построены с помощью программы Statistica 6.0.

При проведении географического анализа, сравнение биоты миксомицетов Урала проводилось с биотами территорий приблизительно равными по размеру и степени изученности. Распространение видов миксомицетов Урала в глобальном масштабе (определение геоэлементов) анализировалось по принципу нахождения вида на материках без учета биотических факторов или климата.

Анализ таксономической структуры биоты миксомицетов проводился на основе встречаемости видов на градиенте различных экологических факторов: тип субстрата, тип растительной формации и зоны растительности.

### **Глава 3. Конспект биоты миксомицетов Урала**

Основу конспекта видов составляет коллекция из около 4000 образцов миксомицетов, собранных автором в период с 1996 по 2004 год на Урале, а



также образцы гербария Института экологии растений и животных УрО РАН (SVER). Эти материалы дополнены сборами Ю.К. Новожилова на Полярном Урале, хранящиеся в Микологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE). В список вошли таксоны, нахождение которых на территории Урала подтверждено хотя бы одним гербарным образцом. Объем таксонов и их названия приняты в соответствии с современными работами (Lado, 2001; Mitchel, 2001), надродовая система – в соответствии с 10 изданием «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» (Ainsworth & Bisby's ..., 2001).

Описания видов, зарегистрированных на территории исследований, приводится по следующей схеме:

*Латинское название вида* [= синонимы использованные в цитируемых публикациях] [оценка встречаемости по принятой шкале]

Физико-географические области, зона растительности и растительная формация, где встречается вид. Субстрат или группа субстратов, на которых отмечены спорофоры, для массовых видов указана экологическая группа. Для видов обнаруженных на древесине, указана стадия ее разложения. Период спороношения.

Субъект Федерации, сокращенное название административного района, ближайший населенный пункт или другой топоним (если образцы собраны на особо-охраняемых природных территориях это указывалось отдельно); акроним гербария, гербарный номер (для образцов хранящихся в гербарии Института экологии растений и животных УрО РАН).

## **Глава 4. Анализ видового состава биоты миксомицетов Урала**

### **4.1. Таксономическая структура биоты миксомицетов Уральской горной страны**

На территории Уральской горной страны выявлено 203 вида миксомицетов из 39 родов, 10 семейств и 5 порядков класса Mucoromycetes (табл. 1). 168 видов впервые отмечены для региона, 27 - впервые для России.

Ядро биоты миксомицетов Урала составляет 19 видов, встречаемость которых была более 1,5% от общего числа регистраций в БД.

Таблица 1

## Таксономическая структура биоты миксомицетов Урала

* Порядки, семейства (число родов, видов)	Роды (число видов)
Echinosteliales (3/7)	
Clastodermataceae (2/2)	<i>Barbeyella</i> (1), <i>Clastoderma</i> (1)
Echinosteliaceae (1/5)	<i>Echinostelium</i> (5)
Physarales (9/65)	
Didymiaceae (4/22)	<i>Diderma</i> (11), <i>Didymium</i> (9), <i>Lepidoderma</i> (1), <i>Mucilago</i> (1)
Physaraceae (5/43)	<i>Physarum</i> (29), <i>Fuligo</i> (6), <i>Badhamia</i> (4), <i>Craterium</i> (3), <i>Leocarpus</i> (1)
Liceales (7/43)	
Cribrariaceae (2/22)	<i>Cribraria</i> (21), <i>Lindbladia</i> (1)
Liceaceae (1/13)	<i>Licea</i> (13)
Reticulariaceae (4/8)	<i>Reticularia</i> (3), <i>Lycogala</i> (2), <i>Tubulifera</i> (2), <i>Dictydiaetalium</i> (1)
Stemonitales (13/43)	
Stemonitidaceae (13/43)	<i>Comatricha</i> (10), <i>Stemonitis</i> (9), <i>Stemonitopsis</i> (6), <i>Paradiacheopsis</i> (4), <i>Lamproderma</i> (3), <i>Symphytocarpus</i> (3), <i>Stemonaria</i> (2), <i>Collaria</i> (1), <i>Colloderma</i> (1), <i>Diacheopsis</i> (1), <i>Enerthenema</i> (1), <i>Lachnobolus</i> (1), <i>Macbrideola</i> (1)
Trichiales (9/45)	
Dianemataceae (1/1)	<i>Calomyxa</i> (1)
Trichiaceae (8/44)	<i>Arcyria</i> (14), <i>Trichia</i> (14), <i>Hyporhamma</i> (6), <i>Perichaena</i> (5), <i>Metatrichia</i> (2), <i>Arcyodes</i> (1), <i>Oligonema</i> (1), <i>Prototrichia</i> (1)

\* – до косой черты указано число выявленных на Урале родов, после – число видов.

#### 4.2. Таксономическая структура биоты миксомицетов физико-географических областей Уральской горной страны

В физической географии Уральский хребет разделен на пять областей. Каждая из них характеризуется своим климатом, композицией растительных зон и ценозов. Учитывая это, отдельно были проанализированы биоты миксомицетов этих областей, что позволило выявить закономерности изменения состава и структуры биот на широтном градиенте в пределах Урала.

Можно отметить, что только два показателя не изменяются с широтой: по всему Уралу встречаются представители всех пяти порядков и 96 % видов миксомицетов приходится на четыре основные группы: порядки Liceales, Physarales, Stemonitales и Trichiales. Соответственно, на пор. Echinosteliales приходится всего 4%. Количество таксонов более низкого ранга приведено в таблице 2.

Таблица 2

Количество видов и надвидовых таксонов физико-географических областей Урала

Таксон	Полярный Урал*	Северный Урал	Средний Урал	Южный Урал
Семейства	9	10	10	10
Рода	23	32	32	29
Виды	47	139	134	115

\* - Списки видов Полярного и Приполярного Урала объединены

Доля порядков незначительно изменяется с широтой и не имеет каких либо тенденций. Гораздо ярче выражены отличия спектров семейств миксомицетов разных физико-географических областей. Лидирующее положение занимают семейства Physaraceae (P), Stemonitidaceae (S), Trichiaceae (T). На их долю приходится около 60% всех видов области. Не менее важное значение играют семейства: Cribariaceae (C), Didymiaceae (D), Liceaceae (L). На их долю приходится до 30% всех видов миксомицетов. Остальные 4 семейства являются маловидовыми. Различия спектров семейств разных областей уже более значительны. Так для полярной части Урала расположение шести семейств следующее: T-P-S-L-

D-C, для Северного Урала S-T-P-C-D-L, для Среднего – P-T-S-D-C-L, Южного – T-S-P-C-D-L.

Одной из характеристик биот миксомицетов географических регионов служит пропорция числа видов семейств Cribariaceae/Physaraceae (C/P) и Trichiaceae/ Physaraceae (T/P) (Novozhilov, 1998a, 1998b). Для арктических регионов отношение C/P варьирует в пределах 0,09-0,7, для тропиков - 0,03-0,2; T/P от 0,97 до 2,09 для Арктики и 0,37-0,56 для тропиков. Для умеренной зоны таких показателей не приводилось. Значение пропорций C/P в различных частях Урала меняется от 0,32 до 0,68, T/P от 0,96 до 1,48. Таким образом, значения коэффициентов являются промежуточными, что вероятно свойственно умеренной зоне, в целом. При этом в широтном градиенте данные коэффициенты не имеют направленных изменений.

Наиболее заметно на широтном градиенте изменения видового состава биоты миксомицетов. Все виды по распространению можно разделить на три группы. К первой группе относятся виды, найденные на ограниченной территории, в одной физико-географической области (78 видов). Во вторую группу входят виды с дизъюнктивным ареалом (10 видов). К третьей - виды с более широким распространением и не имеющие на протяжении Урала дизъюнкций. Последний тип ареала преобладает среди миксомицетов Урала. 42 вида встречены в двух смежных областях, 40 - в трех и 35 распространены по всему Уралу. На основе распространения миксомицетов по зонам растительности можно выделить мультizonальные, бореально-гипоарктические, бореальные, бореально-семиаридные и бореально-неморальные виды миксомицетов Урала.

#### 4.3. Географический анализ биоты

Видовой состав биоты миксомицетов Урала имеет высокое видовое сходство с региональными биотами миксомицетов стран Северной и Восточной Европы (Финляндия, Белоруссия, Украина) и наименьшее с таковыми из тропических стран (Танзания, Бразилия). В первом случае коэффициент сходства Сёренсена-Чекановского варьирует от 0,68-0,70, во втором – от 0,46 до 0,49 соответственно.

На сходство биоты миксомицетов Урала с биотами регионов с умеренным климатом указывает также спектр трех ведущих семейств (табл. 3). Для Урала эти показатели следующие: Physaraceae - 21,0%, Stemonitidaceae 21,5, Trichiaceae 21,0%.

Таблица 3

Доля семейств миксомицетов, составляющих ядро биоты зон Арктики, умеренных широт и тропиков.

	Арктика (N=6)	Умеренные широты (N=15)	Тропики (N=9)
<b>Physaraceae</b>			
Среднее значение	15,28	22,05	28,15
Минимальное	10,91	17,46	20,97
Максимальное	20,00	28,57	35,00
<b>Stemonitidaceae</b>			
Среднее значение	21,40	22,27	15,98
Минимальное	17,78	18,83	12,33
Максимальное	27,27	25,88	18,85
<b>Trichiaceae</b>			
Среднее значение	27,69	20,63	21,93
Минимальное	21,33	16,57	18,33
Максимальное	32,56	29,11	28,99

N – количество регионов, для которых была рассчитана доля семейств.

При сравнение биот миксомицетов отдельных физико-географических областей Урала с биотами другими регионов значение коэффициента сходства варьирует в пределах 0,23 - 0,68, а между областями Урала – 0,39-0,72.

Наибольшее сходство видового состава миксомицетов Среднего и Северного Урала наблюдается с регионами таежной зоны. Биота миксомицетов Южного Урала наиболее сходна по видовому составу с таковыми территориями с неморальной или степной растительностью. Наибольшим своеобразием отличается видовой состав миксомицетов Полярных областей Урала, проявляющий большее сходство с биотами миксомицетов других Арктических и Субарктических областей. Как видно из дендрограммы сходства (рис. 1) дополярные области Урала

объединяются в один кластер. Они находятся вместе с другим кластером куда входят близко расположенные территории Восточно-Европейской равнины. Полярный Урал входит в один кластер с наиболее северными территориями. Этот кластер входит в более крупный, где находятся также горы Южной Сибири и юг Дальнего Востока. Во втором макрокластере находится также Кольский полуостров. Его наличие может объясняться северным расположением полуострова.

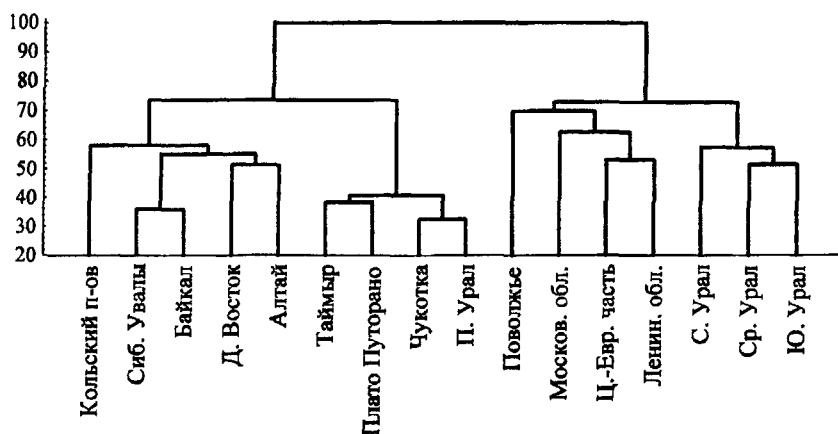


Рис. 1. Сходство видового составов миксомицетов Урала с различными регионами России.

Примерно такая же картина получается при сравнении биот в глобальном масштабе. Полярный Урал объединяется с Арктическими территориями мира, дополярные – с регионами умеренных широт.

На основе данных о распространении видов нами выделены следующие группы (геоэлементы) биоты миксомицетов Урала:

*космополиты* - виды, встречающиеся на всех материках. Таких видов 40, к этой же группе мы относим виды, встреченные на всех материках, за исключением Арктики (18 видов), а также виды, не встреченные в островных местообитаниях (51 вид). Таким образом, к широко распространенным можно отнести 109 видов миксомицетов Урала, что составляет более 50 % видового состава.

*голарктические* - распространены по всей Голарктике – 27 видов, к этой же группе мы относим 33 вида, которые крайне редко встречаются южнее.

*евразийские* – таких видов 9. Это редкие или недавно описанные виды.

*европейские* – 13 видов. Это также редкие или недавно описанные виды и их распространение в дальнейшем должно быть уточнено.

## **Глава 5. Экологические группы миксомицетов**

По нахождению миксомицетов на том или ином типе субстрата, нами выделены две основные группы. Виды, образующие спорофоры на отмершем растительном субстрате, и виды, образующие спорофоры на живых организмах. В первую группу входят: комплекс ксилобионтов, предпочитающих разлагающуюся древесину и кору; комплекс подстилочных и почвенных видов (их разделение на данном этапе наших знаний затруднено), а также комплекс копрофильных видов, спорофоры которых обнаружены на помете растительноядных животных. Ко второй группе относятся кортикулоидные виды, развивающиеся на коре живых деревьев и кустарников; бриофильные виды – приуроченные к мхам и печеночникам; виды, предпочитающие образовывать спорофоры на живых травянистых растениях, а также мицетофильные и лихенофильные виды, связанные соответственно с базидиальными макромицетами и лишайниками. На рисунке 2 представлено количественное распределение видов и родов миксомицетов по основным субстратам. В лесных сообществах наибольшее число видов отмечено на разлагающейся древесине и коре, а также на коре живых деревьев и подстилке. Наименьшее количество видов отмечено на живых травянистых растениях (4 вида), на помете растительноядных животных (5 видов), на эпифитных лишайниках (2 вида).

Индекс специфичности (доля видов, обнаруженных только на данном субстрате, от всего количества видов с субстрата) следующий: древесина - 0,43, отмершая кора – 0,09, кора живых деревьев – 0,27, подстилка – 0,18. На остальных обследованных субстратах специфичных видов не выявлено. Таким образом, наиболее специфичным субстратом является разлагающаяся древесина.

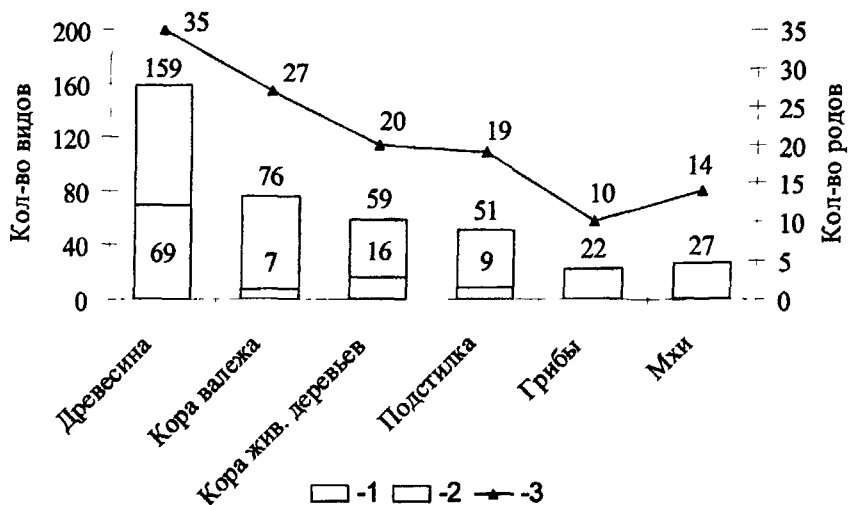


Рис. 2. Распределение видов и родов миксомицетов по основным субстратам: 1 – число видов, отмеченных на данном субстрате, 2 – число видов, встреченных только на нем, 3 – число родов, встреченных на данном субстрате.

На всех типах субстратов преобладает порядок *Physarales*, доля которого варьирует от 32,4% на древесине до 47,1 на опаде и подстилке. Представители других порядков распределены по типам субстратов более равномерно. Наиболее заметны различия в систематической структуре на уровне семейств. Разница представленности семейств на разных субстратах достигает 10%.

Комплекс ксилобионтных видов характеризуется высоким видовым богатством, не зависящим от породы. Тем не менее, систематическая структура биоты миксомицетов на хвойных и лиственных видах древесных различается уже на уровне порядков (рис. 3).

Анализ сходства видовых составов субстратных комплексов миксомицетов на разных древесных породах показал, что коэффициент сходства варьирует от 0,51 до 0,91. Как видно из рисунка 4, между комплексами миксомицетов в пределах группы хвойных древесных и в группе лиственных сходство значительно меньше, чем внутри групп.



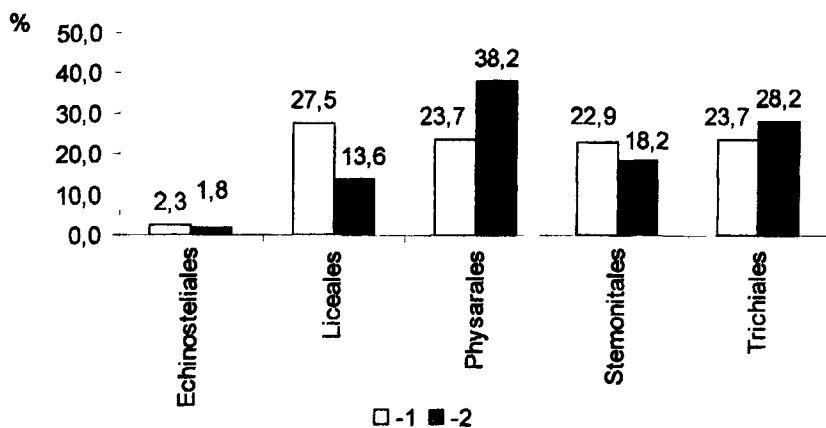


Рис. 3. Таксономический спектр порядков миксомицетов на хвойных (1) и лиственных (2) видах древесных растений на Урале.

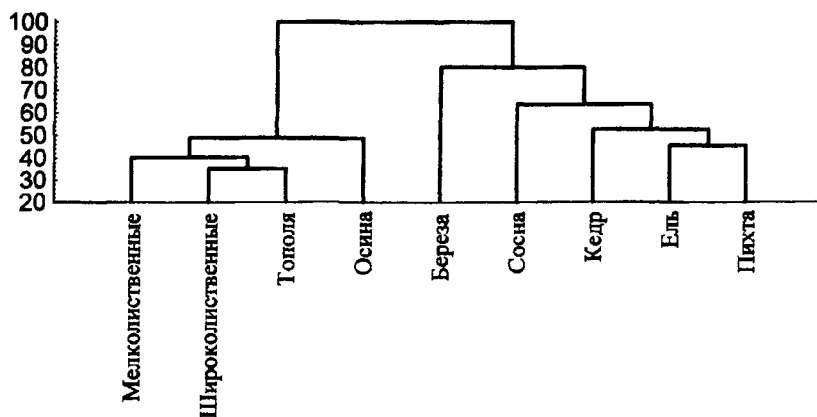


Рис. 4. Дендрограмма сходства комплексов ксиллобионтных видов миксомицетов на гнилой древесине различных видов растений Урала.

Анализ таксономической структуры комплексов кортикулоидных миксомицетов на коре хвойных и лиственных древесных растений показал, значительные различия спектров порядков на этих двух группах субстратов (рис. 5).

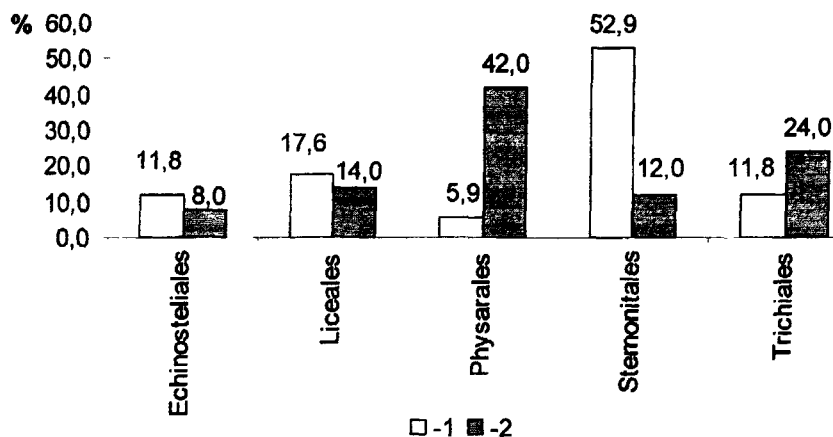


Рис. 5. Таксономический спектр кортикулоидных миксомицетов на хвойных (1) и лиственных (2) видах древесных на Урале.

Анализ дендрограммы сходства показывает, что комплекс кортикулоидных видов распадается на кластеры, сходные с таковыми для ксилобионтов.

Для каждого комплекса нами выделены специфические, развивающиеся только на определенном типе субстрата, а также обильные виды, способные развиваться на разных субстратах, но преимущественно встречающиеся на данном субстрате.

## Глава 6. Зонально-ценотическое распределение миксомицетов

### 6.1. Зональное распределение

Максимальное количество видов и родов миксомицетов отмечено в бореально-лесной зоне растительности (192 вида и 39 родов), минимальное в тундровой (36 и 20). Всего 18 видов, относящихся к 15 родам, 8 семействам встречаются во всех зонах растительности. Индекс специфичности зоны составляет от 0,06 в тундровой зоне до 0,48 в бореально-лесной.

Влияние зоны растительности на систематическую структуру биоты миксомицетов проявляется уже на уровне порядков. Во всех зонах лидирующее положение занимает порядок Physarales, кроме зоны широколиственных лесов, где лидирует порядок Trichiales. Более заметны

различия на уровне семейств. Можно отметить, что в спектре семейств тундровой зоны в тройку лидеров входит малочисленное семейство *Liceaceae*, а в целом для этой зоны характерно отсутствие семейства *Clastodermataceae*. Анализ литературы показал, что аналогичное распределение характерно для таксономических спектров и других арктических регионов. Почти во всех зонах растительности лидирующее положение занимает *Stemonitidaceae*, а в широколиственно-лесной зоне – *Trichiaceae*. Семейство *Physaraceae* находится на 2–4 местах, что не характерно для комплексов миксомицетов физико-географических областей или субстратов.

Для каждой зоны растительности выделены специфические и обильные виды.

## **6.2. Ценогическое распределение миксомицетов**

Влияние более мелких единиц растительности на состав и структуру биоты миксомицетов оценивалось на уровне групп лесных формаций. На Урале данные исследования касались только темнохвойных, светлохвойных, широколиственных и мелколиственных лесов. Всего во всех формациях отмечено 32 вида из 15 родов. Наибольшее число видов выявлено в темнохвойных формациях (159 видов), наименьшее – в широколиственных (55). Максимальное значение индекса специфичности биоты миксомицетов отмечается для темнохвойных лесов – 0,33, минимальное для мелколиственных – 0,10. Для светлохвойных и широколиственных соответственно – 0,12 и 0,13.

Систематическая структура биоты миксомицетов разных формаций отличается на уровне порядков. *Physarales* занимает лидирующее положение в темнохвойных и мелколиственных лесах, в то время как *Trichiales* в светлохвойных и широколиственных.

Для каждой группы формаций выделены обильные и специфические виды. Анализ сходства видовых составов различных растительных формаций из физико-географических областей Урала показывает, что характер растительности играет более значительную роль, чем просто географическая близость сравниваемых регионов Урала. Как видно из дендрограммы (рис. 6), формации хвойных из различных областей

формируют общий кластер, также как и формации пойменных лиственных лесов.

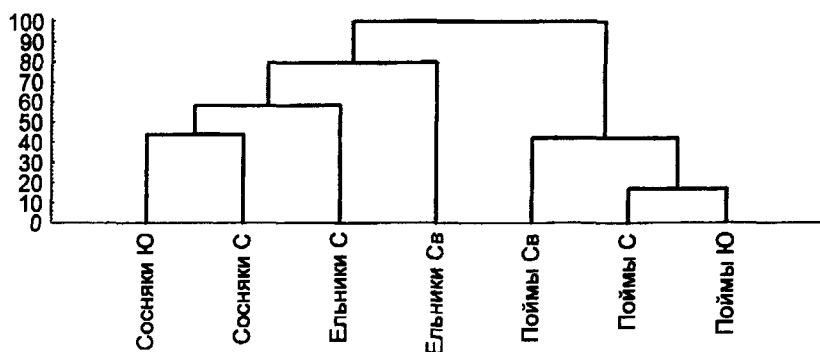


Рис. 6. Дендрограмма сходства видового состава миксомицетов различных растительных формаций: Ю – Южного Урала, С – Среднего, Св – Северного.

## ВЫВОДЫ

1. На территории Уральской горной страны выявлено 203 вида миксомицетов относящихся к 39 родам из 10 семейств и 5 порядков, что составляет 67% от числа известных в России видов. 168 из них впервые описаны для региона, 27 - впервые для России.

2. Лидирующим по числу видов, как на Урале, в целом, так и в отдельных его физико-географических областях, является пор. Physarales.

3. Изменения систематической структуры в спектре физико-географических областей Урала проявляется, главным образом, на уровне семейств. Значимыми различиями можно считать ранг ведущих семейств: *Physaraceae*, *Stemonitidaceae*, *Trichiaceae*, а также семейств входящих во вторую тройку по значимости: *Cribrariaceae*, *Didymiaceae*, *Liceaceae*.

4. Наиболее сходны биоты миксомицетов Урала и регионов с умеренным климатом, напротив, наименьшее сходство отмечено при сравнении с тропическими регионами.

5. Биоты миксомицетов отдельных физико-географических областей Урала наиболее сходны с биотами регионов близких по климато-зональным характеристикам. При этом, биоты миксомицетов дополярных

областей Урала проявляют наибольшее сходство в пределах России с биотами европейских регионов, полярных – с биотами миксомицетов арктических и азиатских регионов.

6. Более половины видов миксомицетов Урала являются широкораспространенными в глобальном масштабе.

7. На Урале наибольшее число видов (159) миксомицетов относится к комплексу ксилобионтных видов. Другие субстратные комплексы: кортикулоидные, обитатели опада, бриофилы и копрофилы представлены в меньшей степени.

8. Систематическая структура комплексов миксомицетов на различных субстратах отличается спектрами семейств и родов.

9. Различия в видовом составе ксилобионтов и кортикулоидных видов на хвойных и лиственных породах выявлены также на уровне порядков, причем наиболее своеобразный видовой состав отмечен среди кортикулоидных миксомицетов.

10. Наибольшее количество видов выявлено в таежной зоне Урала, наименьшее в тундровой и степной. Наиболее заметные различия в систематической структуре биот миксомицетов проявляются на уровне семейств. Характерная черта биоты миксомицетов тундровой зоны - отсутствие сем. *Clastodermataceae*.

11. Наибольшее количество видов в лесных экосистемах выявлено в хвойных формациях, наименьшее в березняках и осинниках.

12. Биоты миксомицетов сходных формаций из разных физико-географических областей Урала более сходны по видовому составу, чем биоты разных формаций одной области.

### **Список работ, опубликованных по материалам диссертации**

Растения и грибы национального парка Припышминские боры / Мухин В.А., Третьякова А.С., Прядеин Д.В., Пауков А.Г., Юдин М.М., Фефелов К.А., Ширяев А.Г. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 204 с.

Фефелов К.А. Ксилофильные сообщества миксомицетов / К.А. Фефелов // Экология процессов биологического разложения древесины / отв. ред. Горчаковский П.Л. Екатеринбург, 2000. С. 56-66.

Фефелов К.А. Биоразнообразие миксомицетов верхних горизонтов почв Урала / К. А. Фефелов // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: материалы междунар. конф., Оренбург, 30-31 янв. 2001 г. Оренбург, 2001. С. 31-32.

Фефелов К.А. Широтное распределение миксомицетов на Урале // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии. Вып. 2: Матер. конф. молодых ученых 23 - 27 апр. 2001 г. Екатеринбург, 2001в. С.266 - 269.

Фефелов К.А. Миксомицеты горных экосистем России / К.А. Фефелов, Б.С. Плотников // Биота горных территорий: история и современное состояние: материалы конф. молодых ученых, 15-19 апр. 2002 г. Екатеринбург, 2002. С. 256-259.

Фефелов К.А. Миксомицеты заповедно-природного парка "Сибирские Увалы" / К. А. Фефелов // Экологические исследования восточной части Сибирских Увалов: сб. науч. тр. Заповедно-природ. парка "Сибирские Увалы". Нижневартовск, 2002. Вып. 1. С. 93-103.

Фефелов К.А. Миксомицеты Южного Урала: географические связи, зональное распределение / К. А. Фефелов // Труды Института биоресурсов и прикладной экологии / отв. ред. З. Н. Рябинина. Оренбург, 2003. Вып. 3. С. 4-10.

Фефелов К.А. Экологический анализ биоты миксомицетов Урала / К.А. Фефелов // Проблемы глобальной и региональной экологии: материалы конф. молодых ученых, 31 марта – 4 апр. 2003 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. Екатеринбург, 2003. С. 299 – 307.

Фефелов К. А. Ширина экологической ниши у миксомицетов / К.А. Фефелов // Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: материалы конф. молодых ученых, 19–23 апр. 2004 г. Екатеринбург, 2004. С. 274-277.

Фефелов К.А. Географическая структура биологического разнообразия миксомицетов Урала / К.А. Фефелов // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: тр. междунар. конф. СПб, 2005. Т. 2. С. 268-272.

Fefelov K.A. The myxomycetes of coniferous forests in the Ural Mountains (Russia) / K.A. Fefelov // Scripta Botanica Belgica. 2002. Vol. 22:

Fourth Intern. Congr. on Systematic and Ecology of Myxomycetes, ICSEM-4 (Aug. 4-9, 2002): Abstr. P. 30.

Fefelov K.A. The occurrence and distribution of Myxomycetes of the Ural Mountains (preliminary report) / K.A. Fefelov, Yu.K. Novozhilov // III International Congress of Systematic and Ecology of Myxomycetes. 1999. P. 71.

Fefelov K.A. The myxomycetes of the Ural Mountains and its distributions in Russia / K.A. Fefelov, Yu.K. Novozhilov // Scripta Botanica Belgica. 2002. Vol. 22: Fourth Intern. Congr. on Systematic and Ecology of Myxomycetes, ICSEM-4 (Aug. 4-9, 2002): Abstr. P. 31.

Novozhilov Yu.K. An annotated checklist of the Myxomycetes of Sverdlovsk region, West Siberian lowland, Russia. / Yu.K. Novozhilov, K.A. Fefelov // Микология и фитопатология. 2001. Т. 35, вып.4. С. 41-52.

Novozhilov Yu.K. An annotated checklist of the myxomycetes of the northwestern Caspian Lowland / Yu.K. Novozhilov, I.V. Zemlianskaia, K.A. Fefelov, M. Schnittler // Микология и фитопатология. 2003. Т.37, N 6. С. 53-65.

Novozhilov Yu.K. Biodiversity of plasmodial slime moulds (Myxogastria): measurement and interpretation / Yu.K. Novozhilov, M. Schnittler, I.V. Zemlianskaia, K.A. Fefelov // Protistology. 2000. Vol. 1, N 4. P. 161-178.

2006A  
9589

**P - 95 89**