

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ НАУКА НА УРАЛЕ

Екатеринбург
2006

УДК 630* (420.5)

Составитель и ответственный за выпуск:
проф., д-р с.-х. наук **Н. Н. Чернов**

Редакционный совет:
проф., д-р с.-х. наук **Н. Н. Чернов**,
проф., д-р с.-х. наук **С. В. Залесов**,
проф., д-р биол. наук **А. К. Махнев**,
проф., д-р биол. наук **А. С. Чиндяев**

Рецензенты:
Ботанический сад УрО РАН
(Екатеринбург, директор Ботанического сада УрО РАН **С. А. Мамаев**)
Главный научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН,
проф., д-р биол. наук **А. К. Махнев**

Лесоводственная наука на Урале: / Монография. – Екатеринбург:
Уральский государственный лесотехнический ун-т, 2006. – 360 с.
ISBN 5-94984-099-2

В книге представлены исторические очерки об ученых. Приведены результаты совершенствования лесоводственных знаний за двухвековой период становления и развития практического и теоретического лесоводства на Урале.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Агентства лесного хозяйства
по Ханты-Мансийскому национальному округу*

*На лицевой стороне обложки:
дендропарк Кузьминки в с. Ильинское Пермской области,
созданный в 1840–1850-х годах А. Е. Теплоуховым*

ISBN 5-94984-099-2

© Уральский государственный
лесотехнический университет,
2006

В. А. Мухин

Институт экологии растений и животных УрО РАН

ЛЕСНАЯ МИКОЛОГИЯ И ФИТОПАТОЛОГИЯ

Становление и развитие лесной фитопатологии на Урале самым тесным образом связано с историей микологических исследований в этом регионе. В связи с этим целесообразно рассмотреть историю микологических исследований на Урале, а в контексте этого – историю уральской лесной фитопатологии.

Краткий исторический очерк исследований по микологии и фитопатологии на Урале был подготовлен в 1960 г. З. А. Демидовой. Она отмечает, что первые упоминания и отрывочные сведения о грибах Урала содержатся в книгах Н. В. Сорокина «Материалы к флоре Урала» и Н. П. Булычева «Очерк флоры и фауны Ирбитского уезда», вышедших в 1876 г. В этих работах, в частности, указывается на поражение древесины трутовыми грибами в северных районах Урала, а для Ирбитского уезда описывается настоящий трутовик. Первой крупной уральской микологической сводкой, по-видимому, следует считать работу П. В. Сюзева 1898 г., в которой описывается около 100 видов грибов из окрестностей села Ильинское, а также Очерского и Билимбаевского заводов соответственно Оханского и Екатеринбургского уездов. В своих более поздних работах он описывает важнейшие болезни древесных растений и кустарников в Пермской губернии, вызываемые грибами, а также их возбудителей. П. В. Сюзеву принадлежит и честь первого описания на Урале одного из редких видов дискомицетов саркосомы шаровидной – *Sarcosoma globosum* (Schmidel: Fr.) Casp. Отдельные сведения о грибах Урала, в том числе и вызывающих болезни сельскохозяйственных растений, содержатся в работах С. А. Грюнера и Ю. М. Колосова, опубликованных в начале XX в.

Крупным событием в истории уральской микологии и фитопатологии стала опубликованная в 1915 г. работа известного российского миколога и фитопатолога Н. А. Наумова «Грибы Урала», представляющая собой список всех известных на то время грибов Среднего Урала – 318 видов из окрестностей Перми, Оханска, Екатеринбурга, Кыштыма, Добрянского и Кушвинского заводов, многие из которых являются фитопатогенными. В двух других своих работах Н. А. Наумов дал описание некоторых видов и групп грибов, собранных на Урале: *Phoma fictilis* и *Mucorales*. В 1915 г. вышла работа Б. П. Каракулина и А. К. Лобик «К микологической флоре Уфимской губернии», в которой приведены данные о грибах, встречающихся на Южном Урале в Уфимском, Белебеевском, Мензелинском, Стерлитамакском и Златоустовском уездах. В приводимом ими списке содержится 335 видов грибов: 26 пероноспоровых, 25 сумчатых, 115 базидиальных и 168 несовершенных. Среди описанных ими групп грибов есть и облигатно паразитические. Следует отметить, что отдельные сведения по паразитическим грибам Урала (трутовые, пероноспоровые и ржавчинные) содержатся в работах А. С. Бондарцева (1916), В. А. Траншеля (1891), А. А. Ячевского (1901), использовавших материалы, собранные на Урале ими лично (Бондарцев) или присланных им (Траншель и Ячевский).

В первые послереволюционные годы появляются публикации, выполненные в Пермском университете. В них отражены результаты исследований профессора А. А. Генкеля по изучению жизненного цикла *Plasmodiophora brassicae* – возбудителя капустной килы и головневых грибов. Несколько работ, посвященных грибам, опубликовал и его коллега проф. А. А. Рихтер. В 1920-е гг. были выполнены и другие работы, напрямую затрагивающие вопросы микологии и фитопатологии. Это статьи Г. Н. Дорогиной, Л. А. Лебедевой, З. А. Демидовой и брошюра Батина. Первые две из них посвящены описанию отдельных видов – *Trichosporium lignorum* (Г. Н. Дорогин) и *Tricholoma rutilans* (Л. А. Лебедева), а в работе З. А. Демидовой дается краткий обзор болезней культурных и дикорастущих растений Уральской области. Есть здесь и информация о болезнях древесных растений, вызываемых трутовыми грибами. В брошюре Батина «Заготовка грибов на Урале» приведены данные о 30 видах съедобных и ядовитых шляпочных грибов, встречающихся на Урале.

В 1920-е гг. на Урале появились первые фитопатологические учреждения – в 1925 г. создана Уральская станция защиты растений, в

составе которой организуется фитопатологическая лаборатория, которую возглавила З. А. Демидова. Тематика работ этой лаборатории была связана с изучением возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, разработкой мер борьбы с ними.

В 1929 г. при биологическом секторе Уральского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института древесины развернулись работы по изучению дереворазрушающих грибов, в частности, исследовали процессы разложения древесины грибами и продукты их метаболизма. В дальнейшем работы по изучению гнилей древесины и их возбудителей, а также по разработке мер борьбы с ними были продолжены на областной станции по борьбе с домовыми грибами. Материалы этих работ отражены в публикациях 1930-х гг. В. К. Хомутского, Н. И. Новаковского, З. А. Демидовой. В. К. Хомутским подготовлена коллекция трутовиков Северного Урала, которую обработали К. Е. Мурашкинский и чешский миколог Пилат (Pilát). В 1930-е годы вопросами лесной фитопатологии на Урале занимались также И. Е. Андреев, изучавший сердцевинную гниль пихты сибирской на Южном Урале, и А. П. Пентин, подготовивший брошюру о вредителях и болезнях городских насаждений Свердловска. Вышло также несколько крупных монографических работ, в которых были даны некоторые сведения и о грибах Урала.

Фитопатологические исследования на Урале не были прекращены даже в годы Второй мировой войны. В 1944 г. вышла в свет брошюра А. М. Мизерова «Борьба с вредителями и болезнями плодовых культур на Среднем Урале» и опубликована работа С. И. Ванина «Фаутность сосновых и березовых древостоев Свердловской области и ее влияние на выход и качество спецсортиментов». Известна еще одна работа С. И. Ванина, подготовленная им совместно с Ф. А. Соловьевым, в которой они рассматривают фаутность сосново-лиственничных древостоев Свердловской области.

В 1944 г. в Уральском филиале АН СССР на базе областной научно-исследовательской станции по борьбе с домовыми грибами, Уральской лесопатологической станции и Свердловского городского ботанического сада открыли Институт биологии (ныне Институт экологии растений и животных УрО РАН). Во вновь созданном институте организовали лабораторию фитопатологии, которую возглавила З. А. Демидова и лабораторию биологических основ лесоводства во главе с Ф. А. Соловьевым. В задачи лаборатории фитопатологии входило, прежде всего, изучение грибов, поражающих древесину, и разработка

методов защиты древесины от гниения. Результаты исследований по изучению грибов, вызывающих повреждение древесины на лесоскладах и в сооружениях, опубликованы в 1940 – 1950-е гг. в работах З. А. Демидовой, Ф. А. Соловьева, Г. С. Хреновой, Н. Т. Картавенко. В эти годы аналогичные исследования велись и в других учреждениях – Уральском лесотехническом институте и Свердловском научно-исследовательском строительном институте, где под руководством проф. В. Н. Петри разрабатывались новые антисептики для защиты древесины. Это направление и в настоящее время успешно развивается в Уральском государственном лесотехническом институте под руководством проф. Д. А. Беленкова.

Одна из задач, стоявших перед лабораторией фитопатологии Института биологии УФАН СССР, была связана с изучением трутовых грибов в лесах Урала. Начало этим работам в Институте биологии положил Ф. А. Соловьев, который во время экспедиционных работ на Северном Урале в 1946 г. собрал большую коллекцию трутовых грибов. К сожалению, большая часть этих сборов была либо утрачена, либо не обработана, и лишь только небольшая часть образцов была отправлена в Ботанический институт АН СССР (Ленинград), где они и хранятся до настоящего времени. Некоторые особо интересные виды, обнаруженные Ф. А. Соловьевым на Северном Урале, были кратко описаны в рефератах Института биологии. Кроме того, материалы Ф. А. Соловьева, находящиеся в БИНе, были использованы А. С. Бондарцевым при подготовке им фундаментальной сводки «Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа» (Бондарцев, 1953).

В работах, проводимых Ф. А. Соловьевым, участвовала Н. Т. Картавенко, в то время сотрудница лаборатории лесоведения Института биологии. В 1945–1949 гг. она провела большие исследования на Северном Урале по выявлению грибов, вызывающих стволовые гнили сосны сибирской. Ее первая из опубликованных работ посвящена *Coleosporium pinicola*, вызывающему поражение сосны сибирской. В 1954 г. в Ленинградской лесотехнической академии она защитила кандидатскую диссертацию «Грибы, вызывающие гниль древесины растущего кедра в Зауралье». В своей диссертационной работе Н. Т. Картавенко привела данные о составе возбудителей стволовых гнилей и материалы, характеризующие скорость разложения древесных остатков в лесах Северного Урала.

Конец 1950–1960-е гг. можно охарактеризовать как время интенсивных микологических исследований в Институте биологии. В 1963 г.

вышла одна из основных работ З. А. Демидовой «Базидиальные грибы, поражающие древесину на Урале», в которой она обобщила все имевшееся на то время данные о дереворазрушающих грибах Урала, которых насчитывалось 107 видов, из них 97 афиллофоровых и 10 агариковых. На то время эта работа была основной сводкой по ксилотрофным базидиомицетам Урала. К 1960 г. Н. Т. Картавенко завершила крупный цикл исследований по грибным болезням сосны в лесостепном Зауралье, результаты которых она опубликовала в одной из своих статей (Картавенко, 1960). Эта работа является одной из лучших за всю историю лесной фитопатологии на Урале. Н. Т. Картавенко принадлежит и монография «Афиллофоровые грибы Урала» (Степанова-Картавенко, 1967), которая и по сей день является наиболее полной сводкой по этой группе грибов. Эта книга – итог многолетних исследований, позволивших ее автору успешно защитить в 1971 г. докторскую диссертацию на тему «Эколого-географическая характеристика афиллофоровых грибов Урала».

Крупным событием, оказавшим самое положительное влияние на развитие микологических исследований, стало создание в 1970 г. в Институте экологии растений и животных группы экологии низших растений-редуцентов, которую возглавила Н. Т. Степанова. В 1971 г. защитили кандидатские диссертации и две ее ученицы – А. В. Сирко на тему «Сумчатые грибы Урала и закономерности их распространения» и Л. К. Казанцева на тему «Микофлора Полярного Урала и ее роль в начальных стадиях распада древесины». В этих работах вопросы лесной фитопатологии напрямую не рассматривались, но они содержат богатый фактический материал о грибах, развивающихся на древесине в природных условиях.

В 1970–1972 гг. группа экологии низших растений-редуцентов представляла собой совсем небольшой коллектив микологов в составе Н. Т. Степановой, А. В. Сирко, аспиранта В. А. Мухина и лаборанта Г. Мокиной. Исследования велись по двум направлениям: 1) эколого-географическая характеристика экологических и таксономических групп (ксилотрофные базидиомицеты, сумчатые, агариковые) грибов Урала (Н. Т. Степанова, А. В. Сирко); 2) разложение древесины в природных экосистемах, дереворазрушающая способность и активность базидиальных грибов, состав и баланс веществ микогенного разложения древесины (Н. Т. Степанова, В. А. Мухин). Оба научных направления были оригинальными для отечественной микологии и разработа-

тывались в СССР только в Институте экологии растений и животных. Прямых аналогов им не было и в зарубежной микологии.

В 1976 г. группа была преобразована в лабораторию экологии низших растений-редуцентов, которую возглавила Н. Т. Степанова. В состав лаборатории вошли не только микологи (Н. Т. Степанова, А. В. Сирко, В. А. Мухин), но и почвенные микробиологи Г. А. Кулай и Н. Ф. Ищенко, ранее работавшие в лаборатории лесного почвоведения. В 1976–1982 гг. лаборатория пополнилась и молодыми сотрудниками. Это аспиранты Л. М. Мезенцева, В. М. Переведенцев, Л. Г. Переведенцева, О. Б. Тарчевская, инженер Т. Г. Бухвалова и лаборанты Т. Б. Леденцова и О. А. Голдырева. Несмотря на небольшой штат, лаборатория весьма продуктивно работала по нескольким научным направлениям. Наряду с ранее указанными направлениями, в этот период были начаты работы по таким темам, как агариковые грибы лесных биогеоценозов, почвенная микрофлора Крайнего Севера и ее эколого-физиологические особенности, структурно-функциональные особенности грибных сообществ и популяций в естественных экосистемах и в условиях аэротехногенного загрязнения. По материалам этих исследований подготовили и успешно защитили кандидатские диссертации В. А. Мухин на тему «Разложение древесины базидиальными грибами» в 1977, Л. Г. Переведенцева «Агариковые грибы как компоненты лесных биогеоценозов (Центральное Прикамье)» в 1980 г., Н. Ф. Ищенко «Эколого-физиологические особенности микрофлоры некоторых почв лесотундры Зауралья» в 1981 г. и Л. М. Мезенцева «Разложение листового опада базидиальными грибами и баланс веществ» в 1983 г. Именно в эти годы были начаты работы по изучению экологических закономерностей формирования и структуры биоты ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Их результаты были обобщены в докторской диссертации автора настоящей статьи «Экологические закономерности формирования и структура биоты ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины». В 1993 г. материалы диссертационной работы были опубликованы в монографии «Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины».

По материалам исследований, проведенных в 1970–1982 гг., опубликовано большое число работ. Важнейшими из них являются монография Н. Т. Степановой и В. А. Мухина «Основы экологии дереворазрушающих грибов», изданная в 1979 г., статьи В. А. Мухина «Структура флоры базидиальных дереворазрушающих грибов евразийской части Голарктики», «Особенности экологических ниш березового и

настоящего трутовиков» и «Роль базидиальных дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах». В них, наряду с вопросами экологии и географии грибов, рассмотрены и некоторые вопросы, важные для лесной фитопатологии. Это, прежде всего, роль базидиальных грибов в процессах биологического разложения древесины, факторы, определяющие интенсивность этих процессов, биологическое разнообразие возбудителей гнилей древесины в различных природно-климатических зонах Северной Евразии.

В 1982 г. лаборатория экологии низших растений-редуцентов была преобразована в группу экологии грибов, вошедшую в состав вновь созданной лаборатории функциональной биогеоценологии, которую возглавил Л. Н. Добринский. Руководителем же группы экологии грибов был назначен автор настоящей статьи.

1983–1991 гг. – время крупных микологических исследований в Западной Сибири по изучению биологического разнообразия ксилотрофных базидиомицетов, структурно-функциональных особенностей их сообществ в широтном градиенте условий. В этих работах участвовали как сотрудники группы В. А. Мухин, Т. Б. Леденцова, О. Б. Тарчевская, С. В. Криницин, Д. Е. Рыбников, так и студенты Уральского госуниверситета и Уральского лесотехнического института. Некоторые из них после окончания университета стали сотрудниками Института экологии растений и животных. Б. В. Красуцкий занимался изучением жесткокрылых, развивающихся в плодовых телах ксилотрофных грибов. В 1990 г. он защитил кандидатскую диссертацию «Экологические связи жесткокрылых с ксилотрофными грибами в равнинном Зауралье», в которой было показано, что с грибами ассоциировано большое число весьма специфичных видов жуков, участвующих в распространении грибов.

Одним из перспективных направлений работ, проводившихся в то время, были и исследования по изучению биологического разнообразия и функциональных связей агариковых грибов в тундровых экосистемах. Эти работы проводились О. Б. Тарчевской на полуострове Ямал, но к сожалению, не были завершены. В рассматриваемый период проводились и прямые фитопатологические работы по изучению грибных болезней сосны сибирской в Западной Сибири. По их результатам сотрудником Тюменской ЛОС С. П. Арефьевым была подготовлена и успешно защищена в 1990 г. кандидатская диссертация «Грибные болезни сосны сибирской в лесах Среднетаежного Прииртышья». В этой работе описано 17 видов ксилотрофных базидиомицетов-воз-

будителей гнилевых болезней древесины и выделено два лесотипологических комплекса возбудителей гнилевых болезней: один характерный для припоселковых, а другой – для таежных кедровников.

В 1988 г. на Урале прошла IV Всесоюзная конференция «Изучение грибов в биогеоценозах», на которой был рассмотрен широкий круг актуальных вопросов экологии грибов: консортивные связи, роль в биодеструкционных процессах, проблемы вида, экологические закономерности формирования микобиоты. Большое место в работе конференции заняло и обсуждение вопросов лесной фитопатологии. Материалы конференции были опубликованы в виде сборника тезисов. Проведение такой представительной конференции на Урале стало признанием больших успехов уральской микологии и фитопатологии.

В 1991 г. группа экологии грибов вошла в состав лаборатории фитомониторинга и охраны растительного мира, заведующим которой стал автор настоящей статьи. Несмотря на известные трудности того времени, экспедиционные исследования по изучению биологического разнообразия и экологии грибов не только не были свернуты, но и значительно расширены. Это стало возможным благодаря сотрудничеству с европейскими специалистами. География совместных экспедиционных исследований весьма обширна: Архангельская область, Ямальский, Тазовский, Гыданский полуострова (1992), Западный Пурторан, Анабарское плато, бассейн реки Хатанги (1993), Магаданская область (1995), Камчатка (1997), Хабаровский край (1998), Якутия (1999), Прибайкалье (2000), Алтай (2001), Южный Урал (2002), Приморье (2003). Совместные работы проведены и в дальнем зарубежье: Французские Альпы (1992), субарктические и низкоарктические районы Гренландии (1992, 2000), Лапландия (1995). Эти работы ориентированы в основном на изучение биологического разнообразия и экологии грибов, но в их ходе получены и обширные материалы, характеризующие общее распространение важнейших фитопатогенных грибов, их экологические предпочтения и роль в процессах биологического разложения древесины в лесных экосистемах.

Результаты международных исследований опубликованы в серии совместных работ (Knudsen, Hallenberg, Mukhin, 1993; Knudsen, Mukhin, 1998; Kotiranta, Mukhin, 1998, 2000; Mukhin, Knudsen, 1998; Мухин, Котиранта, 2000, 2001; Mukhin, Kotiranta, 2001; Chlebicki, Mukhin, Ushakova, 2003). В 1996 г. в Лабьитнангах Тюменской области был проведен V международный симпозиум по аркто-альпийской микологии, ставший заметным явлением в отечественной и мировой

микологии. Материалы этого симпозиума опубликованы в 1998 г. в специальном сборнике трудов «Arctic and Alpine Mycology».

В 1990-е гг. в работах микологов Института экологии растений и животных появились и другие направления исследований. И. В. Ставишенко, начиная с 1993 г., ведет работы по изучению грибов особо охраняемых природных территорий Урала и Западной Сибири. В 1998 г. она защитила кандидатскую диссертацию «Ксилотрофные макромицеты среднетаежного Приобья», написанную по материалам ее исследований в Юганском заповеднике. В 2002 г. вышла ее совместная с автором настоящей статьи монография «Ксилотрофные макромицеты Юганского заповедника», в которой довольно большое внимание уделено фитопатогенным грибам и их мониторингу на заповедных территориях. Большую работу по изучению ксилотрофных базидиомицетов южной оконечности Уральских гор и прилегающих к ним степных районов Оренбургской области выполнил во второй половине 1990-х годов аспирант М. А. Сафонов, защитивший в 1999 г. кандидатскую диссертацию «Дереворазрушающие грибы лесостепной и степной зон Оренбургской области» и опубликовавший в последующем две монографии: «Трутовые грибы Оренбургской области» и «Структура сообществ ксилотрофных грибов». В этих работах представлены данные о возбудителях стволовых и корневых гнилей древесных растений и концептуальные основы управления грибным населением лесных экосистем.

В 1994 г. начаты работы по изучению эктомикориз древесных растений и влиянию на них сернистого ангидрида и тяжелых металлов. В 1999 г. материалы этих исследований обобщены Д. В. Веселкиным в его кандидатской диссертации «Реакция эктомикориз на техногенное загрязнение», а также в серии научных публикаций. Микоризные грибы являются одним из факторов, повышающих устойчивость растений к различного рода патогенным организмам и другого рода неблагоприятным факторам среды. Поэтому изучение эктомикориз очень важно для понимания механизмов устойчивости растений к паразитарным и непаразитарным заболеваниям и должно рассматриваться как одно из перспективных направлений лесной фитопатологии. Обзор работ по микоризам древесных растений, выполненных в Пермском пединституте, представлен в изданной в 1981 г. работе И. А. Селиванова, создавшего на Урале крупную научную школу по изучению микориз. Эволюционное и экологическое значение микориз рассматривается и в одной из работ автора настоящей статьи и Д. В. Веселкина.

В 1990-е гг. оформилось еще одно крупное направление работ – изучение закономерностей антропогенной трансформации грибных сообществ. В разное время над этой проблемой работали аспиранты О. А. Храмова и Е. В. Брындина, а сейчас она разрабатывается под руководством проф. В. А. Мухина его сотрудниками Д. В. Веселкиным, И. В. Ставишенко, Н. В. Ушаковой, К. А. Фефеловым, А. Г. Ширяевым. Идеология и основные результаты этих исследований были изложены в монографии «Грибные сообщества лесных экосистем». Одним из важных результатов этого цикла работ является оценка реакции паразитических дереворазрушающих грибов на антропогенные факторы и их роли в формирующихся рудеральных микоценозах.

В последние годы работы по изучению биологического разнообразия грибов и анализу его эколого-географических закономерностей получили свое дальнейшее развитие. В 2000–2001 гг. в Институте экологии растений и животных начались работы по изучению биологического разнообразия и экологии миксомицетов (К. А. Фефелов), клавариоидных грибов (А. Г. Ширяев). Ранее на Урале эти группы организмов не были объектами систематического изучения. Начат новый цикл работ по трутовым грибам Уральской горной страны, основная цель которых – изучение биологического разнообразия и экологии трутовых грибов и их распространения на Урале, систематизация всех сведений об этой группе грибов (Н. В. Ушакова). Одна из целей этих работ заключается в выяснении ценогенетических связей микобиоты Урала с другими регионами Евразии, прежде всего, с Западной Сибирью, Алтаем, Прибайкальем. По результатам этих исследований планируется подготовить каталог грибов Урала, развивающихся на древесине в природных сообществах.

В последние годы под руководством автора настоящей статьи были начаты микологические исследования на кафедре ботаники Уральского государственного университета. Они направлены на изучение роли эндомикориз в устойчивости и продуктивности растительных сообществ (Е. Ю. Митюшина, А. А. Бетехтина), экологии репродуктивных систем трутовых грибов (А. А. Вотинцева), эколого-физиологических особенностей и структуры рудеральных сообществ ксилотрофных грибов (В. А. Брызгалов).

Если говорить о перспективах исследований в области микологии и лесной фитопатологии на Урале, то здесь можно выделить несколько направлений: изучение природной и антропогенной динамики гриб-

ной составляющей биоты, а также изучение экологии, экофизиологии грибов и их роли в растительных сообществах.