

КОЛЛЕКЦИЯ ВАУЧЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ ГРИБОВ ЮГУ: ЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Филиппова Н.В., Лапина Е.Д.

Югорский государственный университет

Грибы выделяют в самостоятельное царство, представленное значительным видовым разнообразием. Мировое богатство грибов по оценкам специалистов достигает 1,5 млн видов, что составляет несколько процентов от общего числа эукариот (Systematics agenda 2000). Основную часть жизненного цикла большая часть видов грибов проводит в виде мицелия, только часть из них доступна для непосредственного наблюдения во время формирования плодовых тел. В связи с этим изучение этих организмов представляет определенные сложности. В настоящее время описано около 70 тыс. видов, что составляет 5% прогнозируемого видового богатства грибов (Hawksworth, 2004). При этом, грибы выполняют ряд основополагающих функций в экосистемах и являются важным компонентом в хозяйственно-экономической деятельности человека. Достаточно упомянуть значение пищевых, лекарственных и ядовитых грибов; производство грибных метаболитов; ферментирование и производство продуктов; микоремедиацию загрязненных земель и утилизацию отходов с помощью грибов; производство грибной биомассы; использование микоризных грибов в лесоразведении, и т.д. В то же время, грибы являются возбудителями ряда заболеваний человека и животных, а патогены растений вызывают значительные потери качества и объема урожаев сельскохозяйственных культур.

Ранее грибы рассматривались в составе растительного царства, а их коллекции представляли разделы в гербариях – коллекциях растений. Однако особое филогенетическое положение грибов и их огромное видовое богатство постепенно ведут к обособлению коллекций грибов. Для коллекций грибов был предложен отдельный термин – фунгарий (от лат. *Fungus* – гриб), по аналогии с гербарием (Spooner, Cannon, 2010; Hawksworth, 2010). В настоящей публикации мы рассматриваем значение и особенности коллекции грибов, основанной на базе Югорского государственного университета.

О значении коллекции грибов в науке и прикладных областях

Существование коллекций живых организмов в целом, и коллекций грибов в частности, необходимо в первую очередь для развития систематики этих организмов. Образцы, на основе которых сделано первичное описание видов, должны храниться для многократного изучения специалистами в будущем. Таким образом выполняется условие воспроизводимости научного эксперимента в систематике (Agerer, 2000; Hawksworth, 2004). Описание вида могло быть выполнено ошибочно, возможно неоднозначное использование терминов и терминология со временем может меняться. Кроме того, меняются сами методы исследования и более поздние

анализы могут привести к новым выводам. В целом таксономический анализ предполагает постоянное накопление достаточного количества ваучерного¹ материала и регулярный пересмотр ранее использованных группировок с позиции новых знаний. Все это возможно только при условии, что материал служивший для описания таксонов будет сохранен. Региональные коллекции важны также для изучения локальных микобиот, где накапливаются сборы видов в границах определенного региона. Такие коллекции служат для создания аннотированных списков, региональных атласов и определителей. Они актуальны для последующего сравнения новых образцов с уже известными видами и выявления потенциально новых таксонов. Региональные сборы также пополняют более крупные коллекции мирового масштаба.

Кроме первостепенного значения для систематики грибов, хранение образцов в фунгариях может быть необходимым и для других микологических дисциплин. Исследования, посвященные химическому анализу (пищевые или лекарственные свойства) грибов, достаточно трудоемки и их интерпретация должна быть однозначной (Ammirati, 1979), поэтому необходимо сохранять образцы для их повторного анализа. Очень важным представляется хранение образцов возбудителей заболеваний человека, животных и патогенов растений, симптомы патогенеза которых анализируются в публикациях. Очевидно значение сохранения исходного материала (плодовые тела или субстраты) после выделения из них культур грибов, особенно для видов не плодоносящих в культуре. Важно сохранение образцов корней и плодовых тел в исследованиях микоризо-формирующих групп грибов (Agerer, 2000).

В фунгариях хранятся не только сами образцы грибов, но также большой массив сопряженной с ними информации о географии, экологии, обилии видов и пр. Например, в случае редких видов грибов, распространение которых плохо изучено или существует угроза их исчезновения, информация о местах находок служит ключом к их последующему поиску. Точки находок образцов, постепенно накапливающиеся в коллекции, со временем служат для анализа географического распространения вида. Общие экологические предпочтения видов также складываются из многократных находок (Funk, 2000). Таким же образом косвенно можно судить о частоте встречаемости видов. Накопленная информация о частоте сборов плодовых тел грибов по сезонам может служить для реконструкции изменений климата (Kauserud et al., 2008). В этом плане фунгарий является аккумулятором информации, накапливаемой в течение длительного времени и работы нескольких поколений ученых.

Кроме сугубо научного значения, фунгарий необходим в образовательных целях для подготовки специалистов по направлениям биология и экология. На основе коллекции учащиеся получают базовое представление о разнообразии групп грибов и осваивают методы детальной таксономической работы. Данные о местонахождениях видов, хранящиеся в фунгарии, могут быть использованы для планирования маршрутов полевых практик и микологических экскурсий. Фунгарии служат местом проведения выставок съедобных и ядовитых грибов. В фондах хранятся

¹ Ваучерный образец – образец, по которому можно проверить систематическую принадлежность таксона.

фотографии и рисунки, которые могут быть использованы для печати учебных пособий, популярных изданий, постеров или атласов (Funk, 2004).

Кроме того, к коллекциям фунгария могут обращаться ряд отдаленно связанных с микологией специалистов. Так, коллекции фитопатогенных и дереворазрушающих видов грибов востребованы в сельскохозяйственной и деревообрабатывающей отрасли. Подобные тематические коллекции могут составлять отдельные разделы фунгария. Хранение видов ядовитых грибов может быть необходимым при анализе случаев отравления грибами. Информация о сроках плодоношения, местах обитания и обилии съедобных грибов может быть востребована коммерческими пунктами их заготовки.

Способы хранения коллекций грибов

Существует два основных способа хранения коллекций грибов: 1) в жизнеспособном виде, в состоянии медленного роста в культурах или в глубокой заморозке, и 2) в нежизнеспособном, в виде сухих или другим способом законсервированных образцов, хотя споры могут и здесь сохранять способность к росту в течение определенного времени (Вахтер, Линде, 1999). В первом случае коллекции имеют гораздо более широкий спектр применения в науке и биотехнологии, однако хранение в жизнеспособном состоянии требует сложной организации системы хранения и не всегда возможно для определенных групп грибов. Основной областью применения коллекций второго типа остается систематика (где используются морфологические, биохимические или молекулярные признаки, которые сохраняются неопределенно долгое время).

Хранение ваучерных образцов грибов в сухом виде имеет сходство с ботаническими коллекциями – гербариями. Этот способ хранения пригоден не для всех групп грибов, а в основном для тех, которые формируют более или менее заметные плодоношения (макромицеты) или симптомы поражений на растениях-хозяевах (фитопатогенные грибы). В случае мелких плодовых тел, они сохраняются вместе с субстратом, на котором обнаружены (на растительном опаде, древесине, помете и пр.). Другие группы грибов, микроскопические размеры которых не позволяют непосредственно их наблюдать и собрать, требуют выделения в культуру. В отдельных случаях культуры могут также сохраняться в сухом, нежизнеспособном виде. В основном, микроскопические грибы сохраняют в виде живых культур и методы работы с ними близки к таковым с другими микроорганизмами.

Хранение сухих коллекций грибов, формирующих крупные плодоношения (макромицеты), имеет важное отличие от гербаризирования растений: прижизненные морфологические формы грибов в этом случае почти целиком теряются. Монтаж гербарных листов для грибов заменяют иллюстрациями, сделанными в момент сбора живых плодовых тел. Это могут быть рисунки или фотографии, наличие которых является в настоящее время обязательным условием хранения образца в фунгарии. Кроме этого, выполняется детальное описание морфологических признаков, которые утрачиваются при сушке (Wu et al., 2004). Ряд групп грибов с мелкими плодовыми телами (например дискомицеты) также требуют описания микропризнаков в живом виде, характер

которых существенно меняется при сушке (Baral, 1992). Вместе с тем, в сухих образцах грибов хорошо сохраняются основные микро-морфологические характеристики, составляющие основу систематики грибов. Высушенные образцы грибов хранят в герметичных пакетах, препятствующих попаданию влаги и потенциальных вредителей.

Обзор коллекций грибов в Западной Сибири

Западная Сибирь представляет собой обширный регион, в широтном протяжении охватывающий несколько ботанико-географических зон от степи до тундры. Несколько ведущих гербариев, аккумулирующих коллекции растений этого региона, расположены в Томске (гербарий им. П.Н. Крылова), Новосибирске (гербарий им. М.Г. Попова), Барнауле (Гербарий Алтайского государственного университета). Однако, в фондах этих коллекций отсутствуют грибы и грибоподобные организмы. Коллекции грибов присутствуют во многих научных учреждениях на территории Западной Сибири, однако большая часть их не имеет официального статуса и не обеспечены соответствующим штатом сотрудников и специальной материальной базой. Предварительный список этих коллекций и ведущих специалистов-микологов составлен на основе известных нам публикаций и личных контактов, а также базы данных "Генетические и биологические коллекции Российской Федерации" (<http://www.sevin.ru/collections/>):

1. Коллекция фитопатогенных грибов, Центральный Сибирский Ботанический Сад СО РАН (ЦСБС СОРАН) (г. Новосибирск), лаборатория дендрологии (Томошевич М.А.)
2. Коллекция агарикоидных и афиллофороидных грибов, коллекция лишайников, коллекция миксомицетов, ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск), лаборатория низших растений (Горбунова И.А., Власенко В.А., Романова Е.В., Власенко А.В.)
3. Коллекция энтомопатогенных грибов, Институт систематики и экологии животных (г. Новосибирск), лаборатория патологии насекомых (Крюков В.Ю.)
4. Коллекция макромицетов, Научно-исследовательский институт биологии и биофизики при Томском государственном университете (НИББ) (г. Томск), Лаборатория зоологии наземных позвоночных (Агафонова Н.Н.)
5. Коллекция лишайников, НИББ (г. Томск), лаборатория биогеоценологии (Конева В.В.)
6. Коллекция грибов, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (г. Красноярск), лаборатория лесных культур, микологии и фитопатологии (Кутафьева Н.П.)
7. Коллекция лишайников, гербарий Красноярского государственного университета (Сибирский федеральный университет) (Кравчук С.В., Степанов Н.В.)
8. Коллекция макромицетов и коллекция лишайников, Гербарий им. Л.М. Черепнина Красноярского педагогического университета (Беглянова М.И.)
9. Коллекция макромицетов, гербарий лаборатории лесной биогеоценологии Красноярского института лесного хозяйства (Астапенко В.В.)
10. Микологический гербарий Департамента защиты растений и лесной мелиорации (г. Омск) (Семенов А.А.)

11. Коллекция макромицетов Новосибирской области (Агеев Д.В.).
12. Коллекция макромицетов Новосибирской области (Бульонкова Т.М.)
13. Коллекция лишайников, гербарий Тюменского государственного университета
14. Коллекция макромицетов Юганского государственного заповедника (Звягина Е.А., Бульонкова Т.М.), коллекция лишайников (Чабаненко С.И.)
15. Коллекция макромицетов и коллекция лишайников государственного заповедника "Малая Сосьва" (Васина А.Л.)
16. Коллекции афиллофороидных и агарикоидных грибов, коллекция миксомицетов, Институт экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория биоразнообразия растительного мира и микобиоты (Мухин В.А., Ставишенко И.А., Ширяев А.Г., Ширяева О.С., Веселкин Д.В., Фелелов К.А.)
17. Коллекция лишайников, гербарий Уральского университета (г. Екатеринбург), кафедра ботаники
18. Коллекция макромицетов, Музей Природы и Человека (г. Ханты-Мансийск) (Тавшанжи Е.И., Байкалова А.С.)
19. Коллекция культур мицелиальных грибов и дрожжей, Коллекция промышленных микроорганизмов, Научно-исследовательский институт микробиологии, Центр военных-технических проблем биологической защиты (г. Екатеринбург)
20. Коллекция возбудителей гнилей растений, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Таким образом, суммарно в коллекциях грибов на территории Западной Сибири хорошо представлены группы агарикоидных и афиллофороидных грибов, имеются коллекции лишайников, фитопатогенных и энтомопатогенных грибов и коллекции миксомицетов. Плохо охвачены коллекциями такие группы, как дискомицеты, гифомицеты, пиреномицеты и локулоаскомицеты, не являющиеся патогенами. Присутствует всего две коллекции микроорганизмов, где в небольшом числе представлены культуры грибов. Кроме того, у существующих коллекций не всегда имеется информация о их фондах и структуре на сайтах соответствующих организаций или в печати.

К созданию фунгария ЮГУ

В 2008 году на базе Югорского государственного университета был открыт Научно-образовательный центр "Динамика окружающей среды и глобальных изменений климата" (НОЦ ДОСиГИК) с двумя полевыми стационарами в окр. г. Ханты-Мансийска. В ходе проектов по изучению биологического разнообразия в окрестностях стационаров с этого времени начала формироваться коллекция. В 2016 году Биологическая коллекция ЮГУ была зарегистрирована в базе данных Index Herbariorum (акроним YSU). Одним из разделов коллекции является фунгарий ЮГУ (акроним YSU-F), другая часть представлена мохообразными (мхи, печеночники) и сосудистыми растениями (гербарий, YSU-H). Биологическая коллекция ЮГУ не является

самостоятельным структурным подразделением университета и не имеет штата сотрудников. Развитие коллекции обеспечивает развитие и анализ накопленных материалов в рамках текущих проектов по изучению биоразнообразия с перспективой постепенного ее развития и получения статуса автономного подразделения ЮГУ.

В фунгарии ЮГУ на февраль 2016 года хранится около 3,5 тыс. сухих образцов грибов. Основу коллекции составляют сборы грибов, выполненные в ходе подготовки диссертационной работы (Филиппова, 2015). В 2010 году на базе стационаров ДОСигИК проходило рабочее совещание Комиссии по изучению макромицетов РБО. Материалы, собранные в ходе экскурсий, также частично вошли в фонды фунгария. Остальная часть коллекции сформирована сборами макромицетов в разных типах растительных сообществ (в основном – хвойные и смешанные леса) в окрестностях стационаров Мухрино и Шапша в ходе маршрутных исследований по изучению микобиоты и наблюдений на стационарных площадках.

Хронология поступления коллекций в фунгарий ЮГУ:

Год	Число образцов	Описание проекта
2008	50	Попутные сборы в районе полевого стационара Мухрино, в экспедициях в Березовском районе Ханты-мансийского автономного округа и в Ямало-ненецком автономном округе.
2009	50	Попутные сборы в районе стационара Мухрино.
2010	50	Материалы экскурсий рабочего совещание Комиссии по изучению макромицетов РБО.
2010	300	Изучение осенней микобиоты макромицетов в районе Мухрино.
2011	90	Изучение раннелетней микобиоты макромицетов в районе стационаров Мухрино и Шапша. Попутные сборы в экспедиции в Березовском районе ХМАО.
2012	600	Изучение раннелетней микобиоты макромицетов в районе стационара Шапша. Изучение микобиоты макромицетов, микромицетов на растительном опаде и дереворазрушающих базидиомицетов верховых сфагновых болот (болото Чистое, Мухрино).
2013	300	Мониторинг сезонной динамики микромицетов на опаде растений верховых болот (болото Мухрино). Количественный учет сообществ макромицетов на площадках в основных типах растительных сообществ верховых болот (Мухрино).
2014	200	Мониторинг сезонной динамики микромицетов на опаде растений верховых болот (болото Мухрино). Количественный учет сообществ макромицетов на площадках в основных типах растительных сообществ верховых болот (Мухрино).

2014	300	Изучение осенней микобиоты макромицетов в районе Мухрино.
2015	50	Количественный учет сообществ макромицетов на площадках в основных типах растительных сообществ верховых болот стационара Мухрино.
2015	1500	Количественный учет макромицетов на площадках в разных типах лесов в районе стационара Шапша.

Обработка и хранение информации фунгария

Информатизация является относительно недавним явлением в истории существования биологических коллекций. В недавнем прошлом единственным способом хранения и организации данных в коллекциях были карточные каталоги, где карточки образцов дублировались и сортировались в таксономическом, географическом и авторском порядке. Запись поступлений в гербарий и другие виды транзакций велись в "бортовом журнале". С появлением Систем Управления Базами Данных (СУБД) возможности менеджмента и анализа материалов коллекций значительно расширились (Farr, Farr, 2004). Кроме того, Интернет технологии позволили значительно ускорить процесс обмена данными между коллекциями и потенциальными пользователями. Объединение баз данных отдельных фондов в интегрированные информационные системы подобно Global Biodiversity Information Facility (GBIF) требует стандартизации систем хранения данных. В настоящее время для каждой биологической коллекции представляется особенно актуальным наличие базы данных и ее онлайн доступность; что обеспечивает ее интегрируемость в мировые системы хранения информации о биологическом разнообразии.

Данные об образцах в Фунгарии ЮГУ изначально хранились в таблице Microsoft Excel, позднее переведенную в СУБД Microsoft Access. В настоящее время мы пользуемся свободным программным продуктом Specify (<http://specifyx.specifysoftware.org/>), созданным на основе СУБД MySQL. В 2016 году браузерная версия продукта (Specify 7) была установлена на сервере ЮГУ и доступна для онлайн поиска и заполнения данных. Specify является базой, построенной на специальном протоколе разработанном для обмена информацией о биологическом разнообразии и экспорта в GBIF. Система позволяет вести систематизированную каталогизацию информации, связанную с образцами. Кроме непосредственно данных, это касается связанных с образцами файлов (иллюстрации и пр.). В продукте реализован способ регистрации операций связанных с образцами, классификатор мест хранения и статистика разных видов активности, оптимизирующие научную работу с коллекцией. Браузерная версия продукта позволяет осуществлять доступ и редактирование базы данных коллекции онлайн. Продукт пользуется популярностью среди биологических коллекций (на 2016 год используется более 500 организациями по всему миру).

В настоящее время в фунгарии ЮГУ мы продолжаем освоение Specify для менеджмента базы данных коллекции. Интеграция базы данных в GBIF будет осуществляться после того, как степень достоверности определения таксонов будет достаточной (требуется оценка экспертов). На

настоящий момент индикатором достоверности определения таксонов служат публикации в научных журналах (около 35% образцов коллекции процитировано в одной или нескольких публикациях).

Логистика операций в фунгарии ЮГУ

Все разнообразие операций по менеджменту коллекции ваучерных образцов можно представить в виде трех основных групп: 1) операции связанные с поступлениями единиц хранения в коллекцию, 2) организация научного использования коллекции, и 3) создание упорядоченной и надежной системы ее хранения.

1. Первая группа объединяет все операции сопутствующие поступлению образцов в фонды коллекции. Прежде всего, это наличие профессиональных кадров для сбора и обработки материала. Методы сбора образцов разных групп грибов различаются: подробное описание методик приводит Mueller с соавторами (2004). Правильный сбор и подготовка коллекции требуют запас необходимого оборудования (полевой инвентарь, фото-техника, сушильные шкафы, и прочее). В случае коллекции чистых культур, число операций по их подготовке и необходимая материальная база сильно расширяются. На этом этапе также осуществляется сбор сопряженной с образцом информации, заполнение ее в базу данных и печать этикеток. Этикетирование образцов и их размещение в соответствующих разделах завершает процесс поступления в фонды.

2. Вторая группа операций связана с научной обработкой коллекции. Таксономическая обработка может осуществляться как на месте в лабораториях фунгария штатными сотрудниками, так и путем отправки посылок в другие организации. Одной из важных предпосылок научной активности является наличие научного штата в самой коллекции. В лабораториях фунгария должна быть необходимая микроскопическая техника, материалы и реактивы, библиотека. Для внешней мобильности важным является регистрация коллекции в отечественных и международных каталогах, а также наличие собственного веб-сайта и базы данных онлайн. Последнее требует привлечения к работе ИТ – специалистов. Наконец, распространение и обмен коллекциями осуществляется путем установления контактов, переписки и почтовых операций с образцами как внутри страны, так и зарубежом.

3. В третью группу операций мы объединили все, что касается системы упорядоченного долговременного хранения коллекции. В принципе, фонды коллекций могут расширяться бесконечно и должны сохраняться неопределенно долгое время. Поэтому должна быть выработана политика, определяющая путь развития коллекции в будущем. Ограничения могут вводиться на количество образцов определенного вида, географические границы и пр. Упорядоченная система хранения требует разработки определенной схемы упаковки и размещения образцов. Кроме того, должна существовать система защиты от вредителей и созданы благоприятные условия температуры и влажности для долговременного хранения.

В фунгарии ЮГУ в настоящее время реализуются операции всех трех групп и ведется улучшение их качества и полноты. Структурное описание фондов фунгария ЮГУ и статистика по

отдельным видам операций представлены в нашей отдельной публикации этого сборника (Filippova, Bulyonkova).

Литература

Agerer R. Open letter to the scientific community of mycologists: «Always deposit vouchers» // Mycorrhiza. 2000. V. 10. № 2. P. 95-97.

Ammirati J. Chemical Studies of Mushrooms: The Need for Voucher Collections // Mycologia. 1979. V. 71. № 2. P. 437-441.

Baral H.O. Vital versus herbarium taxonomy: morphological differences between living and dead cells of ascomycetes, and their taxonomic implications // Mycotaxon. 1992. V. XLIV. № 2. P. 333-390.

Baxter A.P., Linde E. (Eds) Collecting and preserving fungi: a manual for mycology. Pretoria: ARC-Plant Protection Research Institute, 1999. 87 p.

Farr D.F., Farr E.R. Electronic information resources // Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods / Mueller G.M. et al. (eds.). 2004. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press. P. 49-58.

Funk V.A. 100 Uses for an Herbarium (Well at Least 72) // ASPT Newsletter. 2004. V. 17. № 2. P. 17-19.

Funk V.A. A Survey of the Herbaria of the Southeast United States // Floristics in the new Millenium: proceedings of the flora of the Southeast US symposium. 2000. P. 35-53.

Hawksworth D.L. Funga and fungarium // IMA Fungus. 2010. V. 1. № 1. P. 9-10.

Hawksworth D.L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections // Studies in Mycology. 2004. V. 50. P. 9-18.

Kausrud H., Stige L.C., Vik J.O., Økland R.H., Høiland K., Stenseth N.C. Mushroom fruiting and climate change // PNAS. 2008. V. 105. № 10. P. 3811-3814.

Spooner B., Cannon P.F. World's Largest Collection of Fungi held at Kew Gardens // Mycologist News. 2010. V. 1. P. 8-9.

Systematics agenda 2000: technical report. 1994. Dept. of Ornithology, American Museum of Natural History, New York.

Wu Q., Thiers B., Pfister D. Preparation, preservation, and use of fungal specimens in herbaria // Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods / Mueller G.M. et al. (eds.). 2004. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press. P. 23-36.

Филиппова Н.В. Сообщества грибов верховых болот средней тайги Западной Сибири // Автореф. дисс.... канд. биол. наук. 2015. Новосибирск. 21 с.