

Микологические экскурсии в преподавании курса экологии

© 2007. А.А. Широких

Санкт-Петербургский институт внешнеэкономических
связей экономики и права

Рассматривается роль экскурсий в природу, как одной из самых эффективных и наглядных форм преподавания биологических дисциплин. Объектами экскурсии избраны высшие грибы – одна из древнейших групп организмов, имеющих высокое биологическое разнообразие, и процветающее в эволюционном плане царство. На примере грибов демонстрируются типы взаимоотношений организмов в экосистемах: паразитизм, комменсализм, симбиоз.

The role of excursion in biogeocenoses, as effective form teaching of biology was consider. The subject of excursion was selected mushrooms – ancient and evolutionary prosperity class of organisms with high biological diversity. Mushrooms give an example of basic types interrelation of organisms into ecosystems: parasitism, commensalism, symbios.

Появившись как область биологии, современная экология взаимодействует со многими естественными и гуманитарными дисциплинами. Она существует и развивается как биологическая наука, как мировоззренческая наука и как наука, реализующая себя в междисциплинарной области знаний.

Укоренившийся в современном обществе технократический образ мышления, надежда на то, что с помощью правильной организации хозяйства и высокопроизводительной техники можно решить все экономические и социальные проблемы, привёл человечество на грань глобального экологического кризиса. Возникла опасность глобальных экологических катастроф, которые могут привести к гибели всего живого на нашей планете и, в первую очередь, человека. Поиск путей преодоления кризиса предполагает не только необходимость макросистемного подхода в решении экологических проблем, но и формирование у населения планеты нового мировоззрения. Очень важная роль в этом принадлежит опережающему экологическому образованию [1]. Оно должно стать приоритетной частью подготовки любого специалиста в области управления, экономики, техники, медицины, действующего как в естественных, так и в гуманитарных сферах. Усвоение знаний по основам экологии и охраны окружающей среды должно послужить основой формирования нового мировоззрения и мышления, умения мыслить глобально, действовать конкретно. Преподавание биологии и смежных дисциплин должно существенно отличаться от подготовки профессиональных биологов. Биологическое образование «для всех»

должно соответствовать уровню современной науки, но не изобиловать излишними подробностями, быть увлекательным и нацеленным на разъяснение актуальных проблем [2]. В настоящее время курс экологии включён в программу подготовки специалистов естественных и гуманитарных специальностей [3].

Современная система высшего образования уделяет особое внимание качеству фундаментальных знаний, максимальную активизацию студентов в учебном процессе, самостоятельное освоение учебного материала. Важным фактором, который определяет учебную активность студентов, является познавательный интерес, зависящий от форм и методов обучения.

Главной целью экологии как науки является изучение взаимоотношений организмов с окружающей средой. В преподавании курса экологии часто возникают методические трудности объяснения таких взаимоотношений, поскольку большинство студентов не имеет представления о существовании многих обычных организмов, имеющих большое значение для окружающей среды. Поэтому визуализация фактического материала играет существенную роль в методике преподавания экологии. Фотографии, снятые в природных или лабораторных условиях и иллюстрирующие различные аспекты учебного курса по экологии, в какой-то степени способствуют лучшему усвоению курса, но не заменяют наблюдение организмов в естественной среде их обитания. В связи с этим особой формой обучения являются экскурсии в природу, роль которых при изучении курса экологии трудно переоценить.

Одной из интереснейших групп организмов, играющих огромную роль практически во всех экосистемах, являются базидиальные грибы [4]. Однако в профессиональной подготовке специалистов биологических и других специальностей, часто имеются проблемы, связанные с отсутствием представления о роли грибов в биосфере и жизни человека. Часто представление о грибах ограничивается знанием нескольких съедобных и ядовитых видов, а в большинстве случаев и того меньше.

Изучение грибов имеет большое теоретическое и практическое значение. Прежде всего, это одна из древнейших групп эукариотных организмов, имеющих высокое биологическое разнообразие, и грибы – это процветающее в эволюционном плане царство организмов. Как сапротрофы они лежат в основе детритных пищевых цепей. На примере грибов можно показать студентам типы взаимоотношений организмов в экосистемах: паразитизм, комменсализм, мутуализм. Кроме того, содержащиеся в грибах вещества (микроэлементы, алкалоиды, полисахариды, антибиотики) обладают различной биологической активностью и используются в современной медицине. Из 10 000 известных к настоящему времени видов базидиальных грибов более 200 обладают терапевтическим действием [5]. Типичным примером использования грибов в медицине является чага (чёрный берёзовый гриб) – *Inonotus obliquus*. Настои и настойки из чаги применяют в качестве неспецифического средства при неоперабельных злокачественных новообразованиях. Противораковая активность обнаружена и у многих грибов родов *Agaricus*, *Boletus*, *Coriolus*, *Calvatia*, *Coprinus*, *Hericium*, *Paxillus*, *Tricholoma* и других. С большинством видов грибов, принадлежащих этим родам, можно познакомиться на микологических экскурсиях.

Наиболее подходящим местом проведения микологических экскурсий являются лесные экосистемы, где биоразнообразие базидиальных макромицетов особенно широко. Экологическая уникальность грибов хорошо видна в случае процессов биологического разложения древесины, являющейся основным и специфическим компонентом биомассы лесов. В лесных экосистемах древесина служит основным хранилищем углерода и зольных элементов, накапливаемых лесными экосистемами, и это рассматривается как приспособление к автономизации их биологического круговорота. Из всего многообразия организмов, существующих в современной биосфере, только

грибы обладают необходимыми ферментными системами, позволяющими им осуществлять полную биохимическую конверсию соединений древесины [6]. Поэтому можно без какого-либо преувеличения сказать, что именно взаимосвязанная деятельность растений и дереворазрушающих грибов лежит в основе биологического круговорота лесных экосистем, играющих исключительную роль в биосфере. На примере родов *Inonotus*, *Coriolus*, *Ganoderma*, *Polyporus*, *Armillaria*, *Pleurotus* (рис. 1, см. цветную вкладку), *Fomes*, *Fomitopsis* и других дереворазрушающих грибов можно продемонстрировать студентам сапротрофные и паразитические взаимоотношения в экосистемах.

Некоторые базидиальные грибы – микофилы из группы гименомицетов способны паразитировать на плодовых телах других грибов. Например, на экскурсиях можно наблюдать астерофору паразитную (*Asterophora parasitica*), мелкие плодовые тела которой появляются большими группами на некоторых видах сыроежек.

Сапротрофные грибы, обитающие в лесной подстилке, участвуют в разложении отмершего растительного материала – детрита. Разрушая опавшие листья и хвою, погибшие деревья, старые корни, они обогащают лесную почву гумусовыми веществами и биогенными элементами, которые вновь включаются в биотический круговорот. К представителям этой экологической группы, которых можно увидеть на микологических экскурсиях, относятся в первую очередь гастеромицеты и агариковые, это различные дождевики (*Lycoperdon*), звездчатки (*Astraeus*), гастеромицеты из порядка гнездовковых (*Nidulariales*), например, *Crucibulum laeve* – круцибулюм гладкий и др. Из агариковых грибов можно наблюдать различные виды шампиньонов (*Agaricus silvaticus* – шампиньон лесной, *A. arvensis* – шампиньон полевой, *A. campestris* – шампиньон луговой), копринусы (*Coprinus comatus* – навозник белый, *C. micaceus* – навозник мерцающий, *C. atramentarius* – навозник серый и др.). Очень эффектно выглядит гриб-зонтик (*Macrolepiota procera*, *M. rhacodes*). Некоторые экземпляры могут достигать огромных размеров (рис. 2, см. цветную вкладку). Многие виды агариковых грибов являются съедобными.

Одним из самых экологически значимых свойств базидиальных макромицетов является их способность вступать в симбиотические

взаимоотношения с древесными породами растений и образовать на их корнях эктотрофную микоризу. Многие исследователи связывают выход растений на сушу именно с симбиогенетическими процессами грибов и растений. Сейчас уже неоспоримым является факт, что наземные растения с момента своего появления являются микотрофными [7]. Грибы-микоризообразователи увеличивают всасывающую поверхность корней, производят биологически активные вещества, переводят трудноусваиваемые соединения фосфора в растворимую форму, доступную для растений, защищают корни растений от потенциальных паразитов. Протяженность грибных гиф в почве превышает протяженность корней высших растений, причем как и в зоне корней – ризосфере, в зоне гиф грибов – гифосфере вследствие выделения метаболитов создается специфическая среда, благоприятная для одних групп микроорганизмов и невыносимая для других.

Эктотрофная микориза обеспечила ещё одну важную для фитоценоза возможность: коммуникацию между его отдельными членами и связь между корневыми системами через грибной мицелий. В опытах с использованием радиоактивно меченных элементов питания доказан взаимный обмен метаболитов. По мицелию микоризных грибов могут мигрировать не только питательные вещества, но источники энергии, гормоны, токсины, а возможно, и генетическая информация. Таким образом, микориза не только расширяет экологические ниши растений, но интегрирует популяции и разновидовые сообщества. Поскольку эктомикоризные грибы слабо специализированы и заражают корни многих видов растений, благодаря этим связям через микоризу лесной биоценоз можно сравнить с единым организмом.

В лесном биогеоценозе можно наблюдать разнообразные базидиомицеты, образующие эктотрофную микоризу с древесными породами растений. Это прежде всего различные виды мухоморов (род *Amanita*), болетовые, например, белый гриб (*Boletus edulis*), подберёзовики и подосиновики (род *Leccinum*), маслята (род *Suillus*), сыроежки (род *Russula*), паутинники (род *Cortinarius*) и другие роды. Эктомикоризные грибы в культуре без фитосимбионта растут очень медленно и не образуют плодовых тел. Хотя микоризообразующие базидиомицеты и слабо специализированы, но всё таки имеют склонность вступать в симбиотические взаимоотношения с опреде-

лёнными видами деревьев. Например, бледная поганка (*Amanita phalloides*) образует микоризу с деревьями семейства *Fagaceae* (дуб, бук, граб) [9]. Особенность этих растений состоит в том, что они содержат много дубильных веществ и пантотеновую кислоту. Бледная поганка способна к образованию плодовых тел только в присутствии древесного симбионта и поэтому очень редко встречается в таёжной зоне, где эти деревья отсутствуют. Белый гриб (*Boletus edulis*) широко распространён в умеренной полосе России, имеет около двух десятков форм, отличающихся окраской плодового тела и микоризной приуроченностью. На основании приуроченности этих форм к различным породам деревьев (хвойные или лиственные), микологами выделяются отдельные сходные виды белого гриба: *B. reticulatus* – боровик сетчатый и *B. pinophilus* – боровик пихтовый.

Во время проведения микологической экскурсии следует особо уделить внимание и токсическим свойствам грибов. Токсические соединения грибов, в частности, аманитины и иботеновая кислота, синтезируемые грибами *A. phalloides*, *A. virosa*, *A. muscaria*, *A. pantherina*, *Galerina autumnalis*, вызывают тяжёлые отравления с летальным исходом [9]. Иногда эти отравления могут носить массовый характер, например, в 1997 г. в Липецке и его окрестностях отравились 119 человек, из них 11 скончались. Причиной отравления может являться и плохое знание грибов, и существование так называемых грибов-двойников [10]. Иногда сходство между ядовитыми и съедобными грибами настолько значительное, что ошибиться может даже самый опытный грибник. Особенно опасно то, что двойники есть и у смертельно опасных грибов. Например, неядовитый мухомор розовый (*A. rubescens*) является двойником ядовитого мухомора пантерного (*A. pantherina*), а летний опёнок (*Kuehneromyces mutabilis*) – двойник ложного опёнка кирпично-красного (*Hypholoma sublateritium*) [10]. В настоящее время установлено, что наиболее ядовитые макромицеты относятся к микоризным грибам (*Amanita*, *Lepiota*, *Galerina*). На образование токсинов микоризных грибов существенно влияет азотный метаболизм растений-хозяев. Поэтому изучение синтрофных связей между микоризными грибами и растениями-хозяевами даст возможность прогнозировать образование грибами ядовитых соединений [11].

Микологическую экскурсию можно провести и в городских парках. Летом и осенью на живых деревьях и пнях можно наблюдать паразитические и сапротрофные грибы. Для парков обычны различные виды трутовиков: *Coriolus versicolor* (кориолус многоцветный), *Polyporus squamosus* (трутовик чешуйчатый), *Trametes gibbosa* (трутовик горбатый), *Daedalea quercina* (дубовая губка) и другие. Около древесных стволов, на старых пнях и разлагающейся листве можно наблюдать сапротрофные грибы из рода *Coprinus*, *Galerina*, *Mycena*, а на стволах живых деревьев – чешуйчатку (*Pholiota aurivellus* – чешуйчатка золотистая, *P. squarrosa* – чешуйчатка обыкновенная) (рис. 2, см. цветную вкладку). На почве возле деревьев можно увидеть некоторые виды рядовок (*Tricholoma*, *Calocybe*).

Базидиальные грибы в городских парках могут быть индикаторами загрязнения территории, например, тяжёлыми металлами. По отношению к тяжёлым металлам грибы обладают свойствами резистентности, или толерантности. Биологические механизмы, дающие возможность сохранения грибов в присутствии тяжёлых металлов, могут включать биосорбцию клеточными стенками, пигментами и экстрацеллюлярными полисахаридами, трансформацию металлов путём окисления, восстановления и т. д. [12]. Активное накопление тяжёлых металлов (более чем в 100 раз по сравнению с окружающей средой) может происходить в ризоморфах (плотно скрученные гифы) и плодовых телах, что было, например, показано для видов рода *Armillaria* (*A. mellea* – опёнок осенний). Причём металлы преимущественно накапливаются на поверхности мицелия. Высказывается предположение, что формирование такой содержащей металлы «оболочки» ризоморф способствует их сохранению и длительности существования [13].

Тяжёлые металлы влияют на плодообразование грибов. Так, в некоторых районах Центральной Европы под влиянием загрязнения атмосферы и почвы тяжёлыми металлами наблюдалось уменьшение числа плодовых тел микоризных грибов. Одновременно, как другой негативный микологический эффект, отмечалось увеличение поражения деревьев дереворазрушающими грибами [14]. Таким образом, грибы могут являться живыми индикаторами экологического состояния окружающей городской среды. По изменению видового состава базидиомицетов в биогеоценозе и содержанию в их плодовых те-

лах вредных веществ, в частности, тяжёлых металлов, можно судить о степени загрязнения окружающей среды.

Микологические экскурсии имеют большое образовательное и воспитательное значение, с их помощью студенты знакомятся с разнообразными биологическими явлениями в мире грибов, обогащаются конкретными представлениями. Поэтому даже наиболее удачные лекции или практические занятия не смогут заменить такие формы обучения, какими являются микологические экскурсии.

Литература

1. Дерябо С.Д., Ясвин В.А. Экологическая педагогика и психология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. 480 с.
2. Заикина Г.А. Биологическое образование в век биологии // Вестник РАН, 2007. Т. 77. № 4. С. 365-368
3. Экологическая доктрина Российской Федерации. М.: Государственный центр экологических программ, 2002. 40 с.
4. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 220 с.
5. Муравьёва Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. М.: Медицина, 2002. 251 с.
6. Мухин В.А. Грибы и их роль в природе и в развитии цивилизации // Известия Уральского государственного университета, 1999. № 12. С. 64-69.
7. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. С-Пб.: Гидрометеоздат, 1993. 116 с.
8. Лессо. Т. Грибы (определитель). М.: АСТ, Астрель, 2003. 304 с.
9. Феофилова Е.П. Современные направления в изучении биологически активных веществ базидиальных грибов // Прикладная биохимия и микробиология, 1998. С. 597-608.
10. Гарибова Л.В., Сидорова И.И. Грибы. М.: Изд-во ABF, 1997. 350 с.
11. Белова Н.В. Методические основы познания биологических особенностей грибов – продуцентов физиологически активных соединений и пищевых продуктов. Донецк.: Изд-во Нац. акад. Украины, 1997. С. 99-101.
12. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 195 с.
13. Rizzo D.M., Blanchette R.A., Palmer M.A. Biosorption of metal ions by *Armillaria* rhizomorphs. // Can. J. Bot., 1992. V. 70. P. 1515-1520.
14. Fellner R. Air pollution and mycorrhizal fungi in Central Europe. In Pegler D.N., Boddy L., Ing B., Kirk P.M. (Eds) *Fungi of Europe: investigation, recording and conservation*. Royal Botanical Gardens, Kew. 1993. P. 239-250.