

## 基于大型真菌野外实习的实践与思考

陈海敏<sup>(✉)</sup>, 杨宗岐, 吕洪飞, 胡秀芳, 盛清, 梁宗锁

浙江理工大学生命科学院, 杭州, 310018

**摘要:** 大型真菌野外实习是一种较为新颖的生物学野外实习模式。近年来, 我们对大型真菌野外实习的教学内容和组织形式, 进行了初步探索。本文分析了大型真菌作为野外实习考察对象的优势, 探讨了大型真菌野外实习的组织形式和改进方案, 阐明了大型真菌野外实习是探究式生物学野外实习的好模式。

**关键词:** 生物学野外实习, 大型真菌野外实习, 探究式教学

## Implement and Rethinking Based on Macromycetes Field Practice

CHEN Hai-min<sup>(✉)</sup>, YANG Zong-qi, LV Hong-fei, HU Xiu-fang, SHENG Qing, LIANG Zong-suo

College of Life Sciences, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China

生物学野外实习是高校生物类专业的必修课程之一, 是生物学实践教学的重要组成部分, 是理论联系实际, 巩固和加深课堂教学内容的重要环节<sup>[1]</sup>。学生通过到自然界中去实习, 可以真实地接触形形色色的生物, 认识生命的多样性, 了解生物的生存环境, 为今后的研究和应用奠定坚实的基础<sup>[2]</sup>。纵观全国各大高校的教学实践, 现有的生物学野外实习教学内容主要包括植物学实习、动物学实习和生态学实习等几部分。由于绝大多数微生物形体微小、肉眼难以直接观察, 在野外观察通常很不方便, 我国高校中开展微生物学野外实习的学校还很少。截至目前, 仅有少数高校在生物学野外实习环节尝试增加了微生物学野外实习内容<sup>[3-5]</sup>。

目前, 高校开设微生物学野外实习的内容主要

集中在野外各种环境微生物样品的采集, 菌种的分离、纯化等环节, 涉及野生大型真菌采集和观察内容的只有极少数几所高校<sup>[3,4,6]</sup>。近年来, 南京师范大学袁生教授及课程组其他老师在推动野外实习中增加微生物学实习内容进行了许多创新和探索, 特别是将大型真菌作为野外实习的主要内容之一<sup>[3,6]</sup>, 还编写了专门的教材《天目山微生物学野外实习手册》<sup>[7]</sup>。

近些年, 浙江理工大学生命科学院也在“生物学综合野外实习”教学内容中增设了微生物学野外实习, 并综合考虑实习组织、经费以及实习基地条件等多方面因素, 选取野生大型真菌作为野外实习的主要对象和内容。

为了更好地培养学生的创新能力和探索精神, 提高野外实习的教学效果。本文以天目山野生大型真菌的野外实习为例, 从野生大型真菌野外实习的组织形式和课程设计等方面谈谈个人的一些想法和做法, 探索建立顺应当前强调学生创新能力培养需要的探究式微生物学野外实习的教学体系和组织形式。

收稿日期: 2015-03-16; 修回日期: 2015-06-19

基金项目: 浙江省2013年高等教育课堂教学改革项目“生物类专业探究式实验教学模式的探索与实践”(项目编号kg2013107)和浙江省高校生物学重中之重(一级)学科精品网络课程“微生物学”

通讯作者: 陈海敏, E-mail: chenhm@zstu.edu.cn

## 1 我国野生大型真菌资源概况

大型真菌又称蕈菌，是指真菌中形态结构比较复杂，子实体较大，人们可用肉眼直接看到和进行一般观察的物种，常见的物种有蘑菇（*Agaricus campestris*）、香菇（*Lentinus edodes*）、木耳（*Auricularia auricula*）、灵芝（*Ganoderma lucidum*）、长裙竹荪（*Dictyophora indusiata*）、马勃（*Lasiosphaera fenzlii*）、银耳（*Tremella fuciformis*）、猴头菌（*Hericium erinaceus*）、羊肚菌（*Morchella vulgaris*）等。自古以来，多种大型真菌就作为人们的食物来源，其形态特征和药用价值在历代本草中均有记载<sup>[7]</sup>。

我国目前已知的各类大型真菌在3700种以上，其中伞菌类约1700种，多孔菌类约1300种，腹菌类300种，胶质菌类100余种，大型子囊菌类400多种<sup>[8]</sup>。我国幅员辽阔，具有适宜各种大型真菌繁殖生长的森林、草原、荒漠、田野及湿地等生态环境，其中，森林是大型真菌繁殖的主要场所<sup>[8]</sup>。此外，大型真菌的分布与地理气候特点密切相关，在我国各大地理分布区，野生大型真菌的分布和种类有明显差异。这为广泛开展野生大型真菌的野外调查和探索提供了便利条件。

大型真菌是一类具有重要经济价值的生物资源。大型真菌是多种酶、生物碱、多糖等生物活性物质的产生菌。现今，食（药）用菌生产已成为我国农业经济的三大产业之一。在环境治理保护方面，大型真菌在造纸和化工污水处理、农田秸秆降解和生物测定等发挥着重要的作用。不利的方面，误食毒蘑菇造成中毒甚至死亡的事例时有发生；木腐菌是木材腐烂的罪魁祸首之一，可给林业生产以及日常生活其他经济活动造成较大损害<sup>[7]</sup>。因此，通过野生大型真菌的野外实习，使学生对我国大型真菌的多样性有一个初步了解，可以推动我国大型真菌资源的利用和保护，促进菌物药的深度开发和应用。

## 2 大型真菌作为生物学野外实习考察对象的优势

野生大型真菌是自然界一类特殊的生物资源，作为生物学野外实习的考察对象和内容具有明显的特色和优势。

### 2.1 大型真菌具有大型子实体，采集和观察非常方便

不同于其他小型微生物，许多大型真菌具有发达的大型子实体，肉眼清晰可见，容易发现，是生物学野外考察的良好对象。大型真菌的采集和观察所需实验器材主要是一些简单的标本采集工具（如刨根器、采集刀、枝剪和手锯等）、GPS等定位工具以及放大镜等器材，携带比较方便。

### 2.2 大型真菌物种多样性丰富，分布特点明显

大型真菌具有丰富的物种多样性，而且生长分布与季节、气候、地理、地域等条件密切相关，是观察生物与环境之间关系的良好材料，借此可以深入了解不同环境条件下野生大型真菌的分布和多样性。例如，大型真菌的出现具有明显的季节性，可以根据当地具体条件，选择大型真菌出现最多的季节开展野外考察。还有大型真菌喜欢温暖湿润的条件，通常是一场大雨之后，就会有大型真菌大量生长。因此，可以让学生通过大型真菌野外考察，观察季节、气候、地理等条件变化与大型真菌生长的关系，直观了解生物与环境之间的关系。

### 2.3 大型真菌野外考察富有趣味性和挑战性

野生大型真菌的分布具有零散和不确定性，这可以激发学生通过查阅文献资料和考察区域的地理、物候等信息，结合所学专业知识和预测各种常见野生大型真菌大量出现的时间和分布情况，然后开展探究式的野外考察活动，这就增加实习过程的趣味性和挑战性，可以培养学生的探索能力和创新精神。例如，竹荪是天目山的常见野生大型真菌，常见于竹林和阔叶林中，但是由于竹荪的生长对温湿度的要求比较高，生长周期很短，而且新鲜的竹荪容易成为蜗牛和昆虫的采食对象，因此野外竹荪的寻找和观察非常不容易。正因为如此，学生一旦在野外发现美丽的“真菌皇后”——竹荪（图1），犹如艰辛的野外实习过程中的一次美丽邂逅，往往会异常兴奋。

### 2.4 经济价值高，开发应用前景广泛

大型真菌具有较大的经济价值，许多食（药）用真菌已经得到广泛开发，而野生大型真菌资源是未来开发的重点；即使是有毒的大型真菌，也具有应用于



图1 野外竹林中的竹荪

生物防治、药用抗癌等多方面的开发应用潜力。随着生命科学的不断发展和药用菌物在人类健康领域的广泛使用，“菌物药”的概念已被科学家重新认识，药用真菌产业化的脚步也越来越快，菌物药已经被列为现代中药研究的新领域<sup>[9-12]</sup>。学生采集野生大型真菌之后，还可以结合课外科技创新活动，对所获材料开展进一步的探索性研究和开发，例如可以对一些毒蕈的毒性成分开展抗肿瘤活性研究。

## 2.5 进行生物多样性和保护生物学教育

可以结合一些特殊大型真菌资源让学生就“如何对野生大型真菌资源进行可持续开发和利用”展开讨论，提升学生对野生生物资源的保护意识。例如，冬虫夏草是我国特产的珍稀名贵中药材，自然资源十分稀少，近年来由于采收方式不当，原产地过度放牧，生态环境退化，导致野生冬虫夏草资源趋于濒危<sup>[13]</sup>。野外实习过程中可以结合天目山有分布的蛹虫草、蝉花等，对该区域的冬虫夏草类似的大型真菌资源进行调查，让学生理解和掌握大型真菌资源保护、再生和持续利用的重要性。

综上所述，选择大型真菌作为微生物学野外实习的主要观察和研究对象，具有良好的可操作性和探索价值，是学生理论联系实际的绝佳方式，有着很好的理论和现实意义。

## 3 大型真菌野外实习的组织形式

鉴于大型真菌独特的生态分布特点，大型真菌野

外实习有别于植物学、动物学野外实习，实现了由验证性实习向研究探索性实习的转变，有利于培养学生的科学思维，提高学生的科研与创新能力<sup>[6]</sup>。因此，大型真菌的野外实习的组织需要精心设计、合理安排，才能取得良好的实习效果。

### 3.1 大型真菌野外实习的课前准备

首先，大型真菌野外实习前，实习指导老师需要对实习基地进行实地调查和踩点，根据实习基地的气候条件和大型真菌生长情况，初步确定调查范围和实习路线。其次，实习基地附近山民对当地大型真菌资源的分布情况比较了解，特别是对一些具有较高应用价值的药用大型真菌（如灵芝）的分布情况往往比较熟悉；指导老师可以对当地山民进行访谈和调查，了解当地的野生大型真菌分布情况和采集利用现状。再次，根据踩点和调查的结果，编制当年的大型真菌野外实习的教学要求和实习方案，并需要准备各种工具书和相应实习器材。最后，在实习期间指导老师要密切关注实习基地的气温、降水等气象信息，根据天气情况的变化，合理调整实习方案和路线，例如，根据雨后大型真菌往往大量出现的特点，紧紧抓住雨后野生大型真菌观察和采集的有利时机，提升实习效果。

### 3.2 大型真菌野外实习方案的设计与调整

如前所述，野生大型真菌的生长和分布情况会随着环境条件的变化迅速发生改变。因此，每次野外实习组织之前，实习指导老师应该指导学生仔细查阅实习基地的大型真菌资源分布的文献资料，仔细分析实习期间的气温、湿度以及天气变化趋势，结合前期踩点和调研情况，拟定当年的大型真菌野外实习实施计划和初步方案。根据生长的基物和形成的菌根，可将大型真菌初步分为5种生态类型：木生菌、粪生菌、土生菌、虫生菌和外生菌根菌<sup>[7]</sup>。从天目山大型真菌的分布特点和规律来看，以木生菌和土生菌最为常见，可以作为野外实习的重点观察对象，而灵芝、竹荪、蝉花、蛹虫草等珍稀大型真菌可以作为特设搜寻项目。

### 3.3 大型真菌野外实习采集目标的设定与实施

根据初步拟定的野外实习方案和重点考察目标，沿着预定的实习路线，结合各类大型真菌的生长环境和生态分布特点，有目的地寻找目标大型真菌物种。

例如，天目山海拔 200 ~ 600 m 的低山林带的常绿阔叶林、针阔混交林中，野生大型真菌多以多孔菌科、红菇科、牛肝菌科、口蘑科、侧耳科和盘菌科等占优势<sup>[7]</sup>。实习过程中将以这些科的大型真菌物种为重点目标，可以要求各小组找到一定数量的大型真菌种类为第一目标。

对于一些特有的珍稀大型真菌物种，如灵芝、树舌灵芝、竹荪等，可以预先设定几个搜寻目标，然后结合文献资料和对当地山民的访谈经验，拟定专门的搜寻方案，找到目标后，详细分析大型真菌的生境分布规律和特点，作为一种探究式野外实习的教学改革的探索，从而增加实习过程的挑战性和趣味性。例如，天目山的灵芝往往生长在椴木等枯木或竹鞭上，分别被当地人称为木灵芝和竹灵芝，实习过程中只要选择合理的考察线路，比较容易发现，图 2 所示即为一个生长在竹鞭上的竹灵芝。



图 2 长在竹鞭上的灵芝（俗称竹灵芝）

### 3.4 大型真菌的野外现场观察

在野外找到搜寻目标之后，对大型真菌野外形态和所处生态环境的观察是野外实习的关键环节。大型真菌野外形态特征的观察重点关注大型真菌的分类学特征，识别菌盖及鳞片、菌肉、菌柄、菌褶、菌环、菌托、菌丝体等的有无及特征，对这些特征进行现场记录和描述，初步判断大型真菌的分类地位。除了对大型真菌的外部形态进行现场观察之外，观察大型真菌所处的生境也是野外考察必不可少的环节。重点关注大型真菌周边的环境特点，区分大型真菌土生、木生、虫生还是粪生，周边植被的种类、生长情况，光照和湿度等环境条件。大型真菌的现场观察还应充分

利用照相机等现代摄影器材，拍摄照片或视频。对一些特殊大型真菌（如灵芝），可以让学生现场设计拍摄视频和特写照片，通过后后期剪辑，制作成一段精美的介绍某些特殊大型真菌物种的微视频，这还可以为今后的教学积累很好的素材。

### 3.5 大型真菌的标本采集和制作

由于实习基地多数大型真菌数目少、分布分散、再生能力差等特点<sup>[6]</sup>，在大型真菌的标本采集和制作过程中，应适度控制活体标本的采集数量，以数码影像资料的摄制和采集为主要手段，记录大型真菌形态特征及生境特点，填写专门的标签（大型真菌野外采集记录表），记录学名、中文名、俗名、编号（包括照片等影像资料编号）、采集地点地理信息（经纬度、海拔高度等）、基物和生境基本情况、子实体的特征描述，还可以附上照片，做成电子文档或 e-Book 存档。对于部分生长数量较多，个体比较大的大型真菌，可以少量采集活体标本，回驻地后采取烘干或晒干的方法制成干标本保存<sup>[7]</sup>。

### 3.6 大型真菌标本的鉴定

对于现场采集的大型真菌标本（包括活体标本和照片、视频等数码影像标本），回驻地后进行系统全面观察，活体标本可以制作孢子印，查阅各种工具书（检索表、真菌志、图谱手册等）进行检索鉴定。检索出初步结果后，与工具书中的图片资料和详尽描述进行一一对照，确认其分类特征和生境分布，鉴定出种属名称<sup>[6-8]</sup>。根据工具书对大型真菌进行种属鉴定是大型真菌野外实习最重要的环节，是提高学生大型真菌识别能力和培养探索精神及创新能力的重要手段。

### 3.7 大型真菌野外实习报告与总结

大型真菌野外实习结束后，学生根据采集的大型真菌标本、照片、视频等素材，认真撰写实习报告和实习心得，并附上照片和视频剪辑制作而成专题微视频或 e-Book。大型真菌的实习报告除了描述每一种大型真菌的形态特征和生境特点等基本信息之外，还可以通过查阅工具书和相关文献，写明它们的药用或营养价值及其主要活性成分。专题微视频的制作可以在实习前选择合适的视角和主题，如大型真菌野生资源的保护和可持续利用，实习过程充分准备各种素材，最后剪辑整理而成。通过专题视频或 e-Book 的制作，

激发学生关注自然、关爱生命，提升自然资源保护的意识。野外实习成绩由野外实习过程的表现、标本采集和制作、现场考核、实习报告以及微视频或 e-Book 的制作等多个环节综合评定。

#### 4 展望

虽然我们组织大型真菌野外实习取得了一些令人满意的教学效果，但是由于这是一个新的尝试，还存在诸多不足，需要今后不断改进。

由于大型真菌种类繁多，高校教师中能在野外快速识别的教师比较缺乏，有待今后加强培养和学习。大型真菌野外实习时间、地点和路线的选择对实习效果影响较大，需要进一步积累经验，选择合适的实习时间，选择更多的实习区域和路线作为备选。如以天目山为例，可以供植物学野外实习的线路比较多，已经相当成熟，但是对于大型真菌野外实习来说，还需要进一步考察，筛选合适的实习线路和实习时间。

大型真菌野外实习是一项综合性的生物学野外考察项目，不仅需要一定的生物专业知识和背景，还需要学生具备一些简单的摄影、多媒体制作等技术。如果能够在实习之前，组织学生进行一些摄影、视频剪辑、e-Book 制作等多媒体技术培训，必能增加学生的学习兴趣，提升野外实习效果。实习结束之后，还可以通过举办摄影大赛、野外实习作品展，或者将照片、微视频或 e-Book 等放在微生物学课程网站等形式，进一步扩大野外实习的受益面和影响力。

同时，为了提升野外实习的效果，今后可以进一步强化以问题为导向的探究式教学，例如根据文献报道搜寻特殊真菌，并结合最终的野外实习结果分析其分布规律与成因。形成以“文献查阅—确定目标（问题）—制定方案—野外实习—分析问题（达成目标）”为主线的大型真菌探究式野外实习基本流程。

总之，大型真菌野外实习是一种全新的探究式生物学野外实习模式，值得更多高校关注和采用。相信会有越来越多的高校开展大型真菌野外实习工作，这必将大力推进我国大型真菌资源的保护和菌物药的

持续开发。

#### 致谢

感谢浙江理工大学生命科学学院陈玮、吴业卿老师以及生物技术和生物制药专业 2013 级的同学们为本文提供精美的野外生境中自然生长的大型真菌照片。

#### 参考文献

- [1] 王国强, 蒋德安, 乔守怡, 等. 生物学野外实习的探索与实践 [J]. 中国大学教学, 2010, 6: 81-82.
- [2] 吴雪梅, 乔守怡, 刘恩山, 等. 我国高校生物专业教育发展的脉络与现状 [J]. 高等理科教育, 2007, 3: 1-4.
- [3] 袁生, 徐德强, 闵航, 等. 野外实习中增加微生物学实习内容的改革与探索 [J]. 高等理科教育, 2010, 94 (6): 90-92.
- [4] 何晓青, 谢响明, 李志茹, 等. 理科(生物学)基地微生物实践教学的研究与探索 [J]. 中国现代教育装备, 2009, 74 (4): 123-125.
- [5] 康健, 王海华. 师范类学生野外实习增加微生物学内容的探讨 [J]. 微生物学通报, 2000, 27 (3): 228, 223.
- [6] 贾永, 袁生, 连宾, 等. 大型真菌实习模式探讨 [J]. 高等理科教育, 2013, 112 (6): 99-101.
- [7] 袁生. 天目山微生物学野外实习手册 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [8] 卯晓岚. 中国蕈菌 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [9] 庄毅. 菌物与药物 [J]. 中国食用菌, 2003, 23 (3): 3-6.
- [10] 庄毅. 中国药用真菌的现状与展望 [J]. 中国食用菌, 2004, 24 (5): 3-5, 9.
- [11] 包海鹰. 菌物生药学——一个充满生机的边缘学科 [J]. 菌物研究, 2005, 3 (1): 43-45.
- [12] 庄毅. 中药内的菌物药 [J]. 中草药, 2012, 43 (8): 1457-1461.
- [13] 尹定华, 陈仕江, 马开森. 冬虫夏草资源保护、再生及持续利用的思考 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36 (6): 814-816.

(责编 高新景)