



## 周丽伟

中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室研究员，中国科学院青年创新促进会会员。主要从事木生真菌资源多样性和系统学研究，并在此基础上开展珍稀食药真菌和严重森林病原菌的生物学研究。在各类学术刊物发表论文 100 余篇，H 指数 20。作为第一或通讯（含共同）作者在 *Fungal Diversity*、*Fungal Biology Reviews*、*Food Reviews International*、*Frontiers in Microbiology*、*IMA Fungus*、*Mycologia* 等国际期刊发表论文 65 篇，H 指数 17。获省部级一等奖 1 项（个人排名第 5）、二等奖 3 项（个人排名第 3 或 4）。

# 中国大型真菌分类学公民科学计划 1.0

王雪蔚<sup>1</sup> 刘世良<sup>1</sup> 周丽伟<sup>1, 2✉</sup>

① 中国科学院微生物研究所真菌学国家重点实验室 北京 100101

② 中国科学院沈阳应用生态研究所 辽宁 沈阳 110016

**摘要：**公民科学是指公众在职业科学家的引导下参与从事科学研究。大型真菌是在生活史中能够形成肉眼明显可见子实体的一类真菌的统称，具有重要的经济价值和生态功能，需要在分类学研究认识其物种多样性的基础上加以开发利用。大型真菌与公众生活息息相关，因此公众有认识这些大型真菌种类的意愿。另一方面，大型真菌物种多样性极高，仅依靠为数不多的职业分类学家难以在短期内全面认知我国大型真菌多样性并加以利用。此外，大型真菌子实体在简单预处理后便可被带到实验室进行分类学研究。综上，我们提议启动大型真菌分类学公民科学计划 1.0。在该计划的框架下，公众主要负责大型真菌子实体的生境信息记录、拍照、采集、预处理和寄送。大型真菌子实体将被永久保藏于中国科学院微生物研究所菌物标本馆，并进行形态学检查和 DNA 分子测序。该公民科学计划预期将提升公众的科学素养，促进大型真菌分类学的发展，为该计划 2.0 版本的实施提供基础。

**关键词：**子实体，蘑菇，菌物标本馆，分子测序

[引用本文] 王雪蔚，刘世良，周丽伟，2021. 中国大型真菌分类学公民科学计划 1.0. 菌物学报，40(4): 844-850

Wang XW, Liu SL, Zhou LW, 2021. Citizen Science Initiative in Taxonomy of Macrofungi in China 1.0. Mycosystema, 40(4): 844-850

基金项目：中国科学院战略生物资源计划（KFJ-BRP-017-12）；生物多样性调查评估项目（2019HJ2096001006）；国家科技基础资源调查专项（2019FY101800）；中国科学院青年创新促进会（2017240）

Supported by Biological Resources Programme, Chinese Academy of Sciences (KFJ-BRP-017-12), The Biodiversity Survey and Assessment Project of the Ministry of Ecology and Environment (2019HJ2096001006), National Science & Technology Fundamental Resources Investigation Program of China (2019FY101800), and Youth Innovation Promotion Association of the Chinese Academy of Sciences (2017240).

✉ Corresponding author. E-mail: liwei\_zhou1982@im.ac.cn

ORCID: WANG Xue-Wei (0000-0002-3885-9190), ZHOU Li-Wei (0000-0002-2851-2839).

Received: 2020-08-26, accepted: 2020-09-13

# Citizen Science Initiative in Taxonomy of Macrofungi in China 1.0

WANG Xue-Wei<sup>1</sup> LIU Shi-Liang<sup>1</sup> ZHOU Li-Wei<sup>1, 2✉</sup>

①State Key Laboratory of Mycology, Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

②Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016, China

**Abstract:** Citizen science is a scientific research performed by the public with professional scientists' guidance. Macrofungi are a group of fungi producing distinct fruiting bodies visible to the naked eye in a moment of life history. The important economic value and ecological function of macrofungi can be developed and utilized based on taxonomical knowledge and understanding of species diversity. Macrofungi are closely related to the public livings, and thus the public wishes to identify the species of macrofungi. On the other hand, Chinese macrofungi with an extremely huge species diversity are impossible to be comprehensively recognized, let alone to be utilized only by the efforts of a few professional taxonomists in a short time. Besides, after a simple pretreatment, the fruiting bodies of macrofungi can be brought to laboratories for taxonomic studies. Given the above, we propose to launch Citizen Science Initiative in Taxonomy of Macrofungi in China 1.0. In the frame of this initiative, the public is mainly responsible for providing environmental niche information, field photos, samples, pretreatment and mailing of fruiting bodies of macrofungi. The fruiting bodies of macrofungi will be forever preserved in the fungarium of Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, and be morphologically examined and molecular sequenced. This initiative is expected to promote public's scientific knowledge, improve the development of taxonomy of macrofungi and provide a basis for the Initiative 2.0.

**Key words:** fruiting body, mushroom, fungarium, molecular sequencing

公民科学 (citizen science) 是指公众、即非职业科学家, 在职业科学家的引导下参与从事科学研究。尽管在现代科学发展早期的所有科学家都属于非职业性质, 但公民科学这一概念直到 20 世纪 90 年代中期才被首次提出, 其核心目的是使公众可以在科学发展中贡献自己的力量, 同时使公众从科学发展中受益 (Irwin 1995; Silvertown 2009)。目前, 公民科学这一理念已经在全球范围被广泛应用于生物学、环境学、天文学、气象学等多个学科领域 (Hand 2010; Gura 2013;

Irwin 2018)。

大型真菌 (macrofungi) 是在生活史中能够形成明显子实体的一类真菌的统称, 即同时满足“肉眼可见, 伸手可采”这两个条件的真菌 (李玉等 2015, 图 1)。大型真菌中包括了许多珍稀的食药菌, 以及可使人类产生不同程度中毒反应、甚至致命的毒蘑菇 (Wu *et al.* 2019)。此外, 一些大型真菌具有应用于生物工程和生物防治过程中的巨大潜力 (Hyde *et al.* 2019)。在自然界中, 大型真菌可以与其他生物类群, 特别是植物



图 1 典型大型真菌子实体生境照片 A: 毒蝇鹅膏 (LWZ 20191016-12); B: 异囊趋木齿菌 (LWZ 20180921-19); C: 中华肉球菌 (LWZ 20190811-43b); D: 狭长孢灵芝 (LWZ 20191204-4); E: 红虫草 (LWZ 20190816-23b); F: 萨摩亚银耳 (LWZ 20190810-30b); G: 白小鬼伞 (LWZ 20190809-41a); H: 猴头菇 (LWZ 20190808-21b)

Fig. 1 Typical fruiting bodies of macrofungi *in situ*. A: *Amanita muscaria* (LWZ 20191016-12); B: *Xylodon heterocystidiatus* (LWZ 20180921-19); C: *Engleromyces sinensis* (LWZ 20190811-43b); D: *Ganoderma boninense* (LWZ 20191204-4); E: *Cordyceps rosea* (LWZ 20190816-23b); F: *Tremella samoensis* (LWZ 20190810-30b); G: *Coprinellus disseminatus* (LWZ 20190809-41a); H: *Heridium erinaceus* (LWZ 20190808-21b).

和昆虫, 形成共生、腐生和寄生等关系 (戴玉成 2012), 在生态系统的物质循环和能量流动过程中发挥重要作用 (李玉等 2015)。鉴于以上重要的经济价值和生态功能, 大型真菌受到了不同研究领域科学家的广泛关注, 而要想合理利用这类生物资源, 首先需要对大型真菌的物种进行准确认知 (Zhou 2020)。分类学 (taxonomy), 其主要研究目的就是认识物种, 并将这些物种定名和划分

到不同的分类群中, 广义的分类学亦称作系统学 (systematics), 还包括了探讨不同物种之间的亲缘关系和演化过程。

大型真菌与公众的日常生活关系密切, 除市场出售的栽培蘑菇外, 我国很多省区的公众有将大型真菌作为食用菌和药用菌采食的习惯 (Zhao *et al.* 2016; Jiang *et al.* 2020), 但同时也伴随着食用毒蘑菇中毒事件的发生 (Chen *et al.* 2014)。很多公园、甚

至工作单位、居民区以及路边的树木和草坪上也经常可见野生大型真菌。一些公众出于猎奇的心理,也希望认识这些大型真菌的种类并进一步了解其价值。如,吉林农业大学图力古尔教授创建的微信群“蘑菇圈”中,时常有大量关于大型真菌种类及是否可食的交流;本文通讯作者除时常被身边朋友问询大型真菌种类外,也曾接受电视媒体采访为公众鉴定大型真菌,体现了公众和新闻媒体对大型真菌共同的兴趣。此外,为尽可能避免每年夏秋季节在全国各地时有发生毒蘑菇中毒事件,也需要更多地向公众普及大型真菌相关知识。大型真菌分类学研究,目前主要是在采集、制作并保存大型真菌标本的基础上,对其宏观形态、微观形态、生理生化反应特征、生态习性、分子系统发育等证据进行综合分析(integrative taxonomic approach),研究过程中所涉及到的文献资料、实验设备和专业技能使得公众难以自行完成。另一方面,大型真菌广泛分布于多种类型的生态系统中,物种多样性极高,且一些种类的子实体生长周期短,使得仅依靠为数不多的职业分类学家难以在短期内全面认知我国大型真菌多样性并加以利用,而公众的参与将为职业分类学家的研究工作提供极大的补充。因此,大型真菌分类学公民科学在我国具有巨大的需求。

大型真菌在简单的预处理后,便可将子实体带到实验室进行分类学研究,使得大型真菌分类学公民科学的开展具有很好的可行性。美国拥有大量的“蘑菇俱乐部”(mushroom club),经常性地开展蘑菇(占大型真菌中的绝大部分)采集和鉴定活动,并在此基础上启动了蘑菇公民科学计划(Shееhan 2017)。南非的真菌分类学研究水平相对较低,为此,南非的菌物学家已经在呼吁更多的公民科学力量能够加入到揭示

该国丰富的真菌多样性的研究工作中(Gryzenhout 2015)。欧洲是包括大型真菌在内的所有生物类群分类学研究的发源地,公民科学对真菌多样性研究做出了巨大贡献。在丹麦,一项为期5年(2009–2013)的公民科学计划产生了超过235 000条大型真菌记录,包括了15个新种和197个丹麦新记录种(Heilmann-Clausen *et al.* 2019);其中的木生大型真菌数据已经被用来揭示真菌与宿主之间的共演化关系(Heilmann-Clausen *et al.* 2016)。与之相对的是,我国尚无正式的真菌公民科学计划,职业分类学家和真菌爱好者之间主要是通过社交软件建立联系(如“蘑菇圈”线上的日常交流和不定期培训),并偶有线下交流。这种科普式的合作固然重要,但公众的参与度较低,仅是偶尔提供大型真菌标本供职业分类学家进行研究,绝大部分标本并未保存在正规的标本馆,更未进行细致的形态学检查和DNA分子测序。

为促进我国大型真菌分类学持续良性发展,并提高公众对这一学科以及大型真菌本身的认识程度,我们提议启动中国大型真菌分类学公民科学计划(Citizen Science Initiative in Taxonomy of Macrofungi in China)。作为公民科学在我国真菌学研究中的首次尝试,该计划的1.0版本主要在于引入公民科学的理念,并在实际执行过程中逐渐摸索,以检验我国公众对该计划的认可程度和执行力度。该计划的简要流程见图2,其中公众完成部分的具体实施方案主要包括如下4个步骤。

## 1 子实体生境信息记录

记录大型真菌子实体所处的生态环境,特别是宿主植物的科、属、种,并通过手机APP定位其生长位置的经、纬度和海拔信息。

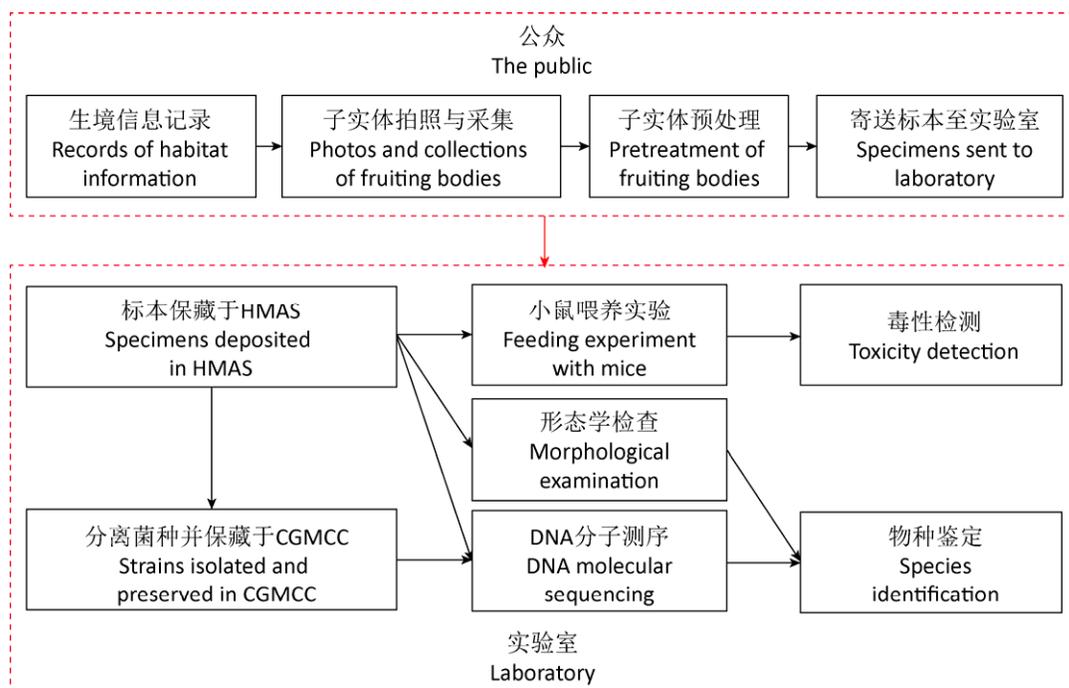


图 2 中国大型真菌分类学公民科学计划 1.0 流程图

Fig. 2 Schematic diagram of Citizen Science Initiative in Taxonomy of Macrofungi in China 1.0.

## 2 子实体拍照与采集

使用照相机或者手机进行拍照以记录大型真菌子实体新鲜时的形态特征(照片标准参照图 1)。拍照时应避免阳光直接照射于子实体,以保证子实体颜色记录的准确性。同时,应从多个角度完整拍摄子实体的全貌及局部特写,并将生境一同展现在照片中。采集木生大型真菌时,用短刀或手锯将子实体及其相连的一小部分宿主同时取下;采集地生大型真菌时,应从土壤中取出完整的子实体。

## 3 子实体预处理

将每份大型真菌子实体进行编号,并置于相应的透气纸袋中。条件允许时,应将子实体尽快低温烘干以防止杂菌滋生,同时留存一小部分子实体于室温下单独晾干。

## 4 子实体寄送

将上述处理后的子实体尽快寄送至本

文第一作者(地址:北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号,中国科学院微生物研究所;电话:010-64806997)。同时,鼓励有条件的公众亲赴中国科学院微生物研究所递送样品并进行相关研究。对于合格样品,将提供适当经济补贴。

所有相关事宜均请通过电话(010-648 06997)或电子邮件(xuewei\_wang1995@im.ac.cn)联系本文第一作者进行咨询,邮件请同时抄送至本文通讯作者(liwei\_zhou 1982@im.ac.cn 或 dr.liweizhou@gmail.com)。

大型真菌分类学公民科学计划将对公众的科学素养和大型真菌分类学的发展产生积极的影响,实现双方共赢。

目前,我国公众对现代科学的整体认识水平较低,虽然有包括“中国科学院公众科学日”在内的诸多正规科普活动,但公众的参与程度通常不高,难以使公众正确认识科研工作。此外,由于科普活动涉及的学科领域繁多,导致每一学科的活动均时间较短、

频率较低, 公众虽然拓展了知识面, 但难以产生持续的科学兴趣。在大型真菌分类学公民科学计划启动后, 对大型真菌感兴趣的公众, 特别是儿童和在读大学生等人群, 可以长期深度参与大型真菌分类学研究。分类学是其他生命科学学科研究的基础, 因此大型真菌分类学公民科学计划还能激发公众认知大型真菌其他生命现象的兴趣。

大型真菌分类学研究, 最重要的是标本的积累, 标本是直接由大型真菌子实体制作而来。大型真菌分类学公民科学计划预期会获得大量的大型真菌子实体并用于分离菌种和制作标本。更为重要的是这些标本和菌种将永久性保藏于中国科学院微生物研究所菌物标本馆 (HMAS) 及中国普通微生物菌种保藏管理中心 (CGMCC), 并进行形态学观察和 DNA 分子测序, 同时选取伞菌部分种类的子实体进行小鼠喂养实验, 以检测其毒性。相关研究结果将加强对我国大型真菌物种多样性的认识及资源的利用, 提供这些真菌种类的生态分布信息, 并可用于后续对生态环境变化的监测。

对大型真菌分类学公民科学计划 1.0 执行过程中收集的数据进行系统整理和分析后, 将更有针对性地启动该计划的 2.0 版本。届时, 希望将该计划挂靠于中国菌物学会, 并邀请全国不同地区的更多标本馆和主攻大型真菌不同类群的职业分类学家参与其中。同时, 建立该计划的网站以汇总并共享相关数据, 结合其他公共媒体一并提供公众完成部分更为详细的操作视频和公众对大型真菌不同类群进行初步划分的图册等。

除大型真菌外, 其他真菌类群的公民科学研究也已取得了较好的开展。荷兰启动了土壤真菌多样性公民科学计划, 主要由儿童在自家花园中收集并提供土壤样品。初步的

研究表明, 在全部 293 份土壤样品中, 仅亚隔孢壳科 *Didymellaceae* 这一个科的真菌便分离得到了 148 株, 包括一个新属和 12 个新种, 这些新分类单元均以提供分离到模式菌株的土壤样品的参与者的姓氏命名 (Hou *et al.* 2020)。可以预期, 随着公民科学理念的普及, 结合可培养组学 (culturomics) 和宏基因组学 (metagenomics) 等技术 (Lagier *et al.* 2012, 2018; Hamad *et al.* 2017), 未来将有更多其他真菌类群的分类学研究可加入到我国的公民科学计划之中。

## [REFERENCES]

- Chen ZH, Zhang P, Zhang ZG, 2014. Investigation and analysis of 102 mushroom poisoning cases in Southern China from 1994 to 2012. *Fungal Diversity*, 64: 123-131
- Dai YC, 2012. Pathogenic wood-decaying fungi on woody plants in China. *Mycosystema*, 31: 493-509 (in Chinese)
- Gryzenhout M, 2015. The need to engage with citizen scientists to study the rich fungal biodiversity in South Africa. *IMA Fungus*, 6: 58-64
- Gura T, 2013. Citizen science: amateur experts. *Nature*, 496: 259-261
- Hamad I, Ranque S, Azhar El, Yasir M, Jiman-Fatani AA, Tissot-Dupont H, Raoult D, Bittar F, Bittar F, 2017. Culturomics and amplicon-based metagenomic approaches for the study of fungal population in human gut microbiota. *Scientific Reports*, 7(1): 16788
- Hand E, 2010. Citizen science: people power. *Nature*, 466: 685-687
- Heilmann-Clausen J, Bruun HH, Ejrnæs R, Frøslev TG, Læssøe T, Petersen JH, 2019. How citizen science boosted primary knowledge on fungal biodiversity in Denmark. *Biological Conservation*, 237: 366-372
- Heilmann-Clausen J, Maruyama PK, Bruun HH, Dimitrov D, Læssøe T, Frøslev TG, Dalsgaard B,

2016. Citizen science data reveal ecological, historical and evolutionary factors shaping interactions between woody hosts and wood-inhabiting fungi. *New Phytologist*, 212: 1072-1082
- Hou L, Hernández-Restrepo M, Groenewald J, Cai L, Crous PW, 2020. Citizen science project reveals high diversity in Didymellaceae (Pleosporales, Dothideomycetes). *MycKeys*, 65: 49-99
- Hyde KD, Xu JC, Rapior S, Jeewon R, Lumyong S, Niego AGT, Abeywickrama PD, Aluthmuhandiram JVS, Brahamanage RS, Brooks S, Chaiyasan A, Chethana KWT, Chomnunti P, Chepkirui C, Chuankid B, de Silva NI, Doilom M, Faulds C, Gentekaki E, Gopalan V, Kakumyan P, Harishchandra D, Hemachandran H, Hongsanan S, Karunarathna A, Karunarathna SC, Khan S, Kumla J, Jayawardena RS, Liu JK, Liu N, Luangharn T, Macabeo APG, Marasinghe DS, Meeks D, Mortimer PE, Mueller P, Nadir S, Nataraja KN, Nontachaiyapoom S, O'Brien M, Penkhrue W, Phukhamsakda C, Ramanan US, Rathnayaka AR, Sadaba RB, Sandargo B, Samarakoon BC, Tennakoon DS, Siva R, Sriprom W, Suryanarayanan TS, Sujarit K, Suwannarach N, Suwunwong T, Thongbai B, Thongklang N, Wei D, Wijesinghe SN, Winiski J, Yan J, Yasanthika E, Stadler M, 2019. The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. *Fungal Diversity*, 97: 1-136
- Irwin A, 1995. *Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development*. Routledge, London. 1-198
- Irwin A, 2018. Citizen science: comes of age. *Nature*, 562: 480-482
- Jiang JH, Zhou LJ, Liu SL, Zhou LW, Tian XM, 2020. Species clarification of the medicinal wood-inhabiting fungus *Phylloporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota) in China. *Phytotaxa*, 446: 209-219
- Lagier JC, Armougom F, Million M, Hugon P, Pagnier I, Robert C, Bittar F, Fournous G, Gimenez G, Maraninchi M, Trape JF, Koonin EV, La Scola B, Raoult D, 2012. Microbial culturomics: paradigm shift in the human gut microbiome study. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(12): 1185-1193
- Lagier JC, Dubourg G, Million M, Cadoret F, Bilen M, Fenollar F, Levasseur A, Rolain JM, Fournier PE, Raoult D, 2018. Culturing the human microbiota and culturomics. *Nature Reviews Microbiology*, 16: 540-550
- Li Y, Li TH, Yang ZL, Bau T, Dai YC, 2015. *Atlas of China macrofungal resources*. Zhongyuan Farmers Press, Zhengzhou. 1-1351 (in Chinese)
- Sheehan B, 2017. Mushroom citizen science in USA: from species lists to Mycofloras 2.0. *Fungi*, 10(1): 28-36
- Silvertown J, 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(9): 467-471
- Wu F, Zhou LW, Yang ZL, Bau T, Li TH, Dai YC, 2019. Resource diversity of Chinese macrofungi: edible, medicinal and poisonous species. *Fungal Diversity*, 98: 1-76
- Zhao Q, Sulayman M, Zhu XT, Zhao YC, Yang ZL, Hyde KD, 2016. Species clarification of the culinary Bachu mushroom in western China. *Mycologia*, 108: 828-836
- Zhou LW, 2020. Systematics is crucial for the traditional Chinese medicinal studies and industry of macrofungi. *Fungal Biology Reviews*, 34: 10-12

#### [附中文参考文献]

- 戴玉成, 2012. 中国木本植物病原木材腐朽菌研究. *菌物学报*, 31: 493-509
- 李玉, 李泰辉, 杨祝良, 图力古尔, 戴玉成, 2015. *中国大型菌物资源图鉴*. 郑州: 中原农民出版社. 1-1351

(本文责编: 王敏)