



蔡磊

中国科学院微生物研究所研究员，课题组长。主要从事真菌多样性与分类学、外来有害真菌检疫、植物微生物组等工作。任国际真菌分类委员会委员、亚洲菌物学会副主席、中国菌物学会副秘书长、中国菌物标本馆联盟秘书长。多次入选科睿唯安“全球高被引科学家”。

中国菌物分类学和多样性研究的历史与现状概况

王科，蔡磊*

中国科学院微生物研究所 真菌学国家重点实验室，北京 100101

摘要：我国菌物分类学研究始于 20 世纪初，经过百余年的不断探索和发展，取得了丰硕的成果，并逐渐走进世界前列。本研究通过对世界菌物名称信息库 Fungal Names 进行数据统计，对发现自中国的菌物新物种和中国学者发表菌物新分类单元等数据开展分析，从中揭示中国菌物分类学的历史和发展趋势。过去，一共有 2 214 位中国学者参与发表了 15 626 个菌物新分类单元，包括 3 个新纲、27 个新目及亚目、117 个新科及亚科、769 个新属及亚属、11 100 个新种、322 个新种下单元和 3 288 个新组合。在全球已知的菌物物种中，自中国发现的新物种有 10 233 种，隶属于 3 界 13 门 44 纲 174 目 572 科 2 379 属，占全球已知物种多样性的 6.84%，居世界第二位。地理分布上，我国西南地区(云南、四川、贵州、西藏)和低纬度的热带、亚热带地区(中国台湾、广东)发现的新物种最多。根据每年发现的新分类单元数量趋势和命名作者的构成，可将中国菌物分类学的发展历史分为五个阶段：外人在华采菌及研究(1750s–1929)、中国菌物分类学起步(1930–1949)、新中国菌物分类学早期发展(1950–1977)、全国性菌物标本采集与研究(1978–2010)、走进世界前列(2011 至今)。本研究对每个发展时期的分类学概况和重要历史事件进行了总结和回顾，通过上述综述性研究，有助于系统地了解中国菌物分类学不同阶段的发展趋势和研究概况，为学科当下和未来的发展提供参考。

关键词：中国学者；菌物多样性；研究类群；新物种；新分类单元

[引用本文]

王科，蔡磊，2023. 中国菌物分类学和多样性研究的历史与现状概况. 菌物学报，42(1): 50-62

Wang K, Cai L, 2023. Overview of the historical and current status of fungal taxonomy and diversity in China. Mycosystema, 42(1): 50-62

谨以此文向每一位为菌物学发展做出贡献的老一辈科学家致敬，并敬贺李玉院士八十华诞。

资助项目：国家重点研发计划(2022YFC2601200)；中国科学院战略生物资源计划(KFJ-BRP-017-49)

This work was supported by the National Key Research and Development Program of China (2022YFC2601200) and the Biological Resources Programme of Chinese Academy of Sciences (KFJ-BRP-017-49).

*Corresponding author. E-mail: cail@im.ac.cn

ORCID: WANG Ke (0000-0002-5153-8498), CAI Lei (0000-0003-4084-1202)

Received: 2022-12-06; Accepted: 2022-12-16

Overview of the historical and current status of fungal taxonomy and diversity in China

WANG Ke, CAI Lei*

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

Abstract: Fungal taxonomic study in China, originated at the beginning of 20th century, has achieved encouraging progress and gradually reached the forefront of the world after more than a hundred years' exploration and development. In this study, the research progress of China's fungal taxonomy is statistically summarized based on the data retrieved from Fungal Names database. The result shows that a total of 15 626 new fungal taxa, including 3 new classes, 27 new orders or suborders, 117 new families or subfamilies, 769 new genera or subgenera, 11 100 new species, 322 new intraspecific taxa and 3 288 new combinations were published by 2 214 Chinese scholars historically. Phytopathogenic fungi, wood-inhabiting fungi and agaricomycetes have received more attentions by Chinese scholars. Among all the known fungal species worldwide, 10 233 species, belonging to 3 kingdoms, 13 phyla, 44 classes, 174 orders, 572 families and 2 379 genera, were firstly discovered from China, ranking the 2nd worldwide and accounting for 6.84% of global known fungal diversity. Species discovered from southwest (Yunnan, Sichuan, Guizhou, Tibet) and low-latitude tropical and subtropical regions (Taiwan, China; Guangdong) accounted for highest proportion of China. According to the number of yearly published new taxa and the composition of scholars, the development history of China's fungal taxonomy can be divided into five stages: foreigners collecting and studying fungi in China (1750s–1929), the start of mycology in China (1930–1949), the early development of fungal taxonomy in new China (1950–1977), national wide collection and study of fungi (1978–2010), being part of world forefront (2011–present). The status of species discovery and important historical events of each stage were also summarized and concluded. Through the above reviews, the development trend and research overview of China's fungal taxonomy are systematically presented, which can provide reference for the current and future development of the subject.

Keywords: Chinese scholar; fungal diversity; research group; new species; new taxa of fungi

我国地域辽阔、生态类型多样，孕育了丰富的菌物多样性。我们的祖先在认知和应用菌物资源方面有着悠久的历史，在 6 800 多年前的河姆渡文化遗址中，就发现了灵芝 *Ganoderma* spp. 标本(袁媛等 2018)。而汉代的《神农本草经》是我国最早记载菌物的古籍，记载了茯苓、猪苓、六芝、木耳等菌物的药用价值。南宋时期的《菌谱》记载了 11 种菌类的信息，是世界首部以“菌”而作的著作。但是，我国古代的菌物文化、著作

和应用并未形成科学的知识体系，而菌物学尤其是菌物分类学作为一门研究和认识菌物的学科，最早起源于欧洲。此后，一些西方传教士、商人、学者和军人在中国游历并采集菌物，逐渐开始了对我国菌物多样性的研究，也将菌物学的知识传播过来。20 世纪初，我国第一辈菌物学者开始了对这门学科的探索，历经艰苦、波折与繁荣，经过几代人的努力，如今已走入世界前列。为深入了解中国菌物分类学的发展历史，本研究通过收

集、梳理和分析中国菌物新物种、新分类单元等发表记录,从中总结不同时间阶段中国学者在菌物分类学研究中取得的成果及中国菌物新物种发现的趋势,并进一步阐述分类学的发展历史,以期学科的当下和未来发展提供参考。

1 研究方法

本研究的数据来自于 Fungal Names 世界菌物名称信息库(Wang *et al.* 2022),数据获取时间截至 2022 年 9 月 30 日。以发表作者为条件,筛选获得中国学者发表的菌物分类单元记录共 16 587 条,剔除无效发表、不合格及不合法名称,获得分类单元数量 15 626 个。以模式标本产地为条件,筛选获得发现自中国的菌物新物种记录 11 311 条,剔除无效发表、不合格及不合法名称,最终获得中国菌物新物种 10 233 种。上述每条数据包含菌物名称、命名作者、分类阶元、发表年份、发表期刊、模式标本产地等信息,用以开展分类学相关的数据挖掘与统计分析。

2 中国菌物新分类单元发表概况

迄今,中国学者一共发表了 15 626 个菌物新分类单元,包括 3 个新纲、26 个新目、1 个新亚目、110 个新科、7 个新亚科、724 个新属、45 个新亚属和组、11 100 个新种、322 个新种下单元和 3 288 个新组合。中国学者参与构建的最高等级分类单元有 3 个纲,均是外国学者合作发表,包括了属于大型真菌类的一个新纲 *Geoglossomycetes* (Schoch *et al.* 2009)和担子菌酵母类的两个新纲 *Moniliellomycetes*、*Spiculogloeomycetes* (Wang *et al.* 2014)。在类群方面,中国学者研究较多的类群是植物病原菌(球腔菌、锈菌、亚隔孢壳)、木生真菌(刺革菌、多孔菌)和伞菌(牛肝菌)。

参与发表上述菌物新分类单元的中国学者共有 2 214 位,占全球菌物命名作者总数的

9.82%。在中国学者的个人贡献方面,有 57 位学者发表了 100 个以上菌物新分类单元。发表数量最多的是从事大型真菌研究的戴玉成教授,共发表 3 科 46 属 1 亚属 514 种及种下单元和 310 个新组合共 874 个分类单元;发表高阶分类单元最多的是从事酵母菌研究的白逢彦研究员,共发表包括 2 纲 4 目 18 科 57 属在内的 554 个新分类单元;发表新物种最多的是从事小型子囊菌研究的蔡磊研究员,共发表包括 546 个新种、2 个新变种在内的 752 个新分类单元。

3 中国发现的菌物新物种

迄今,从中国发现的菌物新物种有 10 233 种,隶属于 3 界 13 门 44 纲 174 目 572 科 2 379 属,占全球已知物种多样性的 6.84%,仅次于美国(24 643 种,16.48%),居全球第二位(图 1)。这些新物种涵盖了广义菌物的真菌、黏菌、卵菌和微孢子虫类群。其中真菌 10 027 种,隶属于 9 门 39 纲 160 目 542 科 2 318 属,占物种总数的 97.99%;卵菌 115 种,隶属于 1 门 1 纲 4 目 8 科 21 属;黏菌 71 种,隶属于 1 门 2 纲 6 目 11 科 25 属;微孢子虫 20 种,隶属于 2 门 2 纲 4 目 11 科 15 属。参与发表上述新物种的学者共有 2 514 位,其中中国学者 1 816 位,占 72.23%。在所有中国新物种中,由中国学者独立发表的有 6 966 种,占总数的 68.07%。此外,中外学者合

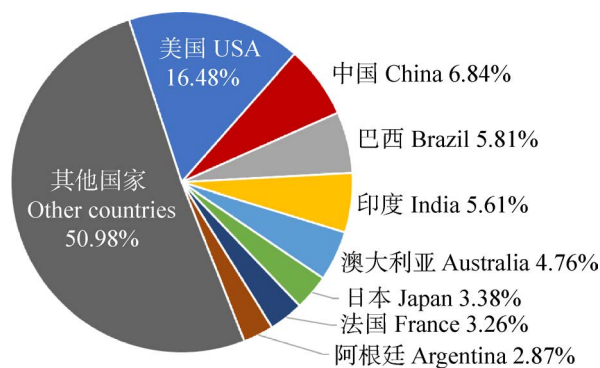


图 1 全球菌物新物种分布国家

Fig. 1 Distribution countries of fungal new species.

作发表的有 1 593 种(15.57%), 而完全由外国学者发表的有 1 674 种(16.36%)。

我国所有 34 个省级行政区均有菌物新物种发现, 来自云南省的新物种有 2 136 种, 占全国的近 1/5 (表 1)。而中国台湾面积仅有 3.6 万 km², 占全国国土面积的 0.38%, 却发现了 1 470 个新物种, 占全国总数的 14.37%, 主要原因在于西方人士从 19 世纪末即开始对中国台湾地区进行采集和研究, 多年来持续有新物种发现。按地理分区来看, 我国西南地区(云南、四川、贵州、西藏)和低纬度的热带、亚热带地区(中国台湾、广东)发现的新物种较多, 这些地区丘陵和山脉较多, 植被覆盖率高且类型丰富, 气候温和、雨水丰沛, 适宜多数菌物生长, 因此孕育了丰富的物种多样性(戴玉成等 2021)。

在所有中国菌物新物种中, 留存有模式标本记录的有 8 794 种, 其中 8 453 份记录了保藏机构, 共保藏在 254 家国内机构和 137 家国外机构中。在这些主模式标本中, 保藏于国内的有 7 221 份, 占 85.43%; 其余 1 232 份保藏在海外的标本馆或保藏机构。按照保藏中心进行统计, 有 13 家国内机构和 2 家国外机构保藏了超过 100 份中国菌物新物种的主模式标本, 其中保藏量最多的是中

国科学院微生物研究所菌物标本馆(HMAS), 共有 1 745 份。

4 中国菌物分类学发展历史

4.1 外人在华采菌及研究(1750s–1929)

以林奈(1707–1778)时期为起点, 近现代菌物分类学在西方国家逐渐开始发展, 在菌物分类学知识流传到中国之前, 西方人士率先在中国开始了菌物标本采集和分类学研究工作。最早一批在中国采菌的是西方传教士, 他们收集了大量植物和菌物标本, 法国人 P.M. Cibot 就是其中之一。1774 年, 他在沙俄科学院的院报发表了关于中国菌物的研究论文, 并描述了一个新种(*Phallus mokusin* Cibot), 是中国菌物最早的发表记录, 其种加词 “mokusin” 像是中国古籍中 “蘑菇蕈” 的音译(戴芳澜 1979)。然而, 受到《国际藻类、菌物和植物命名法规》对于优先权的限制, 直到 1823 年, Fries (1823)将其重新组合为 *Lysurus mokusin* (Cibot ex Persoon) Fr.并再次发表, 该名称才正式被命名法认可(Turland *et al.* 2018)。根据物种描述来看, 即是现在的五棱散尾鬼笔(图 2A)。在此前一年, Fries (1822)在他的另一部著作中发表了另一个来自中国的新物种(*Pachyma*

表 1 中国各省区发现的菌物新物种数量

Table 1 The number of new fungal species discovered from each Chinese province or autonomous region

省/地区	物种数	省/地区	物种数	省/地区	物种数
Province/Region	Number of species	Province/Region	Number of species	Province/Region	Number of species
云南 Yunnan	2 136	新疆 Xinjiang	198	内蒙古 Inner Mongolia	103
中国台湾 Taiwan, China	1 470	北京 Beijing	190	河南 Henan	99
广东 Guangdong	614	湖南 Hunan	173	山东 Shandong	96
海南 Hainan	532	江西 Jiangxi	169	江苏 Jiangsu	87
四川 Sichuan	473	陕西 Shaanxi	161	河北 Hebei	74
贵州 Guizhou	451	安徽 Anhui	141	宁夏 Ningxia	30
广西 Guangxi	404	浙江 Zhejiang	141	重庆 Chongqing	29
西藏 Tibet	358	青海 Qinghai	118	上海 Shanghai	8
吉林 Jilin	267	辽宁 Liaoning	116	澳门 Macau, China	3
香港 Hong Kong, China	248	山西 Shanxi	114	天津 Tianjin	3
湖北 Hubei	235	黑龙江 Heilongjiang	113	省份未知 Unknown	538
福建 Fujian	234	甘肃 Gansu	107		

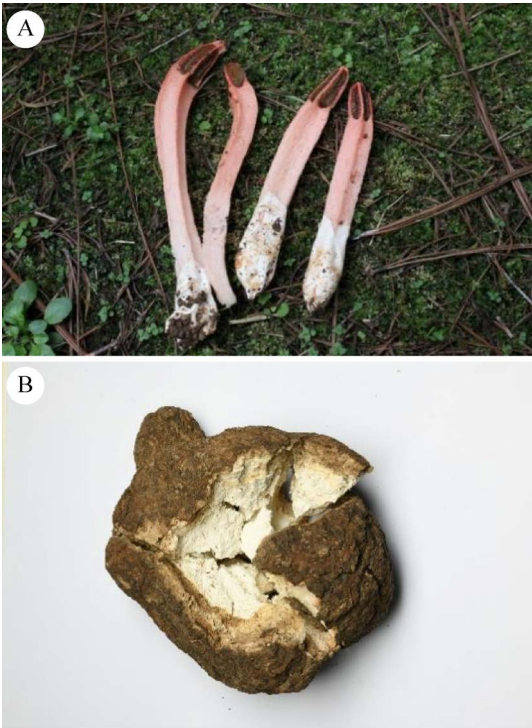


图 2 最早发表的中国菌物新物种 A: 五棱散尾鬼笔 *Lysurus mokusin* (Cibot ex Persoon) Fries (syn. *Phallus mokusin* Cibot 发表于 1774 年). B: 茯苓 *Wolfiporia hoelen* (Fr.) Y.C. Dai & V. Papp (syn. *Pachyma hoelen* Fr.发表于 1822 年)

Fig. 2 The earliest published new species of fungi discovered from China. A: *Lysurus mokusin* (Cibot ex Persoon) Fries (syn. *Phallus mokusin* Cibot, published in 1774). B: *Wolfiporia hoelen* (Fr.) Y.C. Dai & V. Papp (syn. *Pachyma hoelen* Fr., published in 1822).

hoelen Fr.),然而这一名称却在历史的长河中被湮灭,直至近两年,最新的研究才发现这一物种即是我国著名的药用菌茯苓,并为其指定了新模式(图 2B) (Wu *et al.* 2020)。但是,由于 *Wolfiporia* 作为茯苓的属名已被广泛使用,在最新的研究中基于 *Pachyma hoelen* Fr. 建立了新组合名 *Wolfiporia hoelen* (Fr.) Y.C. Dai & V. Papp 并将其作为中国及东亚茯苓的现用名称(Stalpers *et al.* 2021)。

从 18 世纪中叶直到 1929 年间,一共有 330 个菌物新物种自中国发现,但相关研究成果全部由

外国人发表。随着 1840 年鸦片战争开始,中国闭关锁国的政策被打破,更多欧美传教士、军人、官吏和学者等人士开始在华采集标本,首先被开放的中国台湾、香港、东北地区、广东、福建等沿海和陆上边疆地区成为了这一时期中国菌物新物种发现的主要地区(表 2)。1860 年,英国学者 M.J. Berkeley 和美国学者 M.A. Curtis 发表了采自中国香港的 23 个大型真菌新物种,这些模式标本被保藏在了英国皇家植物园,是最早一批来自中国的菌物模式标本。在这一时期对于中国菌物研究

表 2 不同历史阶段中国菌物新物种发现最多的省区

Table 2 The number of new fungal species discovered from each Chinese province or region at different stages

年	地区	物种数
Year	Region of China	Number of species
1750s–1929	中国台湾 Taiwan, China	112
	中国香港 Hong Kong, China	33
	东北地区 Northeast China	20
	广东 Guangdong	18
	福建 Fujian	15
1930–1949	中国台湾 Taiwan, China	166
	云南 Yunnan	76
	四川 Sichuan	38
	广西 Guangxi	24
	东北地区 Northeast China	18
1950–1977	中国台湾 Taiwan, China	208
	云南 Yunnan	24
	贵州 Guizhou	15
	吉林 Jilin	13
	四川 Sichuan	12
1978–2010	中国台湾 Taiwan, China	678
	云南 Yunnan	531
	广东 Guangdong	308
	四川 Sichuan	189
	中国香港 Hong Kong, China	177
2011–	云南 Yunnan	1 493
	海南 Hainan	397
	贵州 Guizhou	327
	中国台湾 Taiwan, China	306
	广东 Guangdong	275

最多的学者是 H. Sydow 和其父亲 P. Sydow, 他们虽然未曾来中国采集, 但是鉴定了不少美国人士在华采集的菌物标本, 并发表了 63 个新物种, 其模式标本主要采自中国台湾、广东等地。1894 年之后, 先后有大批日本人到中国台湾地区调查真菌资源, 其中以 K. Sawada 为代表, 这位日本学者自 1919–1944 年期间发表《中国台湾产菌类调查报告》共 10 编, 记录中国台湾真菌 2 500 多种(戴芳澜 1979), 其中包含 850 多个新种, 但多数缺乏必要的描述和特征集要而被命名法认定为不合格名称, 被认可的正确新物种仅有 226 种。

4.2 中国菌物分类学起步(1930–1949)

外国人在华的采集, 往往不加限制, 在我国国土上如入无人之境, 使我国流失了许多菌物资源, 但同时也让世界认识了中国菌物的多样性和特有性, 促使中国学者着手发展自己的菌物学科(裘维蕃 1998)。

中国人自己采集和研究菌物始于 20 世纪初, 由于当时的中国十分积弱, 怀揣着科学救国之心, 我国学者首先选择了应用性较强的植物病原真菌展开研究。1929 年, 我国植物学的奠基人之一刘慎谔, 在法国留学期间从事植物病原菌研究, 并发表了 9 个法国的锈菌新物种, 是中国学者最早的菌物新分类单元发表成果。随后, 留学归来的学者们逐渐开始了对自己国家菌物资源的研究。1930 年, 作为我国菌物学重要奠基人的戴芳澜, 发表了一个白粉菌新种——南京钩丝壳 *Uncinula nankinensis* (Tai 1930), 是第一个由中国学者自己研究与发表的中国菌物新物种。这份白粉菌的模式标本有幸得以完好保存, 目前保藏在中国科学院微生物研究所菌物标本馆(图 3)。在此之后, 中国菌物分类学迎来了第一个发展高潮(余永年和卯晓岚 2015)。1932 年, 另一位我国菌物学奠基人邓叔群首先开始了高等真菌的研究并发表了最早的大型真菌新物种, 同年, 邓叔群还发表了一个黏菌新属 *Verrucosia*, 是我国学者发表的第一个高阶分类单元(Teng 1932a, 1932b)。

1936 年, 周宗璜首先开展了对我国黏菌的研究(Chow 1936)。方心芳(1937)发表了我国最早的酵母菌新物种。然而, 随着 1937 年日本全面侵华开始, 我国菌物学的发展受战乱影响逐渐放缓, 标本采集和研究转移至受战乱影响较小的西南地区(云南和四川)。



图 3 第一个由中国学者发表的中国菌物新物种: 南京钩丝壳模式标本(HMAS 14185)

Fig. 3 Holotype of *Uncinula nankinensis* F.L. Tai (HMAS 14185), the first China's new fungal species published by Chinese scholar.

在 1930–1949 这 20 年间, 25 位中国学者发表了 442 个新分类单元, 包括 11 个新属、323 个新种、39 个种下单元和 69 个新组合, 其中只有 5 个新分类单元是中外学者合作发表, 其余全部是中国学者独立发表。两位我国菌物学先驱邓叔群和戴芳澜院士是发表新分类单元最多的学者, 前者发表了 5 个新属、123 新种、13 个新变种和 25 个新组合, 后者发表了 1 个新属、78 新种、9 个新变种和 11 个新组合。植物病原真菌(小煤炱科 Meliolaceae、锈菌科 Pucciniaceae 和白粉菌科 Erysiphaceae)是这一时期最受关注的研究类群(表 3)。与此同时, 外国人对于中国菌物资源的研究仍在继续, 外国学者一共发表了 314 个产自中国的新物种, 尤其是日本人在中国台湾地区开展了大量的菌物采集和研究工作, 一共有 166 个菌物新物种在中国台湾被发现, 为全国最多的省份。

表 3 不同历史阶段中国菌物分类学的主要研究类群

Table 3 The main research groups of China's fungal taxonomy in different stages

年代 Year	1750s–1929	1930–1949	1950–1977	1978–2010	2011–
科 Family	锈菌科 Pucciniaceae	小煤炱科 Meliolaceae	锈菌科 Pucciniaceae	球囊菌科 Mycosphaerellaceae	牛肝菌科 Boletaceae
	球囊菌科 Mycosphaerellaceae	锈菌科 Pucciniaceae	球囊菌科 Mycosphaerellaceae	格孢腔菌科 Pleosporaceae	刺革菌科 Hymenochaetaceae
	虫囊菌科 Laboulbeniaceae	白粉菌科 Erysiphaceae	星质炱科 Asterinaceae	锈菌科 Pucciniaceae	多孔菌科 Polyporaceae
	霜霉科 Peronosporaceae	球囊菌科 Mycosphaerellaceae	白粉菌科 Erysiphaceae	白粉菌科 Erysiphaceae	肉座菌科 Hypocreaceae
	蘑菇科 Agaricaceae	牛肝菌科 Boletaceae	梅衣科 Parmeliaceae	多孔菌科 Polyporaceae	间座壳科 Diaporthaceae

4.3 新中国菌物分类学早期发展(1950–1977)

新中国成立之前的菌物学研究，多以学者分散在各地开展，并未有专门的研究机构。随着新中国的成立，国家将菌物学人才汇集在一起，先后建立了北京农业大学(现中国农业大学)、中国科学院微生物研究所和中国科学院中南真菌研究室(现广东省科学院微生物研究所)等机构，并设立了菌物学相关的室、系，有效整合了从事菌物学研究的学者力量，为学科发展提供了有利的条件。然而，由于自然灾害和社会动荡的影响，再加之中国的经济发展仍较落后，影响了包括菌物学在内的科学发展。

在 1950–1977 年间，中国学者共发表了 603 个菌物新分类单元，包括了 10 个新属、406 个新种、22 个新变种、10 个新变型和 155 个新组合，年均发表数量(22.33 个)，尚不及菌物分类学起步时期(22.55 个)，尤其在 1950–1962 年间，年均仅发表 7 个菌物分类单元，菌物分类学研究陷入低潮。在这 20 多年间，发表新分类单元的中国学者一共有 85 位，其中发表数量最多的学者是阎若珉和邓叔群，分别发表了 204 个和 107 个分类单元，两人发表数量占这一时期中国学者发表总数的 51.58%。较前一阶段相比，外国学者对中国菌物资源的研究有所减少，有 194 个中国菌物新物种

被外国学者发表，较上一时期减少了 40%，而外国学者对于中国菌物的研究主要集中在台湾地区，仅 K. Sawada 和 W. Yamamoto 两位日本学者就命名了 93 个来自中国台湾的新物种。而中国台湾也是这一时期发现新物种最多的地区，共有 208 种，多于中国所有其他地区的总和。

在这一时期，菌物分类学的发展虽然有所停滞，但仍有一大批学者在困难中不畏艰辛，激流勇进，取得了瞩目的成果，为未来学科快速发展奠定了坚实的基础。老一辈学者戴芳澜和邓叔群院士分别编写了《中国真菌总汇》和《中国的真菌》两部重要著作。《中国真菌志》和《中国地衣志》的编研工作也正式启动。在研究类群方面，植物病原真菌(球囊菌科 *Mycosphaerellaceae*、白粉菌科和锈菌科)仍是发现新物种最多的类群，同时，我国菌物分类学的学科布局愈加完善，原有的空白类群地衣型真菌得到填补，并由魏江春(1966)、赵继鼎等(1975)等学者陆续发表了 11 个中国地衣新物种。

4.4 全国性菌物标本采集和研究(1978–2010)

1978 年，十一届三中全会的召开，结束了国内十余年的动荡，中国进入了改革开放的新时期，包括菌物学在内的科学界迎来了发展的高潮。在这一时期，全国性的菌物资源科考陆续开

展,先后包括天山托尔木峰(1977–1978)、南迦巴瓦峰(1982–1983)、横断山区(1982–1984)、神农架(1984)、西南地区(1988–1990)、西藏珠峰地区(1990)、秦岭(1991)、热带地区(1997–2000)和西北地区(2003–2004)等,藉由这些科考工作,我国菌物标本保藏量稳步提升,针对这些标本开展的分类学研究也取得了出色的进展,出版了《中国真菌志》《西藏真菌》《横断山区真菌》《西南地区大型经济真菌》《秦岭真菌》《中国热带高等真菌》《中国西北地区菌物》等一系列著作。同时,学术性组织中国菌物学会和学术期刊《菌物学报》《菌物研究》均在这一阶段创办,为菌物学学术交流与成果发表提供了良好的平台。

改革开放所带来的另一个影响就是打通了国内外学者交流与合作的桥梁。截至1980年,中外学者合作发表的菌物分类单元仅有129个,合作比率尚不到10%,且多数合作是中国学者在海外留学期间发表的,双方几乎没有合作开展针对中国菌物资源的研究。而自1981年起,双方合作发表的科研成果陆续出现,中外合作发表比率达到近38.89%,且每年约有15%的中国新物种是

由中外学者合作命名的(图4)。

在1978–2010年,这30多年的时间内,中国学者共发表了5564个菌物新分类单元,包括了1个新纲、5个新目、12个新科、3个新亚科、187个新属、6个新亚属和组、3875个新种、222个新种下单元和1253个新组合。年均发表分类单元数量从之前的仅有20多个,大幅提升至160个以上。参与上述分类单元发表的中国学者有871位,年均学者数量从1977年之前的不到5人,增加到70人以上(图5),从事菌物分类学研究的学者队伍持续扩大,其中朱宇敏、庄文颖和郭英兰3位学者发表的分类单元最多,分别有293、280和218个。研究类群方面,植物病原菌(球囊菌科、格孢腔菌科Pleosporaceae、锈菌科、白粉菌科)依然是发表新分类单元最多的类群,而木生真菌(多孔菌科Polyporaceae)的研究开始受到较多关注(表3)。在此期间,有3696个中国菌物新物种被发现和命名,其中3230种由中国学者参与发表,占87.39%。除了数量的增加,新物种发现的地域也更加全面,全国34个省、自治区、直辖市均有新物种发现,而集中科考的西南地区

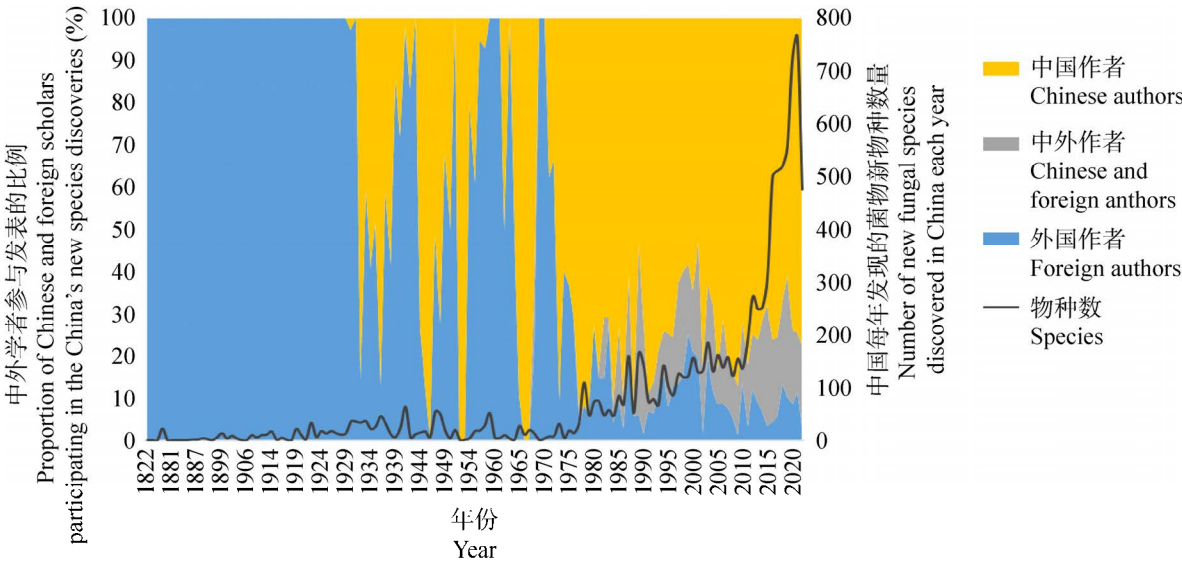


图4 中国每年发现的菌物新物种数量及中外学者参与发表的比例

Fig. 4 Number of new fungal species discovered in China each year and the proportion of Chinese and foreign scholars participating in the China's new species discoveries.

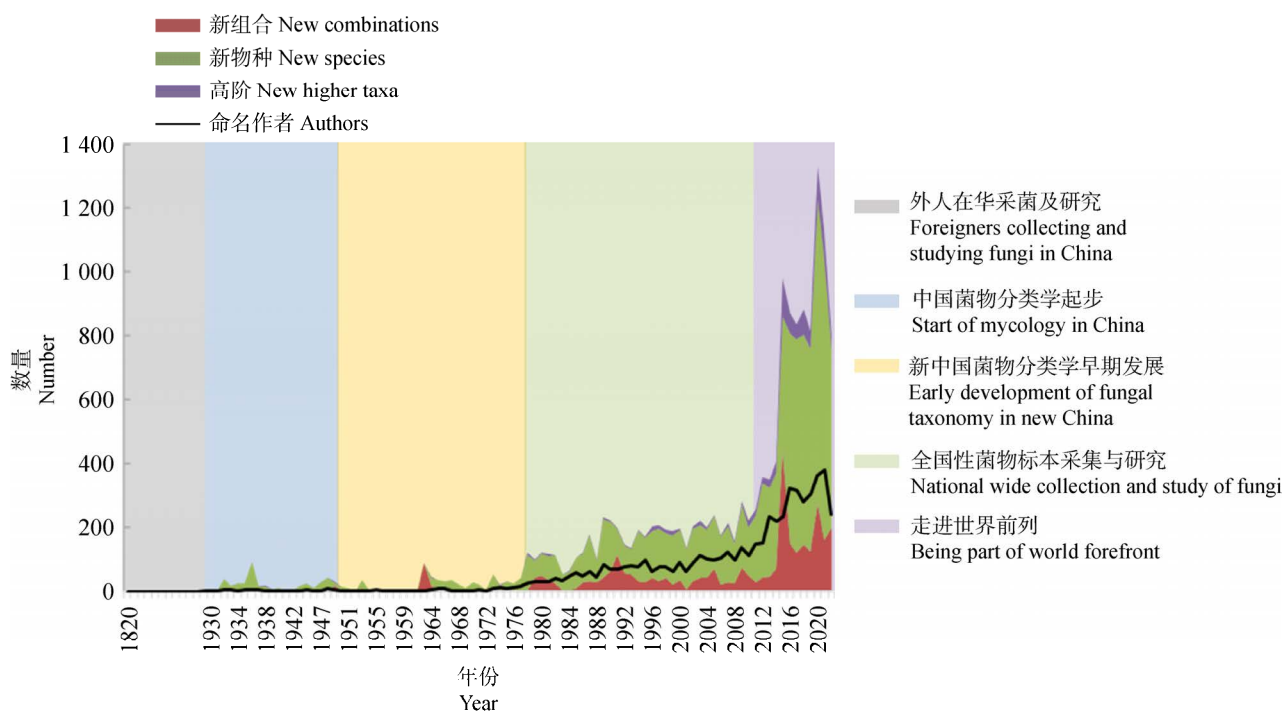


图5 中国学者发表的菌物新分类单元数量随时间变化的趋势

Fig. 5 Number of new fungal taxa published by Chinese authors each year.

(云南 531 种、四川 189 种、西藏 117 种)、热带地区(广东 308 种、香港 177 种、海南 127 种)、西北地区(新疆 84 种、陕西 76 种)是发现新物种较多的地区。与此同时,海峡对岸的中国台湾地区,延续了此前菌物分类学多年的积淀,多位中外学者共发表了 678 个新种,为全国最多的省份。

4.5 走进世界前列(2011 至今)

中国菌物分类学研究经过了 30 多年的持续发展与进步,在 21 世纪初就已逐渐达到世界一流水平,每年发表的新分类单元和新物种数量居于世界前列。而自 2011 年开始,学科在保持快速进步的趋势下再次迎来了发展的高峰。

近 11 年来,中国学者发表的新分类单元数量呈现爆发式增长,共发表 2 个新纲、22 个新目及亚目、102 个新科及亚科、553 个新属及亚属、6 513 个新种及种下单元和 1 811 个新组合共 9 003 个新分类单元,占同期全球总数(43 550 个)的 1/5。参与发表的中国命名学者有 1 370 人,其中发表数量最多的 2 位学者分别是从事植物病原

菌的蔡磊研究员和从事木生真菌研究的戴玉成教授,两人分别发表了 703 和 696 个菌物新分类单元。当代新一辈学者接过老一辈学者的传承,不断学习和应用新技术、新方法,不仅持续发现菌物新物种,还参与构建多个类群的高阶分类系统、并对以往的研究成果进行总结和修订,产出了大量具有引领性和创新性的分类学与多样性研究成果。与此同时,中国菌物分类学的研究类群愈加广泛,每年研究内容涉及 100 个科、200 个属以上。重点研究类群与过去的发展阶段有所不同,伞菌(牛肝菌科 Boletaceae)和木生真菌(刺革菌科 Hymenochaetaceae 和多孔菌科)成为了最受关注的研究类群。中国菌物物种的发现速度同样在加快,在这一阶段共发现了 5 334 个菌物新物种,占全球新物种总数的 1/5,是第二名美国的 2.66 倍(2 003 种),其间每年发现的新物种数量均位居世界第一,年度发表数量从 2011 年的不到 200 种步步攀升到 2021 年的 750 种以上。

在这一时期,中国菌物学者的目光不仅仅局限在新物种发现和有限地域的研究,而是着眼于世界范围、大类群的系统性研究。魏江春院士团队在地衣型真菌(魏江春 2020; Jiang *et al.* 2021; 魏鑫丽 2021); 庄文颖院士在盘菌和肉座菌(庄文颖 2013, 2014, 2018, 2020; Zhu & Zhuang 2015); 白逢彦研究员在酵母菌(Liu *et al.* 2015; Wang *et al.* 2015a, 2015b; Li *et al.* 2020); 杨祝良研究员在牛肝菌和鹅膏(Zeng *et al.* 2013; Wu *et al.* 2014; Cui *et al.* 2018); 戴玉成教授团队在木生真菌(Dai 2011, 2012; Zhao *et al.* 2013; Han *et al.* 2016; Cui *et al.* 2019; Wu *et al.* 2022); 蔡磊研究员在植物病原真菌(Liu *et al.* 2014; Chen *et al.* 2017; Hou *et al.* 2020; Zhao *et al.* 2021); 赵瑞琳研究员联合多国学者修订了担子菌门分类系统(Zhao *et al.* 2016, 2017; He *et al.* 2019)。我国学者在这些重要菌物类群持续取得系统性成果,发表了一系列世界性专著,修订了很多类群的分类系统。依托于对中国及世界样本的大规模收集和研究,这些研究工作除了描述和发现大量新物种,还构建了多个高等级分类单元,并对已有的分类单元进行了组合和修订。

随着已认知菌物的逐渐增多,我国逐渐开始了菌物多样性编目工作。截至 2011 年,“中国生物物种名录”中还没有收录菌物类群。2011 年,中国菌物名录数据库建立,菌物多样性的编目工作由此开启,2022 年最新发布的“中国生物物种名录 2022 年度版”,已收录菌物 17 173 种(The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences 2022)。纸质编目的编写工作也在同步开展,《中国生物物种名录 第三卷 菌物》已出版了 4 个分册,共收录中国的盘菌、锈菌、黏菌等菌物物种共 3 667 种。在志书编研方面,《中国真菌志》和《中国地衣志》已完成了 68 卷的编写和出版,其中 28 卷在 2011 年之后完成,占总卷

数的 41.18%, 为 48 科 490 属 3 582 种菌物完成了编目。2018 年,《中国生物多样性红色名录——大型真菌卷》(姚一建等 2020)正式发布,记录了 9 302 种大型真菌的受威胁状况,菌物资源的保护工作由此全面展开。

伴随着爆发性的新物种发现速度,中国菌物学的国际影响力也显著提升。2011 年,中国学者创建了菌物名称注册信息库(Fungal Names, <https://nmdc.cn/fungalnames/>)并随后受到国际菌物命名委员会认可,成为世界三大菌物名称注册网站之一(Wang *et al.* 2022)。2018 年,英国皇家植物园联合世界菌物学家出版了首部《世界真菌现状报告》,鉴于中国在菌物学研究、保护、开发利用等方面的突出贡献,被选为首个聚焦国家展开介绍(Fang *et al.* 2018)。

5 展望

中国菌物分类学于 20 世纪初从零开始发展,较西方晚了 150 多年,在早期达到发展高潮随即陷入了战争的灾难,直至 20 世纪 80 年代才再次迎来了快速发展的契机。时至今日,中国菌物分类学已建立百年有余,在几辈科学家不懈奋斗、共同努力下,终于走在了世界的前列。目前的成就远远不是终点,中国的菌物工作者仍在以更快的速度发现中国及全球的菌物多样性,在 2022 年上半年,全球已发表菌物新分类单元 2 327 种,而中国学者发表了其中 802 个,占比超过 1/3。截至目前,中国乃至世界的物种多样性认知尚不及估计数字的 10% (魏江春 2010; Wang *et al.* 2020)。而全球菌物已知的 10 000 多个属中,尚有超过 1/5 存在高阶分类单元未定(*incertae sedis*)的情况,亟须进一步研究和解决。由此可见,若要完整认知菌物分类系统以及我国乃至全球的菌物多样性仍有很长的路要走,中青年学者要积极传承老一辈科学家勇于探索、艰苦

奋斗之精神, 继续保持学科快速发展的趋势, 逐渐完善对菌物的认知, 让这一类重要生物资源在医药、生产和生态等多个层面发挥重要作用。

[REFERENCES]

- Chao CD, Hsü LW, Sun ZM, 1975. Species novae Usneae Sinicae. Acta Phytotaxonomica Sinica, 13(2): 90-107 (in Chinese)
- Chen Q, Hou LW, Duan WJ, Crous PW, Cai L, 2017. Didymellaceae revisited. Studies in Mycology, 87: 105-159
- Chow ZH, 1936. Myxomycetes from Hsiao-Wu-Tai-Shan. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, abstracts of year meeting. 8-9
- Cui BK, Li HJ, Ji X, Zhou JL, Song J, Si J, Yang ZL, Dai YC, 2019. Species diversity, taxonomy and phylogeny of Polyporaceae (Basidiomycota) in China. Fungal Diversity, 97: 137-302
- Cui YY, Cai Q, Tang LP, Liu JW, Yang ZL, 2018. The family Amanitaceae: molecular phylogeny, higher-rank taxonomy and the species in China. Fungal Diversity, 91: 5-230
- Dai YC, 2011. A revised checklist of corticioid and hydroid fungi in China for 2010. Mycoscience, 52: 69-79
- Dai YC, 2012. Polypore diversity in China with an annotated checklist of Chinese polypores. Mycoscience, 53: 49-80
- Dai YC, Yang ZL, Cui BK, Wu G, Yuan HS, Zhou LW, He SH, Ge ZW, Wu F, Wei YL, Yuan Y, Si J, 2021. Diversity and systematics of the important macrofungi in Chinese forests. Mycosystema, 40: 770-805 (in Chinese)
- Fang R, Kirk PM, Wei JC, Li Y, Cai L, Fan L, Wei TZ, Zhao RL, Wang K, Yang ZL, Li TH, Li Y, Phurbu-Dorji, Yao YJ, 2018. Country focus: China. In: Willis KJ (ed.) State of the world's fungi. Royal Botanic Gardens, Kew. 48-55
- Fang XF, 1937. Study on several yeasts in China. Yellow Sea, 1(4): 12-16 (in Chinese)
- Fries EM, 1822. Systema Mycologicum, 2(1): 1-274
- Fries EM, 1823. Systema Mycologicum, 2(2): 275-620
- Han ML, Chen YY, Shen LL, Song J, Vlasák J, Dai YC, Cui BK, 2016. Taxonomy and phylogeny of the brown-rot fungi: *Fomitopsis* and its related genera. Fungal Diversity, 80: 343-373
- He MQ, Zhao RL, Hyde KD, *et al.* (more than 20 authors), 2019. Notes, outline and divergence times of Basidiomycota. Fungal Diversity, 99: 105-367
- Hou LW, Groenewald JZ, Pfenning LH, Yarden O, Crous PW, Cai L, 2020. The phoma-like dilemma. Studies in Mycology, 96: 309-396
- Jiang SH, Lücking R, Xavier-Leite AB, Cáceres MES, Aptroot A, Portilla CV, Wei JC, 2020. 246 Reallocation of foliicolous species of the genus *Strigula* into six genera (lichenized Ascomycota, Dothideomycetes, Strigulaceae). Fungal Diversity, 102: 257-291
- Li AH, Yuan FX, Groenewald M, Bensch K, Yurkov AM, Li K, Han PJ, Guo LD, Aime MC, Sampaio JP, Jindamorakot S, Turchetti B, Inacio J, Fungsin B, Wang QM, Bai FY, 2020. Diversity and phylogeny of basidiomycetous yeasts from plant leaves and soil: proposal of two new orders, three new families, eight new genera and one hundred and seven new species. Studies in Mycology, 96: 17-140
- Liu F, Cai L, Crous PW, Damm U, 2014. The *Colletotrichum gigasporum* species complex. Persoonia, 33: 83-97
- Liu XZ, Wang QM, Theelen B, Groenewald M, Bai FY, Boekhout T, 2015. Phylogeny of tremellomycetous yeasts and related dimorphic and filamentous basidiomycetes reconstructed from multiple gene sequence analyses. Studies in Mycology, 81: 1-26
- Qiu WF, 1998. Extensive Mycology. Science Press, Beijing. 1-1124 (in Chinese)
- Schoch CL, Wang Z, Townsend JP, Spatafora JW, 2009. Geoglossomycetes cl. nov., Geoglossales ord. nov. and taxa above class rank in the Ascomycota Tree of Life. Persoonia, 22(1): 129-138
- Stalpers J, Redhead S, May TW, Rossman AY, Crouch JA, Cubeta MA, Dai YC, Kirschner R, Langer GJ, Larsson KH, Mack J, Norvell L, Oberwinkler F, Papp V, Roberts P, Rajchenberg M, Seifert GA, Thorn G, 2021. Competing sexual-asexual generic names in Agaricomycotina (Basidiomycota) with recommendations for use. IMA Fungus, 12(22): 1-31
- Tai FL, 1930. A species of *Uncinula* on *Acer trifidum* Hook Arn. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, 6: 1-4
- Tai FL, 1979. Collection of fungi in China by foreign explorers. Acta Phytopathologica Sinica, 1: 7-11 (in Chinese)
- Teng SC, 1932a. Fungi of Nanking I. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, 7: 85-127
- Teng SC, 1932b. Fungi of Nanking II. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, 8: 5-48
- The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences, 2022. Catalogue of Life China: 2022 Annual Checklist, Beijing.
- Turland NJ, Wiersema JH, Barrie FR, Greuter W, Hawksworth DL, Herendeen PS, Knapp S, Kusber WH, Li DZ, Marhold K, May TW, McNeill J, Monro AM, Prado J, Price MJ, Smith GF, 2018. International Code of

- Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants (Shenzhen Code). Koeltz Botanical Books, Glashütten. 1-254
- Wang F, Wang K, Cai L, Zhao MJ, Kirk PM, Fan GM, Sun QL, Li B, Wang S, Yu ZF, Han D, Ma JC, Wu LH, Yao YJ, 2022. Fungal names: a comprehensive nomenclatural repository and knowledge base for fungal taxonomy. Nucleic Acids Research, Doi:10.1093/nar/gkac926
- Wang K, Kirk PM, Yao YJ, 2020. The development trends in taxonomy, with a special reference to Fungi. Journal of Systematics and Evolution, 58: 406-412
- Wang QM, Groenewald M, Takashima M, Theelen B, Han PJ, Liu XZ, Boekhout T, Bai FY, 2015a. Phylogeny of yeasts and related filamentous fungi within Pucciniomycotina determined from multigene sequence analyses. Studies in Mycology, 81: 27-53
- Wang QM, Theelen B, Groenewald M, Bai FY, Boekhout T, 2014. Moniliellomycetes and Malasseziomycetes, two new classes in Ustilaginomycotina. Persoonia, 33: 41-47
- Wang QM, Yurkov AM, Göker M, Lumbsch HT, Leavitt SD, Groenewald M, Theelen B, Liu XZ, Boekhout T, Bai FY, 2015b. Phylogenetic classification of yeasts and related taxa within Pucciniomycotina. Studies in Mycology, 81: 149-189
- Wei JC, 1966. A new subgenus of *Lasallia* Merat emend. Vej. Acta Phytotaxonomica Sinica, 11(1): 1-10 (in Chinese)
- Wei JC, 2010. The biodiversity of pan-fungi and the sustainable development of human beings. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 25(6): 645-650 (in Chinese)
- Wei JC, 2020. The Enumeration of Lichenized Fungi in China. China Forestry Publishing House, Beijing. 1-606 (in Chinese)
- Wei XL, 2021. Flora Lichenum Sinicorum. Vol.6. Parmeliaceae (III). Science Press, Beijing. 1-203 (in Chinese)
- Wu F, Li SJ, Dong CH, Dai YC, Papp V, 2020. The genus *Pachyma* (Syn. *Wolfiporia*) reinstated and species clarification of the cultivated medicinal mushroom “Fuling” in China. Frontiers in Microbiology, 11: 590788
- Wu F, Zhou LW, Vlasák J, Dai YC, 2022. Global diversity and systematics of Hymenochaetaceae with poroid hymenophore. Fungal Diversity, 113: 1-192
- Wu G, Feng B, Xu J, Zhu XT, Li YC, Zeng NK, Hosen MI, Yang ZL, 2014. Molecular phylogenetic analyses redefine seven major clades and reveal 22 new generic clades in the fungal family Boletaceae. Fungal Diversity, 69(1): 93-115
- Yao YJ, Wei JC, Zhuang WY, Cai L, Liu DM, Li JS, Wei TZ, Li Y, Wang K, Wu HJ, 2020. Development of red list assessment of macrofungi in China. Biodiversity Science 28(1): 4-10 (in Chinese)
- Yu YN, Mao XL, 2015. 100 Years of Mycology in China. Science Press, Beijing. 1-763 (in Chinese)
- Yuan Y, Wang YJ, Sun GP, Wang YR, Cao LJ, Shen YM, Yuan B, Han D, Huang LQ, 2018. Archaeological evidence suggests earlier use of *Ganoderma* in Neolithic China. Chinese Science Bulletin, 63(13): 1180-1188 (in Chinese)
- Zeng NK, Tang LP, Li YC, Tolgor B, Zhu XT, Zhao Q, Yang ZL, 2013. The genus *Phylloporus* (Boletaceae, Boletales) from China: morphological and multilocus DNA sequence inference. Fungal Diversity, 58: 73-101
- Zhao CL, Cui BK, Dai YC, 2013. New species and phylogeny of *Perenniporia* based on morphological and molecular characters. Fungal Diversity, 58: 47-60
- Zhao P, Zhang ZF, Hu DM, Tsui KMC, Qi XH, Phurbu D, Gafforov Y, Cai L, 2021. Contribution to rust flora in China I, tremendous diversity from natural reserves and parks. Fungal Diversity, 110: 1-58
- Zhao RL, Li GJ, Sánchez-Ramírez S, Stata M, Yang ZL, Wu G, Dai YC, He SH, Cui BK, Zhou JL, Wu F, He MQ, Moncalvo JM, Hyde KD, 2017. A six-gene phylogenetic overview of Basidiomycota and allied phyla with estimated divergence times of higher taxa and a phyloproteomics perspective. Fungal Diversity, 84(1): 43-74
- Zhao RL, Zhou JL, Chen J, Margaritescu S, Sánchez-Ramírez S, Hyde KD, Callac P, Parra LA, Li GJ, Moncalvo JM, 2016. Towards standardizing taxonomic ranks using divergence times - a case study for reconstruction of the *Agaricus* taxonomic system. Fungal Diversity, 78: 239-292
- Zhu ZX, Zhuang WY, 2015. *Trichoderma* (Hypocreaceae) species with green ascospores from China. Persoonia, 34: 113-129
- Zhuang WY, 2013. Flora Fungorum Sinicorum. Vol.47. Nectriaceae et Bionectriaceae. Science Press, Beijing. 1-162 (in Chinese)
- Zhuang WY, 2014. Flora Fungorum Sinicorum. Vol.48. Pyrenomataceae. Science Press, Beijing. 1-264 (in Chinese)
- Zhuang WY, 2018. Flora Fungorum Sinicorum. Vol.56. Helotiaceae. Science Press, Beijing. 1-231 (in Chinese)
- Zhuang WY, 2020. Flora Fungorum Sinicorum. Vol.60. Hypocreaceae. Science Press, Beijing. 1-256 (in Chinese)

[附中文参考文献]

- 戴芳澜, 1979. 外人在华采集真菌考. 植物病理学报, 1: 7-11
- 戴玉成, 杨祝良, 崔宝凯, 吴刚, 袁海生, 周丽伟, 何双辉, 葛再伟, 吴芳, 魏玉莲, 员瑗, 司静, 2021. 中国森林大型真菌重要类群多样性和系统学研究. 菌物

- 学报, 40: 770-805
- 方心芳, 1937. 中国产几种酵母菌之研究. 黄海, 1(4): 12-16
- 裘维蕃, 1998. 菌物学大全. 北京: 科学出版社. 1-1124
- 魏江春, 1966. 疣脐衣属的一新亚属. 植物分类学报, 11(1): 1-10
- 魏江春, 2010. 菌物生物多样性与人类可持续发展. 中国科学院院刊, 25(6): 645-650
- 魏江春, 2020. 中国地衣型真菌综览. 北京: 中国林业出版社. 1-606
- 魏鑫丽, 2021. 中国地衣志 第六卷 梅衣科(III). 北京: 科学出版社. 1-203
- 姚一建, 魏江春, 庄文颖, 蔡蕾, 刘冬梅, 李俊生, 魏铁铮, 李熠, 王科, 吴海军, 2020. 中国大型真菌红色名录评估研究进展. 生物多样性, 28(1): 4-10
- 余永年, 卯晓岚, 2015. 中国菌物学 100 年. 北京: 科学出版社. 1-763
- 袁媛, 王亚君, 孙国平, 王烨然, 曹丽娟, 沈岳明, 袁冰, 韩东, 黄璐琦, 2018. 中药灵芝使用的起源考古学. 科学通报, 63(13): 1180-1188
- 赵继鼎, 徐连旺, 孙曾美, 1975. 中国松萝属新种. 植物分类学报, 13(2): 90-107
- 庄文颖, 2013. 中国真菌志 第四十七卷 丛赤壳科、生赤壳科. 北京: 科学出版社. 1-162
- 庄文颖, 2014. 中国真菌志 第四十八卷 火丝菌科. 北京: 科学出版社. 1-264
- 庄文颖, 2018. 中国真菌志 第五十六卷 柔膜菌科. 北京: 科学出版社. 1-231
- 庄文颖, 2020. 中国真菌志 第六十卷 肉座菌科. 北京: 科学出版社. 1-256