

文章编号: 1004-0374(2010)11-1083-03

我国丛赤壳类真菌分类研究

庄文颖

(中国科学院微生物研究所, 北京 100101)

摘要: 丛赤壳类真菌是具有经济重要性的生物类群。该文回顾了我国该类分类研究的简史, 概述近年来取得的相关研究进展, 揭示我国该类真菌的物种丰富程度, 展示建立在分类学基础上的真菌DNA条形码探索以及分子系统学研究成果, 表明资源和分类研究与真菌天然产物研究联手的新发现。

关键词: 丛赤壳科; 生赤壳科; 物种多样性; 真菌自然资源

中图分类号: Q949.329.09

文献标识码: A

Taxonomy and related studies on the nectrioid fungi from China

ZHUANG Wen-ying

(Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The nectrioid fungi are economically important. Taxonomic studies of the group from China at early stage and progress achieved recently were briefly reviewed, which showed a very high species diversity of the group in this country. The taxonomic studies made it possible to conduct researches on molecular systematics, as well as on DNA barcoding, of the nectriaceous fungi. As fungal natural products were concern, new compounds of potential value were discovered from an *Albonectria* species.

Key words: Nectriaceae; Bionectriaceae; species diversity; fungal natural resources

丛赤壳类真菌 [真菌界、子囊菌门、粪壳纲、肉座菌目、丛赤壳科(Nectriaceae)和生赤壳科(Bionectriaceae)]在自然界以寄生或腐生的营养方式生存,一般生长在走向衰退或即将失去生命活力的动植物基质或者其他真菌上,它们对维持自然界生态系统的平衡起一定作用,其中部分种类与工农业生产 and 人类健康密切相关,并用于生物制药、生物防治、工业用酶制剂的生产等方面。例如, *Clo-nostachys rosea* (*Bionectria ochroleuca*的无性型)是研究得比较深入的一个生防菌,它对植物病原真菌具有广谱的杀伤作用,而对人类和环境不会造成任何污染;自1938年发现以来,赤霉素作为植物生长激素使用已有50余年历史,它由 *Gibberella fujikuroi* 产生; *Fusarium oxysporum* (*Gibberella*的无性型)以引起严重的植物枯萎病等病害而著称,它在世界范围内可以侵染700余种维管束植物,造成重大经济损失,甚至侵害免疫力低下人群的脏器,威胁人类生命;另有一些种类能够产生真菌毒素,污染谷物

和食品,损害人类健康。丛赤壳类真菌广泛分布在世界热带及亚热带地区^[1],目前世界已知丛赤壳科和生赤壳科真菌94属930余种^[2-4]。

1 我国前期分类研究概况

我国对丛赤壳类真菌的关注始于1928年,中国现代真菌学的创始人戴芳澜先生在浙江杭州采集到了该类群的第一份标本,这种真菌生长在侵染单子叶植物叶片的病原锈菌的孢子堆上,即一种在其他真菌上生长的真菌,经德国学者Sydow研究,发表了新种 *Calonectria uredinophila*^[5]。按照现代分类观点,其正确名称为 *Nectriopsis uredinophila*^[6]。国人对中国丛赤壳类真菌的研究是由杰出的真菌学先

收稿日期: 2010-09-06

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(30470009); 科技部基础性工作专项(2006FY120100); 国家高技术研究发展计划("863"计划)(2008AA02Z312)

通讯作者: E-mail: zhuangwy@im.ac.cn

驱邓叔群先生开创的，他在华南林区进行了广泛的真菌资源和植物病害调查，收集到大量材料，并以我国标本为模式发表了 *Lisea australis* var. *bambusae*、*Nectria nummulariae*、*Nectria sinensis*、*Nectria mellea* 和 *Phaeonectria manilensis* var. *effusa* 等新分类单元，早期分类学研究主要依据有性型子囊壳的形态解剖学特征^[7, 8]。在《中国的真菌》一著中，汇总了我国 20 世纪 30—60 年代的研究成果，记述该类群 9 个属 25 个种^[9]。遗憾的是该项研究工作未能持续下去，此后中断了很长一个时期。

2 我国近期分类研究进展

Rossman 等^[1]对丛赤壳类真菌进行了世界专著性研究，根据组织在乳酸和氢氧化钾水溶液中的反应、真菌有性型与无性型之间的关联、真菌子座或者菌丝层在子囊壳基部存在与否、子囊壳的大小、颜色等表现性状、子囊壳解剖结构以及壁的分层状态、子囊顶端结构、子囊孢子表面特征及细胞数目等特征，将从赤壳科中的部分属独立出来，建立了生赤壳科^[1]。这一分类学上的重要变更及其分类学观点被真菌学家普遍接受与采纳。

现代分类学的发展为我国丛赤壳类真菌分类研究带来蓬勃发展的契机。2000 年以来，在我国热带和亚热带地区进行了广泛的资源调查，采集到新鲜的标本材料，对它们进行了分离培养并保存活菌种。采用新的分类观点，对中国科学院菌物标本馆的馆藏标本进行了全面复核与清理，许多分类学与命名方面的问题被澄清，使现行的分类系统逐步趋于完善。近年来，以我国该类群材料为主，将组织化学、形态解剖特征、培养特性、真菌有性型—无性型关联、分子系统学等方法有机结合，进行综合分析，相继发现丛赤壳类真菌的新属 1 个，新种 24 个（隶属于 9 个属），建立新组合 9 个，以及大量的中国新纪录种，将许多有性型种与它们的无性型对应起来，对真菌全型（holomorph）有了更加充分的认识，同时，对丛赤壳科部分属的概念予以澄清和订正^[4, 10-16]。在我国香港特区和台湾省，相关研究也取得进展，分别报道了在两个地区分布的 14 个^[17, 18]和 19 个种^[19]。迄今，我国已报道该类群 22 个属 109 个种，这为《中国真菌志》丛赤壳科和生赤壳科一卷的编研打下了坚实基础，也为该类群部分属的专门研究提供了丰富素材。

我国丛赤壳类真菌分类研究的快速推进和日趋丰富的物种积累，不仅充分揭示出我国真菌物种的

丰富程度，更新了对丛赤壳类真菌物种多样性的认知，并为采用 DNA 序列分析的方法探讨丛赤壳科的属间系统演化关系创造了条件，也为资源的发掘与利用以及其他相关研究积累了实验材料，提供了科学依据。

3 建立在分类学基础上的分子系统学研究

Zhang 和 Zhuang^[20]利用 28S rDNA 部分序列进行序列分析，探讨了丛赤壳科 11 个属的属间关系，研究表明，*Cosmospora* 不是单起源，其成员分别与 *Nectria*、*Haematonectria* 以及 *Neocosmospora* 3 个不同的属聚类在一起；*Haematonectria* 和 *Neocosmospora* 的亲缘关系最接近；*Lanatonectria* 为一个独立的、概念清晰的属；以 *Neonectria discophora* var. *discophora* 为代表的 *Neonectria* 应该是一个可靠的分类群。Luo 和 Zhuang^[4]进一步对丛赤壳科采用多基因分析的方法对该类群进行研究，得到的分子系统学证据同样否定了 *Cosmospora* 的属内一致性和属的单源性，并结合真菌有性型—无性型关联等其他性状进行综合分析，阐述了新的分类观点，发表了一个新属 (*Chaetopsinectria*)。此外，他们在发现新种 *Bionectria wenpingii* 的同时，对将该属区分 6 个亚属^[21]的合理性提出质疑^[22]。上述成果为在更深层次上开展丛赤壳类真菌的分子系统学研究，对丛赤壳科属间关系进行全面探讨，以及部分属概念的澄清与修订提出新问题，使新分类系统得到进一步完善；相辅相成，序列分析或分子系统学的研究结果辅助了物种的正确鉴定，也加速了新物种的发现。

4 丛赤壳科真菌 DNA 条形码探索

条形码技术是在计算机应用实践中产生和发展起来的一种自动识别技术，在现代商品销售业中起到不可替代的作用。受商品条形码的启发，为达到简单、便捷、快速、准确的物种鉴定，在世界范围内发起并且正在开展真菌物种 DNA 条形码工程 (DNA barcoding)，寻找长度为 500~700 bp 的一段 DNA 序列，它可以有效鉴别真菌不同的物种。利用在丛赤壳科分类研究的丰富材料积累，Zhao 等^[23]开展了丛赤壳科 DNA 条形码的探索性研究，选择 ITS、28S rDNA、 β -tubulin 基因、EF-1 α 基因等作为候选基因，采用多种方法进行筛选。将能否恰当地反映种间差异和种内差异，是否具有很高的 PCR 扩增与序列测定成功率，以及聚类分析得到的群 (cluster) 的数目与物种数目是否吻合等作为衡量标

准，对各个基因片段作为条形码的可能性进行分析与评价，首次提出了适用于丛赤壳科的行之有效的 DNA 条形码序列。

5 关于分类学与相关研究的联合

学科之间的交叉往往给科研带来新的亮点。利用真菌分类学家长期分类学研究的菌种积累，与从事生物活性物质筛选的学者联手，使分类研究的成果在高效真菌生物活性物质的筛选与新活性物质的发现方面放出异彩。Li 等^[24]已从丛赤壳科真菌 *Albonectria rigidiuscula* 的粗提物中发现了新化合物 rigidiusculamide A-D，该类物质表现出对人类癌细胞系 HeLa 和 MCF-7 的细胞毒性，为新的药物先导化合物的发现提供了一些线索。

丛赤壳类真菌包含一些给农业和林业生产带来灾害的植物病原菌，关注与生产实践密切相关的分类学问题，开展分类学与植物病理学、生态学等领域相结合的综合研究很有必要。例如，筛选识别丛赤壳类植物病原真菌的 DNA 标识，实现快速病原菌鉴定，以达到对病害的有效防治；探讨病原真菌对宿主的寄生专化性问题，识别同一种病原真菌在不同宿主之间表型与基因型或者菌株之间的差异。该类研究将有可能搭建基础研究与应用基础研究之间的桥梁，并在结合点上有所发现。

6 结束语

我国丛赤壳类真菌分类研究走过 80 年历程，近十年来发现新种 24 个，实现了许多物种有性型与无性型的关联，报道大量中国新纪录种，使我国丛赤壳科和生赤壳科的已知种数迅速增长，占到世界总数的 11.7%，充分体现出我国丰富的真菌物种多样性。分类学的研究结果为认识趋于自然的真菌生命之树提供了可靠的实验材料，为建立正确的物种概念和真菌物种 DNA 条形码计划的实施打下基础，也为在学科交叉点上碰撞出火花做了一点尝试。对我国丛赤壳类真菌的认识将从新的起点上向前推进。

ÖÄÐ»£º½÷'Eïò¶aÄêÀ ¸Íóë±³ãîÄ¿µÄÖÑ±ìÒµ¶íÓÚ¶AÑÐ
¾¿ÉúE³¼DD»£

[参 考 文 献]

[1] Rossman AY, Samuels GJ, Rogerson CT, et al. Genera of Bionectriaceae, Hypocreaceae and Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes). *Stud Mycol*, 1999, 42: 1-248

[2] Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, et al. *Dictionary of the Fungi*[M]. 10th ed. Wallingford: CABI Publishing, 2008

[3] Samuels GJ, Lu B-s, Chaverri P, et al. *Cyanonectria*, a new genus for *Nectria cyanostoma* and its *Fusarium* anamorph. *Mycol Prog*, 2009, 8: 49-58

[4] Luo J, Zhuang WY. *Chaetopsinectria* (Nectriaceae, Hypocreales), a new genus with *Chaetopsina* anamorphs. *Mycologia*, 2010, 102: 976-84

[5] Sydow H. *Fungi chinenses*. *Ann Mycol*, 1929, 27: 418-34

[6] Zhang XM, Zhuang WY. Re-examinations of Bionectriaceae and Nectriaceae (Hypocreales) from temperate China on deposit in HMAS. *Nova Hedwigia*, 2003, 76: 191-200

[7] Teng SC. Notes on Hypocreales from China. *Sinensia*, 1934, 4: 269-98

[8] Teng SC. Additional fungi from China II. *Sinensia*, 1936, 7: 490-527

[9] 邓叔群. 中国的真菌[M]. 北京: 科学出版社, 1963

[10] Zhuang WY. New species of fungi from tropical China: A new species of *Hydropisphaera* (Bionectriaceae). *Mycotaxon*, 2000, 76: 93-5

[11] Zhuang WY, Zhang XM. Re-examinations of Bionectriaceae and Nectriaceae (Hypocreales) from tropical China on deposit in HMAS. *Nova Hedwigia*, 2002, 74: 275-83

[12] 张向民, 庄文颖. 生赤壳科和丛赤壳科的中国新纪录种. *菌物系统*, 2003, 22: 525-30

[13] Nong Y, Zhuang WY. Preliminary survey of Bionectriaceae and Nectriaceae (Hypocreales) from Jigongshan, China. *Fung Diver*, 2005, 19: 95-107

[14] Zhuang WY, Nong Y, Luo J. New species and new records of Bionectriaceae and Nectriaceae from Hubei, China. *Fung Diver*, 2007, 24: 347-57

[15] Luo J, Zhuang WY. Two new species of *Cosmospora* (Hypocreales, Nectriaceae) from China. *Fung Diver*, 2008, 31: 83-93

[16] Luo J, Zhuang WY. Three new species of *Neonectria* (Nectriaceae, Hypocreales) with notes on their phylogenetic positions. *Mycologia*, 2010, 102: 142-52

[17] Lu B, Hyde KD, Ho WH, et al. Checklist of Hong Kong Fungi[M]. Hong Kong: Fungal Diversity Press, 2000

[18] Taylor JE, Hyde KD. Microfungi of tropical and temperate palms. *Fung Diver: Research Series* 12, 2003

[19] Guu JR, Ju YM, Hsieh HJ. Nectriaceae fungi collected from forests in Taiwan. *Bot Stud*, 2007, 48: 187-203

[20] Zhang XM, Zhuang WY. Phylogeny of some genera in the Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes) inferred from 28S nrDNA partial sequences. *Mycosystema*, 2006, 25: 15-22

[21] Schroers HJ. A monograph of *Bionectria* (Ascomycota, Hypocreales, Bionectriaceae) and its *Clonostachys* anamorphs. *Stud Mycol*, 2001, 46: 1-214

[22] Luo J, Zhuang WY. A new species and two new Chinese records of *Bionectria* (Bionectriaceae, Hypocreales). *Mycotaxon*, 2007, 101: 315-23

[23] Zhao P, Luo J, Zhuang WY. Practice towards DNA barcoding of some nectriaceous fungi. *Fung Diver*, 2010. doi: 10.1007/s13225-010-0064-y

[24] Li J, Liu S, Niu S, et al. Pyrrolidinones from the ascomycete fungus *Albonectria rigidiuscula*. *J Nat Prod*, 2009, 72: 2184-7