

# 粉褶菌属的分类学研究

韩文静

重庆师范大学生命科学学院, 重庆  
Email: 2607979163@qq.com

收稿日期: 2021年1月18日; 录用日期: 2021年2月17日; 发布日期: 2021年2月26日

---

## 摘要

粉褶菌属是一个庞大且复杂的分类群, 进行深入且系统的研究是有必要的。本文对粉褶菌属的研究进展进行综述, 为粉褶菌的研究累积理论基础。

## 关键词

粉褶菌属, 研究进展, 亚属, 分类学

---

# Taxonomic Study of *Entoloma* s.l.

Wenjing Han

College of Life Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing  
Email: 2607979163@qq.com

Received: Jan. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Feb. 17<sup>th</sup>, 2021; published: Feb. 26<sup>th</sup>, 2021

---

## Abstract

*Entoloma* (Fr.) P. Kumm. is a large and complex classification group, so it is necessary to conduct in-depth and systematic research. In this paper, the research progress of *Entoloma* is reviewed, which is the theoretical basis for the study of *Entoloma*.

## Keywords

*Entoloma*, Research Progress, Subgenus, Taxonomy

---

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

粉褶菌属 *Entoloma* (Fr.) P. Kumm. 由 Kummer 于 1871 年建立, 隶属于担子菌门(Basidiomycota), 层菌纲(Hymenomycet), 伞菌目(Agaricales), 粉褶菌科(Entolomataceae)。作为伞菌目第二大属, 粉褶菌属物种繁多, 分布范围广泛, 从高寒山地到盆地, 从寒带到热带都有粉褶菌属物种的分布。*Entoloma* 的真菌形态特征高度可变, 属内分类问题一直备受争议, Noordeloos [1]和 Romagnesi 等的学者认为应该将孢子从各个角度观察都呈现角形的真菌都归于 *Entoloma* s.l., 并在属下建立亚属, 另一些学者 Largent 和 Baroni 等人则将粉褶菌属 *Entoloma* s.l. 进一步划分为多个独立的属。本文采用 Noordeloos 和 Romagnesi 等人的观点, 就 *Entoloma* 的研究过程进行综述, 为 *Entoloma* 的研究累积理论基础。

## 2. 粉褶菌属的研究价值

粉褶菌属物种数目繁多, 由于该属物种的形态结构特殊, 复杂, 在食用和医疗方面都具有较高的经济价值, 具体如下:

① 粉褶菌属真菌中有些是重要的食用菌, 味道鲜美, 如败育粉褶菌 *Entoloma abortivum* (Berk. & M.A. Curtis) Donk [2], 蛋黄褐粉褶菌 *Entoloma saundersii* (Fr.) Sacc., 粗柄粉褶菌 *Entoloma sarcopum* Nagas. [3], 锥盖粉褶菌 *Entoloma turbidum* (Fr.) Quél. [2] [3]等。

② 粉褶菌属物种除食用价值外还具有药用价值, 如败育粉褶菌 *Entoloma abortivum* (Berk. & M.A. Curtis) Donk, 晶盖粉褶菌 *Entoloma clypeatum* (L.) P. Kumm. 具有抑制肿瘤的功效, 部分真菌应用于抗癌或实验抗癌, 如毒粉褶菌 *Entoloma sinuatum* (Bull.) P. Kumm [4] [5]。

③ 粉褶菌属中有些真菌具有食用价值, 也有一些臭名远扬的毒蘑菇, 加之粉褶菌属物种在不同的生态环境中形态差异较大, 导致人们误食中毒事件经常发生, 如在欧洲 *Entolomar hodopolium* (Fr.) Kummer 和美味的可食用菌 *Clitopilus prunulus* 形态学特征相似, 容易引起人们误食中毒[6] [7]; 此外毒粉褶菌 *Entoloma sinuatum* (Bull.) P. Kumm. 与粗柄粉褶菌 *Entoloma sarcopum* Nagas. 宏观形态相似, 时常因为误食而引起成人和儿童死亡[7]; 常见的毒蘑菇还有 *Entoloma nidorosum* (Fr.) Qual., 水银粉褶菌 *Entoloma omiense* (Hongo) E. Horak 等。

## 3. 粉褶菌属的形态与分布

粉褶菌属的真菌形态特征高度可变, 有但粉褶菌属的孢子从任何角度观察都呈现角形, 这是粉褶菌属真菌区别于其他伞菌的主要特征。粉褶菌属物种在全球分布, 但主要集中在热带和亚热带。该属物种生活习性多样, 大部分粉褶菌生活在潮湿的草地; 阴湿的土地; 腐殖质或阴暗的林地上; 个别粉褶菌营寄生在其他蘑菇上, 如 *Entoloma parasericum* [1]; 也有的粉褶菌子实体生长在地下, 如 *Entoloma prismaticum* [1]。

## 4. 粉褶菌的研究方法

传统的分类学很难满足形态高度变化的 *Entoloma* 的属内分类问题, 分子方法的应用为 *Entoloma* 的研究提供了新的渠道, 随着分子工具和形态学的结合使得 *Entoloma* 属内分类的研究更加深入。下面将从形态学和分子系统发育两个方面描述粉褶菌的研究方法。

### 4.1. 形态学研究

粉褶菌属的形态学研究与大多数伞菌的研究方法基本相似, 采集前在标本原生境拍照, 记录标本的形态和生存环境等信息, 并记录标本编号, 采集时间和地点。带回室内记录子实体大小形状、颜色、气味、受伤后是否发生颜色变化等宏观特征, 记录完成后 55℃烘干 12 小时, 干燥的标本密封保存。粉褶

菌属 *Entoloma* 显微特征主要在 5% KOH, 1% 刚果红, 蒸馏水和梅尔泽试剂中进行。蒸馏水主要用于胞内色素或胞壁色素等的观察(色素在 KOH 溶液中容易溶解消失), 梅尔泽试剂(Melzer's reagent)用于检测担孢子的孢子壁是否发生碘反应。担子和孢子在 5% KOH 试剂中, 使用 100 倍油镜测量, 每个子实体担子和孢子各测量 20 组数据。孢子测量侧面观的长度和宽度, 长度测量脐突至其最远一角的长度, 宽度测量与长度垂直最宽处的宽度, 测量值不包含脐突, 根据所测得数值计算  $Q$  与  $\bar{Q}$  ( $Q$  的意思是孢子长度和宽度的比值,  $\bar{Q}$  表示所有孢子的平均  $Q$  值  $\pm$  标准差); 担子的长度测量顶端到基部第一个分隔的长度, 宽度为最宽处的值, 小梗不计入测量范围中。除担子和孢子外囊状体、锁状联合、菌盖皮层类型、盖表皮丝宽度以及菌柄皮层等显微特征都是鉴定粉褶菌真菌的重要形态学特征。

## 4.2. 分子系统发育研究

随着分子技术在分类学中的不断普及, 分子系统发育分析在粉褶菌属的属内分类问题解决过程中有至关重要的作用, 分子研究主要集中在 *Entoloma* 属间系统发育分析[8] [9], 或者结合形态学进行 *Entoloma* 属内亚属的分类[10] [11] [12]。真核生物核糖体 rDNA 在种间差异很大, 粉褶菌属分子系统发育分析常用 ITS、RPB2、LSU、mtSSU [13] [14] [15] 基因片段, 近年来的分子系统发育分析常采用多基因片段组合进行系统发育分析。

## 5. 粉褶菌属研究概况

### 5.1. 粉褶菌属的建立过程

1753 年 Linneo 发现并描述了蘑菇属下物种 *Agaricus clypeatum*, 即现在的晶盖粉褶菌 *Entoloma clypeatum*, 这是人们对粉褶菌属物种最早的认识。1821 年 Fris [16] 建立了 *genere Agaricusserie hyporhodium*, 包括 *Leptonia*, *Nolanea*, *Eccilia* 和 *Mouceron* 四个分类族; 1838 年, Fris 又建立了粉褶蕈族 *tribus Entoloma*; 1870 年 Smith 建立了偏角菇族 *tribus Claudopus*; Kummer 于 1871 年将 *Entoloma*, *Leptonia*, *Nolanea*, *Eccilia* 以及 *Claudopus* 提升到属的水平; 1886 年 Quelét 建立了赤褶菇属 *genus Rhodophyllus*, 合并了粉褶菌属 *Entoloma*, 凹顶伞属 *Eccilia*, 丘伞属 *Nolanea*, 偏角菇属 *Claudopus* 以及小粉褶菌属 *Leptonia*, 但是属名 *Rhodophyllus* 并不符合国际植物命名法则, 根据法则合并后的属名应从现有的属名中选出[17], 1949 年 Donk 选择用 *Entoloma* 代替 *Rhodophyllus bus* 作为合并后的属名; 在粉褶菌属属内分类过程中, 法国真菌分类学家 Romangensi 根据粉褶菌属的形态特征重新建立了分类系统[18], 对后续粉褶菌的研究做出了重大贡献。后来随着粉褶菌属新物种不断地被报道, 一个又一个的亚属被提出或被合并, 粉褶菌属的属内亚属的鉴别特征在不断被修改, 至今该属的属内分类还存在问题。

### 5.2. 国外研究概况

欧洲和美洲关于粉褶菌属的研究历史比较悠久, 发表了较多专著, 对粉褶菌科 *Entolomataceae* 的研究, 粉褶菌属的界定至属内亚属的界定以及属间系统发育和属内系统发育都有比较深入的研究, 时至今日欧美地区仍有新种不断被报道; 欧美的分类学家对非洲, 大洋洲等地关于粉褶菌的研究也比较系统, 如 Noordeloos 等人对澳大利亚塔斯马尼亚群岛和非洲塞舌尔群岛就有较为系统的研究[19] [20]; 在亚洲国家, 近年来印度关于粉褶菌属的研究发展比较迅速, 报道了许多粉褶菌属的新物种[21] [22] [23] [24], 但仍未形成系统深入的研究。

### 5.3. 国内研究概况

中国领土辽阔, 经纬跨度大, 地理特征差异大, 气候各异, 真菌多样性丰富。我国关于粉褶菌属的研究起步比较晚, 大致可分为三个阶段:

① 早期阶段：我国关于粉褶菌的研究最早可以追溯到 1932 年邓书群报道的采自浙江的 *Entoloma salmoneum* (Peck) Sacc.，随后越来越多的采自我国的新种和新纪录种在各种专业性期刊和地方性真菌志中被报道[25] [26] [27] [28] [29]。

② 发展阶段：在 2008 年之前我国对于粉褶菌属的研究也仅限于新物种的报道，并未取得大的突破，自 2008 年开始李传华[30] [31]，何晓兰等人[13]结合粉褶菌科的相关研究成果，开始系统的深入的研究粉褶菌属，为后期粉褶菌属的分类研究奠定了基础。

③ 成熟阶段：随着分子生物学技术在粉褶菌分类和系统发育上的不断应用，我国对于粉褶菌属的分类研究和系统发育都取得了较大的突破[11] [32]。

#### 5.4. 粉褶菌属研究进展

近年来，粉褶菌属的属间系统发育分析和属内分类都取得了较好的进展。在属间系统发育分析方面：早期粉褶菌科的属间问题主要是基于形态学研究的，一直存在争议，2009 年 Co-David 等人[8]用 3 个基因片段进行粉褶菌科分子系统发育分析解决了粉褶菌科内部的属间关系，根据系统发育结果将 *Rhodogaster* 属和 *Richoniella* 属合并到 *Entoloma* 属，结合孢子的进化分析证明了 *Entoloma* 是单系的，同时提出将粉褶菌属保留为一个形态高度可变的大属。2011 年 Baroni 和 Matheny [9]进一步证实了 Co-David 等人的结论。在属内分类方面：① 2012 年 Noordeloos and Gates [19]根据 Co-David 等人的研究结果建议 *rhodopolium-group* 可以被视为一个亚群，2015 年 Kokkonen [12]利用分子系统发育分析将 Section *Rhodopolia*, sections *Polita* and *Pseudonolanea* 放入 *Entoloma* subgenus *Rhodopolia* (Fr.) Noordel. ex Kokkonen, comb. & stat. nov. 研究，同时定义了 *Rhodopolia* 亚属的形态学分类特征。② 2014 年 Vila [33]等人结合形态学和分子系统发育分析提出新的分类群 *Entoloma rusticoides-group*，认为该分类群包括 *Claudopus* 亚属中 *Entoloma rusticoides* 及其相关物种，并初步探究了 *Claudopus* 亚属与 *Entoloma rusticoides-group* 的关系；2019 年何晓兰[11]等人使用 4 个基因片段对粉褶菌属的分子系统发育分析进行了重建，显示传统意义上属于 *Claudopus* 亚属的 *Rusticoides-group* 是单系的，并且与 *Claudopus* 分离。

#### 6. 粉褶菌属研究的展望

粉褶菌属真菌数目达 1000 多种，形态特征变化大，且同一物种在不同的生态环境下形态学特征也有很大差异，这使得物种的鉴定和属内位置的确定具有一定难度。随着分子技术的迅速发展，对于粉褶菌属的研究越来越深入，*ITS* 基因片段能够很好的解决种间关系，*RPB2* 等基因片段的组合使用能够在解决大多数属内分类问题，但从辩证的角度来看目前粉褶菌属属内分类问题仍然存在，传统的形态学分类与系统发育分析的结果还不能完全吻合；许多研究者进行物种分类时更加偏向使用分子工具，其鉴定结果的正确性还有待进一步验证，形态学和分子工具怎么更好的结合仍需探究。相信随着科学技术的发展与多种方法的结合，粉褶菌属的研究必将更加系统，更加完善。

#### 参考文献

- [1] Noordeloos, M.E. (2004) *Entoloma* s.l. Fungi Europaei, Vol. 5a. Edizione Candusso, Alassio.
- [2] 李传华, 曲明清, 曹晖, 邓旺秋, 尚晓冬, 宋斌, 谭琦. 中国食用菌普通名名录[J]. 食用菌学报, 2013, 20(3): 50-72.
- [3] 戴玉成, 周丽伟, 杨祝良, 文华安, 图力古尔, 李泰辉. 中国食用菌名录[J]. 菌物学报, 2010, 29(1): 1-21.
- [4] 戴玉成, 杨祝良. 中国药用真菌名录及部分名称的修订[J]. 菌物学报, 2008, 27(6): 801-824.
- [5] 杨相甫, 李发启, 韩书亮, 李景原, 王太霞. 河南大别山药用大型真菌资源研究[J]. 植物科学学报, 2005, 23(4): 393-397.
- [6] Kondo, K., Nakamura, K., Ishigaki, T., Sakata, K., Obitsu, S., Noguchi, A., et al. (2017) Molecular Phylogenetic

- Analysis of New *Entoloma rhodopolium*-Related Species in Japan and Its Identification Method Using PCR-RFLP. *Scientific Reports*, 7, Article No. 14942. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14466-x>
- [7] Ammirati, J.F., Traquair, J.A., Horgen, P.A. and Burdsall, H.H. (1985) Poisonous Mushrooms of the Northern United States and Canada. *Quarterly Review of Biology*, No. 4.
- [8] Co-David, D., *et al.* (2009) Molecular Phylogeny and Spore Evolution of Entolomataceae. *Persoonia*, **23**, 147-176. <https://doi.org/10.3767/003158509X480944>
- [9] Baroni, T.J. and Matheny, B. (2011) A Re-Evaluation of Gasteroid and Cyphelloid Species of Entolomataceae from Eastern North America. *Harvard Papers in Botany*, **16**, 293-310. <https://doi.org/10.3100/0.25.016.0205>
- [10] Esteve-Raventós, F. and Cruz, M.D.L. (1998) *Entolomaexiguum*, a New Species of Subgenus *Claudopus* (Entolomataceae, Agaricales) from Spain. *Persoonia. Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, **17**, 141-144.
- [11] He, X.L., Horak, E., Wang, D., Li, T.H. and Gan, B.C. (2019) Descriptions of Five New Species in *Entoloma* Subgenus *Claudopus* from China, with Molecular Phylogeny of *Entoloma* s.l. *MycKeys*, **61**, 1-26. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.61.46446>
- [12] Kokkonen, K. (2015) A Survey of Boreal *Entoloma* with Emphasis on the Subgenus *Rhodopolia*. *Mycological Progress*, **14**, 116. <https://doi.org/10.1007/s11557-015-1135-y>
- [13] 何晓兰. 中国粉褶蕈属分类及粉褶蕈科分子系统学研究[D]: [博士学位论文]. 广州: 华南农业大学, 2012.
- [14] Osmundson, T.W., Vincent, A., Robert, *et al.* (2013) Filling Gaps in Biodiversity Knowledge for Macrofungi: Contributions and Assessment of an Herbarium Collection DNA Barcode Sequencing Project. *PLoS ONE*, **8**, e62419. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062419>
- [15] Dentinger, B.T.M., Didukh, M.Y. and Moncalvo, J.M. (2011) Comparing COI and ITS as DNA Barcode Markers for Mushrooms and Allies (Agaricomycotina). *PLoS ONE*, **6**, e25081. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025081>
- [16] Fries, E.M. (1821) *Systema mycologicum, sistens fungorum ordines, genera et species, huc usque cognitae*. Lundæ, ex officina Berlingiana.
- [17] Noordeloos, M.E. (1992) *Entoloma* s.l. Fungi Europaei, Vol. 5. Giovanna, Biella.
- [18] Romagnesi, H. and Gilles, G. (1979) Les *Rhodophylles* des forêts côtières du Gabon et de la Côte d'Ivoire. *Beihefte Nova Hedwigia*, **59**, 1-649.
- [19] Noordeloos, M.E. and Gates, G.M. (2012) *The Entolomataceae of Tasmania*. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4679-4>
- [20] Noordeloos, M.E. and Hausknecht, A. (2007) The Genus *Entoloma* (Basidiomycetes, Agaricales) of the Mascarenes and Seychelles. *Fungal Diversity*, **27**, 111-144.
- [21] Raj, K.N.A., Latha, K.P.D., Kumar, T.K.A. and Manimohan, P. (2014) A New Species of *Entoloma* from India. *Mycoscience*, **55**, 400-404. <https://doi.org/10.1016/j.myc.2014.01.003>
- [22] Raj, K.N.A. and Manimohan, P. (2016) Three New Species of *Entoloma* Subgenus *Nolanea* from India Based on Morphology and Molecular Phylogeny. *Phytotaxa*, **286**, 232-244. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.286.4.2>
- [23] Raj, K.N.A. and Patinjareveetil, M. (2017) Four New Species of *Entoloma* Subgenus *Pouzarella* from India. *Phytotaxa*, **307**, 101-112. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.307.2.1>
- [24] Acharya, K., Paloi, S., Sikder, R., Dutta, A.K. and Roy, A. (2017) *Entoloma Albotomentosum* (Entolomataceae): First Report from India Based on Morphological and Molecular (ITS Sequence) Data. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, **7**, 40-47. <https://doi.org/10.5943/cream/7/1/6>
- [25] 邓叔群. 中国的真菌[M]. 北京: 科学出版社, 1963: 595-596.
- [26] 谢支锡, 王云, 王柏. 长白山伞菌志[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1986: 156-170.
- [27] 毕志树, 郑国扬, 李泰辉. 广东粉褶蕈属的分类研究[J]. 真菌学报, 1986(3): 35-43.
- [28] 章卫民, 李泰辉. 海南省粉褶蕈属的分类研究(I) [J]. 真菌学报, 1994, 13(3): 188-198.
- [29] 章卫民, 毕志树, 李泰辉, 郑国扬. 海南省粉褶蕈属的分类研究(II) [J]. 真菌学报, 1994, 13(4): 260-263.
- [30] 李传华, 邓旺秋, 李泰辉. 中国粉褶蕈科分类研究[C]//中国菌物学会 2009 学术年会论文摘要集. 2009.
- [31] 李传华, 邓旺秋, 宋斌, 李泰辉, 沈亚恒, 杨伟东. 中国粉褶蕈科已知种类及分类问题[J]. 菌物研究, 2008, 6(3): 136-154.
- [32] Peng, W.H., He, X.L. and Gan, B.C. (2015) Morphological and Molecular Evidence for a New Species in *Entoloma* Subgenus *Claudopus* from Sichuan Province, Southwest China. *Mycoscience*, **56**, 326-331.
- [33] Vila, J., Caballero, F., Carbó, J., Alvarado, P. and Llimona, X. (2014) Preliminary Morphologic and Molecular Study of the *Entoloma rusticoides* Group (Agaricales-Basidiomycota). *Revista Catalana de Micologia*, **35**, 65-99.