

国家科学技术学术著作出版基金资助出版
中国科学院中国孢子植物志编辑委员会 编辑

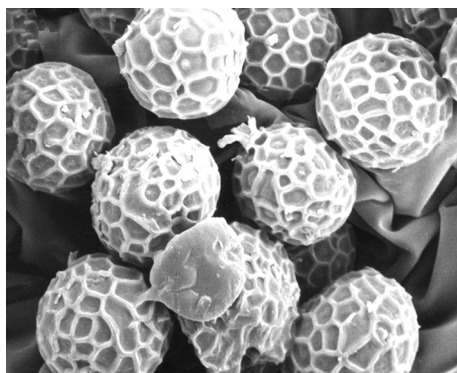
中 国 真 菌 志

第 三 十 九 卷

腥黑粉菌目
条黑粉菌目及相关真菌

郭 林 主编

中国科学院知识创新工程重大项目
国家自然科学基金重大项目
(国家自然科学基金委员会 中国科学院 国家科学技术部 资助)



科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

黑粉菌是重要的植物病原菌，可引起农作物及牧草的严重病害。本卷简要地介绍了黑粉菌的经济用途、世界黑粉菌的研究简史、黑粉菌的研究进展和黑粉菌新的分类系统，记述了黑粉菌 8 目 12 科 17 属 115 种，包括检索表，形态特征和分布。配有 196 幅黑粉菌孢子堆外观特征和黑粉孢子等光学和扫描电子显微照片。书末附有寄主植物各科、属、种上的中国黑粉菌名录，参考文献和索引。

本书可供菌物学科研人员、植物保护工作者、植病检疫工作者以及大专院校相关专业的师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国真菌志. 第 39 卷, 腥黑粉菌目、条黑粉菌目及相关真菌/郭林主编.
—北京: 科学出版社, 2011
(中国孢子植物志)
ISBN 978-7-03-031453-6

I. 中… II. 郭… III. ①真菌志-中国 ②黑粉菌目-真菌志-中国
IV. ①Q949.32 ②Q949.329

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 107781 号

责任编辑: 韩学哲 李晶晶/责任校对: 钟 洋

责任印制: 钱玉芬/责任设计: 槐寿明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社编务公司排版制作
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2011 年 7 月第一次印刷 印张: 9 1/2 插页: 18
印数: 1—800 字数: 214 000

定价: 60.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

CONSILIO FLORARUM CRYPTOGRAMARUM SINICARUM
ACADEMIAE SINICAE EDITA

FLORA FUNGORUM SINICORUM

VOL. 39

**TILLETIALES
UROCYSTIDALES
ENTORRHIZALES
DOASSANSIALES
ENTYLOMATALES
GEORGEFISCHERIALES**

REDACTOR PRINCIPALIS

Guo Lin

**A Major Project of the Knowledge Innovation Program
of the Chinese Academy of Sciences**

A Major Project of the National Natural Science Foundation of China

(Supported by the National Natural Science Foundation of China,
the Chinese Academy of Sciences, and the Ministry of Science and Technology of China)

Science Press

Beijing

中国孢子植物志第五届编委名单

(2007年5月)

主 编 魏江春

副 主 编 夏邦美 胡征宇 庄文颖 吴鹏程

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁兰平 王全喜 王幼芳 田金秀 吕国忠

刘杏忠 刘国祥 庄剑云 李增智 李仁辉

杨祝良 陈健斌 张天宇 郑儒永 胡鸿钧

施之新 姚一建 贾 渝 郭 林 高亚辉

谢树莲 戴玉成 魏印心

序

中国孢子植物志是非维管束孢子植物志，分《中国海藻志》、《中国淡水藻志》、《中国真菌志》、《中国地衣志》及《中国苔藓志》五部分。中国孢子植物志是在系统生物学原理与方法的指导下对中国孢子植物进行考察、收集和分类的研究成果；是生物多样性研究的主要内容；是物种保护的重要依据，对人类活动与环境甚至全球变化都有不可分割的联系。

中国孢子植物志是我国孢子植物物种数量、形态特征、生理生化性状、地理分布及其与人类关系等方面的综合信息库；是我国生物资源开发利用、科学研究与教学的重要参考文献。

我国气候条件复杂，山河纵横，湖泊星布，海域辽阔，陆生和水生孢子植物资源极其丰富。中国孢子植物分类工作的发展和《中国孢子植物志》的陆续出版，必将为我国开发利用孢子植物资源和促进学科发展发挥积极作用。

随着科学技术的进步，我国孢子植物分类工作在广度和深度方面将有更大的发展，对于这部著作也将不断补充、修订和提高。

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会

1984年10月·北京

中国孢子植物志总序

中国孢子植物志是由《中国海藻志》、《中国淡水藻志》、《中国真菌志》、《中国地衣志》及《中国苔藓志》所组成。至于维管束孢子植物蕨类未被包括在中国孢子植物志之内，是因为它早先已被纳入《中国植物志》计划之内。为了将上述未被纳入《中国植物志》计划之内的藻类、真菌、地衣及苔藓植物纳入中国生物志计划之内，出席 1972 年中国科学院计划工作会议的孢子植物学工作者提出筹建“中国孢子植物志编辑委员会”的倡议。该倡议经中国科学院领导批准后，“中国孢子植物志编辑委员会”的筹建工作随之启动，并于 1973 年在广州召开的《中国植物志》、《中国动物志》和中国孢子植物志工作会议上正式成立。自那时起，中国孢子植物志一直在“中国孢子植物志编辑委员会”统一主持下编辑出版。

孢子植物在系统演化上虽然并非单一的自然类群，但是，这并不妨碍在全国统一组织和协调下进行孢子植物志的编写和出版。

随着科学技术的飞速发展，人们关于真菌的知识日益深入的今天，黏菌与卵菌已被从真菌界中分出，分别归隶于原生动物界和管毛生物界。但是，长期以来，由于它们一直被当作真菌由国内外真菌学家进行研究；而且，在“中国孢子植物志编辑委员会”成立时已将黏菌与卵菌纳入中国孢子植物志之一的《中国真菌志》计划之内并陆续出版，因此，沿用包括黏菌与卵菌在内的《中国真菌志》广义名称是必要的。

自“中国孢子植物志编辑委员会”于 1973 年成立以后，作为“三志”的组成部分，中国孢子植物志的编研工作由中国科学院资助；自 1982 年起，国家自然科学基金委员会参与部分资助；自 1993 年以来，作为国家自然科学基金委员会重大项目，在国家基金委资助下，中国科学院及科技部参与部分资助，中国孢子植物志的编辑出版工作不断取得重要进展。

中国孢子植物志是记述我国孢子植物物种的形态、解剖、生态、地理分布及其与人类关系等方面的大型系列著作，是我国孢子植物物种多样性的重要研究成果，是我国孢子植物资源的综合信息库，是我国生物资源开发利用、科学研究与教学的重要参考文献。

我国气候条件复杂，山河纵横，湖泊星布，海域辽阔，陆生与水生孢子植物物种多样性极其丰富。中国孢子植物志的陆续出版，必将为我国孢子植物资源的开发利用，为我国孢子植物科学的发展发挥积极作用。

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会

主编 曾呈奎

2000 年 3 月 北京

Foreword of the Cryptogamic Flora of China

Cryptogamic Flora of China is composed of *Flora Algarum Marinarum Sinicarum*, *Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis*, *Flora Fungorum Sinicorum*, *Flora Lichenum Sinicorum*, and *Flora Bryophytorum Sinicorum*, edited and published under the direction of the Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China, Chinese Academy of Sciences (CAS). It also serves as a comprehensive information bank of Chinese cryptogamic resources.

Cryptogams are not a single natural group from a phylogenetic point of view which, however, does not present an obstacle to the editing and publication of the Cryptogamic Flora of China by a coordinated, nationwide organization. The Cryptogamic *Flora of China* is restricted to non-vascular cryptogams including the bryophytes, algae, fungi, and lichens. The ferns, a group of vascular cryptogams, were earlier included in the plan of Flora of China, and are not taken into consideration here. In order to bring the above groups into the plan of Fauna and Flora of China, some leading scientists on cryptogams, who were attending a working meeting of CAS in Beijing in July 1972, proposed to establish the Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China. The proposal was approved later by the CAS. The committee was formally established in the working conference of Fauna and Flora of China, including cryptogams, held by CAS in Guangzhou in March 1973.

Although myxomycetes and oomycetes do not belong to the Kingdom of Fungi in modern treatments, they have long been studied by mycologists. *Flora Fungorum Sinicorum* volumes including myxomycetes and oomycetes have been published, retaining for *Flora Fungorum Sinicorum* the traditional meaning of the term fungi.

Since the establishment of the editorial committee in 1973, compilation of Cryptogamic Flora of China and related studies have been supported financially by the CAS. The National Natural Science Foundation of China has taken an important part of the financial support since 1982. Under the direction of the committee, progress has been made in compilation and study of Cryptogamic Flora of China by organizing and coordinating the main research institutions and universities all over the country. Since 1993, study and compilation of the Chinese fauna, flora, and cryptogamic flora have become one of the key state projects of the National Natural Science Foundation with the combined support of the CAS and the National Science and Technology Ministry.

Cryptogamic Flora of China derives its results from the investigations, collections, and classification of Chinese cryptogams by using theories and methods of systematic and evolutionary biology as its guide. It is the summary of study on species diversity of cryptogams and provides important data for species protection. It is closely connected with human activities, environmental changes and even global changes. Cryptogamic Flora of China is a

comprehensive information bank concerning morphology, anatomy, physiology, biochemistry, ecology, and phytogeographical distribution. It includes a series of special monographs for using the biological resources in China, for scientific research, and for teaching.

China has complicated weather conditions, with a crisscross network of mountains and rivers, lakes of all sizes, and an extensive sea area. China is rich in terrestrial and aquatic cryptogamic resources. The development of taxonomic studies of cryptogams and the publication of Cryptogamic Flora of China in concert will play an active role in exploration and utilization of the cryptogamic resources of China and in promoting the development of cryptogamic studies in China.

C. K. Tseng

Editor-in-Chief

The Editorial Committee of the Cryptogamic Flora of China

Chinese Academy of Sciences

March, 2000 in Beijing

《中国真菌志》序

《中国真菌志》是在系统生物学原理和方法指导下，对中国真菌，即真菌界的子囊菌、担子菌、壶菌及接合菌四个门以及不属于真菌界的卵菌等三个门和黏菌及其类似的菌类生物进行搜集、考察和研究的成果。本志所谓“真菌”系广义概念，涵盖上述三大菌类生物(地衣型真菌除外)，即当今所称“菌物”。

中国先民认识并利用真菌作为生活、生产资料，历史悠久，经验丰富，诸如酒、醋、酱、红曲、豆豉、豆腐乳、豆瓣酱等的酿制，蘑菇、木耳、茭白作食用，茯苓、虫草、灵芝等作药用，在制革、纺织、造纸工业中应用真菌进行发酵，以及利用具有抗癌作用和促进碳素循环的真菌，充分显示其经济价值和生态效益。此外，真菌又是多种植物和人畜病害的病原菌，危害甚大。因此，对真菌物种的形态特征、多样性、生理生化、亲缘关系、区系组成、地理分布、生态环境以及经济价值等进行研究和描述，非常必要。这是一项重要的基础科学研究，也是利用益菌、控制害菌、化害为利、变废为宝的应用科学的源泉和先导。

中国是具有悠久历史的文明古国，从远古到明代的4500年间，科学技术一直处于世界前沿，真菌学也不例外。酒是真菌的代谢产物，中国酒文化博大精深、源远流长，有六七千年历史。约在公元300年的晋代，江统在其《酒诰》诗中说：“酒之所兴，肇自上皇。或云仪狄，又曰杜康。有饭不尽，委之空桑。郁结成味，久蓄气芳。本出于此，不由奇方。”作者精辟地总结了我国酿酒历史和自然发酵方法，比之意大利学者雷蒂(Radi, 1860)提出微生物自然发酵法的学说约早1500年。在仰韶文化时期(5000~3000 B. C.)，我国先民已懂得采食蘑菇。中国历代古籍中均有食用菇蕈的记载，如宋代陈仁玉在其《菌谱》(1245年)中记述浙江台州产鹅膏菌、松蕈等11种，并对其形态、生态、品级和食用方法等作了论述和分类，是中国第一部地方性食用蕈菌志。先民用真菌作药材也是一大创造，中国最早的药典《神农本草经》(成书于102~200 A. D.)所载365种药物中，有茯苓、雷丸、桑耳等10余种药用真菌的形态、色泽、性味和疗效的叙述。明代李时珍在《本草纲目》(1578)中，记载“三菌”、“五蕈”、“六芝”、“七耳”以及羊肚菜、桑黄、鸡枞、雪蚕等30多种药用真菌。李氏将菌、蕈、芝、耳集为一类论述，在当时尚无显微镜帮助的情况下，其认识颇为精深。该籍的真菌学知识，足可代表中国古代真菌学水平，堪与同时代欧洲人(如C. Clusius, 1529~1609)的水平比拟而无逊色。

15世纪以后，居世界领先地位的中国科学技术，逐渐落后。从18世纪中叶到20世纪40年代，外国传教士、旅行家、科学工作者、外交官、军官、教师以及负有特殊任务者，纷纷来华考察，搜集资料，采集标本，研究鉴定，发表论文或专辑。如法国传教士西博特(P. M. Cibot)1759年首先来到中国，一住就是25年，对中国的植物(含真菌)写过不少文章，1775年他发表的五棱散尾菌(*Lysurus mokusin*)，是用现代科学方法研究发表的第一个中国真菌。继而，俄国的波塔宁(G. N. Potanin, 1876)、意大利的吉拉迪(P. Giralddi, 1890)、奥地利的汉德尔-马泽蒂(H. Handel Mazzetti, 1913)、美国的梅里尔(E.

D. Merrill, 1916)、瑞典的史密斯(H. Smith, 1921)等共 27 人次来我国采集标本。研究发表中国真菌论著 114 篇册,作者多达 60 余人次,报道中国真菌 2040 种,其中含 10 新属、361 新种。东邻日本自 1894 年以来,特别是 1937 年以后,大批人员涌到中国,调查真菌资源及植物病害,采集标本,鉴定发表。据初步统计,发表论著 172 篇册,作者 67 人次以上,共报道中国真菌约 6000 种(有重复),其中含 17 新属、1130 新种。其代表人物在华北有三宅市郎(1908),东北有三浦道哉(1918),台湾有泽田兼吉(1912);此外,还有斋藤贤道、伊藤诚哉、平冢直秀、山本和太郎、逸见武雄等数十人。

国人用现代科学方法研究中国真菌始于 20 世纪初,最初工作多侧重于植物病害和工业发酵,纯真菌学研究较少。在一二十年代便有不少研究报告和学术论文发表在中外各种刊物上,如胡先骕 1915 年的“菌类鉴别法”,章祖纯 1916 年的“北京附近发生最盛之植物病害调查表”以及钱穉孙(1918)、邹钟琳(1919)、戴芳澜(1920)、李寅恭(1921)、朱凤美(1924)、孙豫寿(1925)、俞大绂(1926)、魏岳寿(1928)等的论文。三四十年代有陈鸿康、邓叔群、魏景超、凌立、周宗璜、欧世璜、方心芳、王云章、裘维蕃等发表的论文,为数甚多。他们中有的终生或大半生都从事中国真菌学的科教工作,如戴芳澜(1893~1973)著“江苏真菌名录”(1927)、“中国真菌杂记”(1932~1946)、《中国已知真菌名录》(1936, 1937)、《中国真菌总汇》(1979)和《真菌的形态和分类》(1987)等,他发表的“三角枫上白粉菌一新种”(1930),是国人用现代科学方法研究、发表的第一个中国真菌新种。邓叔群(1902~1970)著“南京真菌记载”(1932~1933)、“中国真菌续志”(1936~1938)、《中国高等真菌志》(1939)和《中国的真菌》(1963, 1996)等,堪称《中国真菌志》的先导。上述学者以及其他许多真菌学工作者,为《中国真菌志》研编的起步奠定了基础。

在 20 世纪后半叶,特别是改革开放以来的 20 多年,中国真菌学有了迅猛的发展,如各类真菌学课程的开设,各级学位研究生的招收和培养,专业机构和学会的建立,专业刊物的创办和出版,地区真菌志的问世等,使真菌学人才辈出,为《中国真菌志》的研编输送了新鲜血液。1973 年中国科学院广州“三志”会议决定,《中国真菌志》的研编正式启动,1987 年由郑儒永、余永年等编辑出版了《中国真菌志》第 1 卷《白粉菌目》,至 2000 年已出版 14 卷。自第 2 卷开始实行主编负责制,2.《银耳目和花耳目》(刘波主编,1992); 3.《多孔菌科》(赵继鼎,1998); 4.《小煤炱目 I》(胡炎兴,1996); 5.《曲霉属及其相关有性型》(齐祖同,1997); 6.《霜霉目》(余永年,1998); 7.《层腹菌目》(刘波,1998); 8.《核盘菌科和地舌菌科》(庄文颖,1998); 9.《假尾孢属》(刘锡琏、郭英兰,1998); 10.《锈菌目 I》(王云章、庄剑云,1998); 11.《小煤炱目 II》(胡炎兴,1999); 12.《黑粉菌科》(郭林,2000); 13.《虫霉目》(李增智,2000); 14.《灵芝科》(赵继鼎、张小青,2000)。盛世出巨著,在国家“科教兴国”英明政策的指引下,《中国真菌志》的研编和出版,定将为中华灿烂文化做出新贡献。

余永年 谨识
庄文颖

中国科学院微生物研究所
中国·北京·中关村
公元 2002 年 09 月 15 日

Foreword of *Flora Fungorum Sinicorum*

Flora Fungorum Sinicorum summarizes the achievements of Chinese mycologists based on principles and methods of systematic biology in intensive studies on the organisms studied by mycologists, which include non-lichenized fungi of the Kingdom Fungi, some organisms of the Chromista, such as oomycetes etc., and some of the Protozoa, such as slime molds. In this series of volumes, results from extensive collections, field investigations, and taxonomic treatments reveal the fungal diversity of China.

Our Chinese ancestors were very experienced in the application of fungi in their daily life and production. Fungi have long been used in China as food, such as edible mushrooms, including jelly fungi, and the hypertrophic stems of water bamboo infected with *Ustilago esculenta*; as medicines, like *Cordyceps sinensis* (caterpillar fungus), *Poria cocos* (China root), and *Ganoderma* spp. (lingzhi); and in the fermentation industry, for example, manufacturing liquors, vinegar, soy-sauce, *Monascus*, fermented soya beans, fermented bean curd, and thick broad-bean sauce. Fungal fermentation is also applied in the tannery, papermaking, and textile industries. The anti-cancer compounds produced by fungi and functions of saprophytic fungi in accelerating the carbon-cycle in nature are of economic value and ecological benefits to human beings. On the other hand, fungal pathogens of plants, animals and human cause a huge amount of damage each year. In order to utilize the beneficial fungi and to control the harmful ones, to turn the harmfulness into advantage, and to convert wastes into valuables, it is necessary to understand the morphology, diversity, physiology, biochemistry, relationship, geographical distribution, ecological environment, and economic value of different groups of fungi. *Flora Fungorum Sinicorum* plays an important role from precursor to fountainhead for the applied sciences.

China is a country with an ancient civilization of long standing. In the 4500 years from remote antiquity to the Ming Dynasty, her science and technology as well as knowledge of fungi stood in the leading position of the world. Wine is a metabolite of fungi. The Wine Culture history in China goes back 6000 to 7000 years ago, which has a distant source and a long stream of extensive knowledge and profound scholarship. In the Jin Dynasty (ca. 300 A.D.), JIANG Tong, the famous writer, gave a vivid account of the Chinese fermentation history and methods of wine processing in one of his poems entitled *Drinking Games* (Jiu Gao), 1500 years earlier than the theory of microbial fermentation in natural conditions raised by the Italian scholar, Radi (1860). During the period of the Yangshao Culture (5000—3000 B. C.), our Chinese ancestors knew how to eat mushrooms. There were a great number of records of edible mushrooms in Chinese ancient books. For example, back to the Song Dynasty, CHEN Ren-Yu (1245) published the *Mushroom Menu* (Jun Pu) in which he listed 11 species

of edible fungi including *Amanita* sp. and *Tricholoma matsutake* from Taizhou, Zhejiang Province, and described in detail their morphology, habitats, taxonomy, taste, and way of cooking. This was the first local flora of the Chinese edible mushrooms. Fungi used as medicines originated in ancient China. The earliest Chinese pharmacopoeia, *Shen-Nong Materia Medica* (Shen Nong Ben Cao Jing), was published in 102—200 A. D. Among the 365 medicines recorded, more than 10 fungi, such as *Poria cocos* and *Polyporus mylittae*, were included. Their fruitbody shape, color, taste, and medical functions were provided. The great pharmacist of Ming Dynasty, LI Shi-Zhen (1578) published his eminent work *Compendium Materia Medica* (Ben Cao Gang Mu) in which more than thirty fungal species were accepted as medicines, including *Aecidium mori*, *Cordyceps sinensis*, *Morchella* spp., *Termitomyces* sp., etc. Before the invention of microscope, he managed to bring fungi of different classes together, which demonstrated his intelligence and profound knowledge of biology.

After the 15th century, development of science and technology in China slowed down. From middle of the 18th century to the 1940's, foreign missionaries, tourists, scientists, diplomats, officers, and other professional workers visited China. They collected specimens of plants and fungi, carried out taxonomic studies, and published papers, exsiccatae, and monographs based on Chinese materials. The French missionary, P. M. Cibot, came to China in 1759 and stayed for 25 years to investigate plants including fungi in different regions of China. Many papers were written by him. *Lysurus mokusin*, identified with modern techniques and published in 1775, was probably the first Chinese fungal record by these visitors. Subsequently, around 27 man-times of foreigners attended field excursions in China, such as G. N. Potanin from Russia in 1876, P. Giralducci from Italy in 1890, H. Handel-Mazzetti from Austria in 1913, E. D. Merrill from the United States in 1916, and H. Smith from Sweden in 1921. Based on examinations of the Chinese collections obtained, 2040 species including 10 new genera and 361 new species were reported or described in 114 papers and books. Since 1894, especially after 1937, many Japanese entered China. They investigated the fungal resources and plant diseases, collected specimens, and published their identification results. According to incomplete information, some 6000 fungal names (with synonyms) including 17 new genera and 1130 new species appeared in 172 publications. The main workers were I. Miyake in the Northern China, M. Miura in the Northeast, K. Sawada in Taiwan, as well as K. Saito, S. Ito, N. Hiratsuka, W. Yamamoto, T. Hemmi, etc.

Research by Chinese mycologists started at the turn of the 20th century when plant diseases and fungal fermentation were emphasized with very little systematic work. Scientific papers or experimental reports were published in domestic and international journals during the 1910's to 1920's. The best-known are "Identification of the fungi" by H. H. Hu in 1915, "Plant disease report from Peking and the adjacent regions" by C. S. Chang in 1916, and papers by S. S. Chian (1918), C. L. Chou (1919), F. L. Tai (1920), Y. G. Li (1921), V. M. Chu (1924), Y. S. Sun (1925), T. F. Yu (1926), and N. S. Wei (1928). Mycologists who were active at the 1930's to 1940's are H. K. Chen, S. C. Teng, C. T. Wei, L. Ling, C. H. Chow, S. H. Ou,

S. F. Fang, Y. C. Wang, W. F. Chiu, and others. Some of them dedicated their lifetime to research and teaching in mycology. Prof. F. L. Tai (1893—1973) is one of them, whose representative works were “List of fungi from Jiangsu”(1927), “Notes on Chinese fungi”(1932—1946), *A List of Fungi Hitherto Known from China* (1936, 1937), *Sylloge Fungorum Sinicorum* (1979), *Morphology and Taxonomy of the Fungi* (1987), etc. His paper entitled “A new species of *Uncinula* on *Acer trifidum* Hook.& Arn.” was the first new species described by a Chinese mycologist. Prof. S. C. Teng (1902—1970) is also an eminent teacher. He published “Notes on fungi from Nanking” in 1932—1933, “Notes on Chinese fungi” in 1936—1938, *A Contribution to Our Knowledge of the Higher Fungi of China* in 1939, and *Fungi of China* in 1963 and 1996. Work done by the above-mentioned scholars lays a foundation for our current project on *Flora Fungorum Sinicorum*.

In 1973, an important meeting organized by the Chinese Academy of Sciences was held in Guangzhou (Canton) and a decision was made, uniting the related scientists from all over China to initiate the long term project “Fauna, Flora, and Cryptogamic Flora of China”. Work on *Flora Fungorum Sinicorum* thus started. Significant progress has been made in development of Chinese mycology since 1978. Many mycological institutions were founded in different areas of the country. The Mycological Society of China was established, the journals *Acta Mycological Sinica* and *Mycosystema* were published as well as local floras of the economically important fungi. A young generation in field of mycology grew up through postgraduate training programs in the graduate schools. The first volume of Chinese Mycoflora on the Erysiphales (edited by R. Y. Zheng & Y. N. Yu, 1987) appeared. Up to now, 14 volumes have been published: Tremellales and Dacrymycetales edited by B. Liu (1992), Polyporaceae by J. D. Zhao (1998), Meliolales Part I (Y. X. Hu, 1996), *Aspergillus* and its related teleomorphs (Z. T. Qi, 1997), Peronosporales (Y. N. Yu, 1998), Sclerotiniaceae and Geoglossaceae (W. Y. Zhuang, 1998), *Pseudocercospora* (X. J. Liu & Y. L. Guo, 1998), Uredinales Part I (Y. C. Wang & J. Y. Zhuang, 1998), Meliolales Part II (Y. X. Hu, 1999), Ustilaginaceae (L. Guo, 2000), Entomophthorales (Z. Z. Li, 2000), and Ganodermataceae (J. D. Zhao & X. Q. Zhang, 2000). We eagerly await the coming volumes and expect the completion of *Flora Fungorum Sinicorum* which will reflect the flourishing of Chinese culture.

Y. N. Yu and W. Y. Zhuang
Institute of Microbiology, CAS, Beijing
September 15, 2002

致 谢

中国科学院微生物研究所真菌地衣系统学重点实验室的王云章、刘锡琮、余永年、应建浙、胡复眉、徐连旺、宗毓臣、庄剑云、魏淑霞、田金秀、张小青、郭英兰、孙述霄、李滨、张虎成、李伟、刘娜、李振英、何双辉等同志和曾在本室工作过现已调离的马启明、韩树金、邢俊昌、刘恒英、刘荣、王庆之、于积厚、杨玉川、宋明华和邢延苏等同志曾采集黑粉菌标本，不胜感激。向作者馈赠黑粉菌标本的分别是沈阳农业大学的白金铠，德国的 K. Vánky，中国科学院昆明植物研究所的杨祝良，新疆农业大学的赵震宇和惠友为，甘肃农业大学的王生荣，内蒙古草原研究所的侯天爵和赤峰学院的刘铁志。这些标本对本研究很有帮助，在此深表谢意。承蒙中国科学院植物研究所刘亮、梁松筠、张树仁、陈文俐、周根生和曹子余，以及内蒙古师范大学的刘书润和内蒙古自治区科学技术委员会的朱宗元鉴定寄主植物标本；中国科学院微生物研究所真菌地衣系统学重点实验室的孙述霄、胡光荣和吕红梅同志在标本借阅、入藏、管理等方面给予了帮助；中国科学院微生物研究所苑兰翠、赵小平、董光军和谢家仪同志在冲印照片和扫描电镜观察方面给予了帮助，在此一并致谢。

美国农部菌物标本馆(BPI)，美国哈佛大学隐花植物标本馆(FH)，范基黑粉菌标本馆(HUV)，英国国际菌物研究所标本馆(IMI)，英国邱园植物标本馆(K)，中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)曾赠送或者借予作者馆藏模式标本和许多中国的黑粉菌标本，对这些标本馆的负责人及其工作人员表示感谢。作者曾经在中国科学院植物研究所标本馆(PE)莎草科植物上发现许多炭黑粉菌属的标本，对 PE 的负责人允许在植物标本上寻找黑粉菌标本表示感谢。

庄剑云、戴玉成和庄文颖对本书进行了仔细审阅，提出了宝贵意见，在此表示诚挚的谢意！

说 明

本书是我国腥黑粉菌目条黑粉菌目及相关真菌分类研究的总结,包括绪论、专论、附录、参考文献和索引五大部分。

绪论部分简要地介绍了黑粉菌的经济用途、世界黑粉菌的研究简史、黑粉菌研究的进展和黑粉菌新的分类系统。

专论和附录部分共描述了我国黑粉菌 17 属 115 种,包括属下分种检索表。黑粉菌纲、亚纲、目、科、属、种按新的分类系统排列。每个种包括正名、异名及其文献引证、形态描述和分布等。每个种记载的寄主和国内分布是根据作者研究的标本引注的。除少数标本注明标本馆的缩写外,其余括号内引证的号码均为中国科学院微生物研究所菌物标本馆(HMAS)的标本号。国内分布以我国直辖市以及各省、自治区的市、县、山或河流等单位,按 1977 年出版的《中华人民共和国分省地图集》(汉语拼音版)中地名出现的顺序排列。如果省、自治区后面无市、县、山等具体地名,则表示标本采集地不详。世界分布按 1995 年出版的《世界地图集》中地名出现的顺序排列。

文中黑粉菌拉丁学名命名者缩写,采用国际通用 Kirk 和 Ansell(1992)的缩写方法。

附录部分包括了我国黑粉菌目资料补遗、中国黑粉菌补遗和寄主植物各科、属、种上的中国黑粉菌名录。

本书引证标本时采用国际通用的标本馆缩写,缩写及全称如下:

BPI=Herbarium, U. S. National Fungus Collections, USA

FH=Harvard University Herbaria, USA

HKAS=中国科学院昆明植物研究所隐花植物标本馆

KUN=中国科学院昆明植物研究所标本馆

HMAS=中国科学院微生物研究所菌物标本馆

HUV=Herbarium Ustilaginales Vánky, Germany

IMI=CAB International Mycological Institute, United Kingdom

K=Herbarium, Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom

PE=中国科学院植物研究所标本馆

目 录

序

中国孢子植物志总序

《中国真菌志》序

致谢

说明

绪论	1
黑粉菌的经济用途	1
世界黑粉菌研究简史	1
黑粉菌研究进展	3
黑粉菌新的分类系统	4
黑粉菌和寄主植物	7
专论	9
黑粉菌纲 Ustilaginomycetes R. Bauer, Oberw. & Vánky	10
根肿黑粉菌亚纲 Entorrhizomycetidae R. Bauer & Oberw.	10
根肿黑粉菌目 Entorrhizales R. Bauer & Oberw.	10
根肿黑粉菌科 Entorrhizaceae R. Bauer & Oberw.	10
根肿黑粉菌属 <i>Entorrhiza</i> C. A. Weber	10
1. 滴点状根肿黑粉菌 <i>Entorrhiza guttiformis</i> M. Piepenbr. & S. R. Wang	11
外担菌亚纲 Exobasidiomycetidae Jülich, emend. R. Bauer & Oberw.	11
实球黑粉菌目 Doassansiales R. Bauer & Oberw.	11
实球黑粉菌科 Doassansiaceae (Azbukina & Karatygin) R. T. Moore ex P. M. Kirk, P. F. Cannon & J. C. David	12
裸球孢黑粉菌属 <i>Burrillia</i> Setch.	12
2. 雨久花裸球孢黑粉菌 <i>Burrillia ajrekari</i> Thirum.	12
实球黑粉菌属 <i>Doassansia</i> Cornu	13
3. 暗淡实球黑粉菌 <i>Doassansia opaca</i> Setch.	13
钩胞黑粉菌科 Rhamphosporaceae R. Bauer & Oberw.	13
钩胞黑粉菌属 <i>Rhamphospora</i> D. D. Cunn.	14
4. 睡莲钩胞黑粉菌 <i>Rhamphospora nymphaeae</i> D. D. Cunn.	14
费歇黑粉菌目 Georfischeriales R. Bauer, Begerow & Oberw.	15
无掷孢黑粉菌科 Eballistraceae R. Bauer, Begerow, A. Nagler & Oberw.	15
无掷孢黑粉菌属 <i>Eballistra</i> R. Bauer, Begerow, A. Nagler & Oberw.	15
5. 稻无掷孢黑粉菌 <i>Eballistra oryzae</i> (Syd. & P. Syd.) R. Bauer, Begerow, A. Nagler & Oberw.	15

费歇黑粉菌科 <i>Georgefischeriaceae</i> R. Bauer, Begerow & Oberw.	16
詹姆斯黑粉菌属 <i>Jamesdicksonia</i> Thirum., Pavgi & Payak.....	16
6. 荸荠詹姆斯黑粉菌 <i>Jamesdicksonia eleocharidis</i> (Sawada ex L. Ling) Vánky	17
叶黑粉菌目 <i>Entylomatales</i> R. Bauer & Oberw.	17
叶黑粉菌科 <i>Entylomataceae</i> R. Bauer & Oberw.	18
叶黑粉菌属 <i>Entyloma</i> de Bary	18
7. 酸浆叶黑粉菌 <i>Entyloma australe</i> Speg.	19
8. 大丽花叶黑粉菌 <i>Entyloma dahliae</i> Syd. & P. Syd.	19
9. 牻牛儿苗叶黑粉菌 <i>Entyloma erodii</i> Vánky.....	20
10. 鬼针草叶黑粉菌 <i>Entyloma guaraniticum</i> Speg.	20
11. 小孢叶黑粉菌 <i>Entyloma microsporum</i> (Unger) J. Schröt.	21
12. 毛茛叶黑粉菌 <i>Entyloma ranunculi-repentis</i> Sternon	21
腥黑粉菌目 <i>Tilletiales</i> Kreisel ex R. Bauer & Oberw.	22
腥黑粉菌科 <i>Tilletiaceae</i> Tul. & C. Tul.	22
尾孢黑粉菌属 <i>Neovossia</i> Körn.	22
13. 沼湿草尾孢黑粉菌 <i>Neovossia molinae</i> (Thüm.) Körn.	23
腥黑粉属 <i>Tilletia</i> Tul. & C. Tul.	23
14. 看麦娘腥黑粉菌 <i>Tilletia alopecuri</i> (Sawada) L. Ling.....	25
15. 野古草腥黑粉菌 <i>Tilletia arundinellae</i> L. Ling	25
16. 狼尾草腥黑粉菌 <i>Tilletia barclayana</i> (Bref.) Sacc. & P. Syd.	26
17. 雀麦腥黑粉菌 <i>Tilletia bromi</i> (Brockm.) Brockm.	27
18. 小麦网腥黑粉菌 <i>Tilletia caries</i> (DC.) Tul. & C. Tul.	27
19. 野青茅腥黑粉菌 <i>Tilletia deyeuxiae</i> L. Ling.....	28
20. 稻腥黑粉菌 <i>Tilletia horrida</i> Takah.	29
21. 小麦光腥黑粉菌 <i>Tilletia laevis</i> J. G. Kühn.....	29
22. 臭味腥黑粉菌 <i>Tilletia olida</i> (Riess) J. Schröt.	30
23. 稗腥黑粉菌 <i>Tilletia pulcherrima</i> Ellis & L. D. Galloway ex G. P. Clinton	31
24. 狗尾草腥黑粉菌 <i>Tilletia setariae</i> L. Ling.....	31
25. 狗尾草小孢腥黑粉菌 <i>Tilletia setariae-viridis</i> Vánky.....	32
黑粉菌亚纲 <i>Ustilaginomycetidae</i> Jülich, emend. R. Bauer & Oberw.	33
条黑粉菌目 <i>Urocystidales</i> R. Bauer & Oberw.	33
虚球黑粉菌科 <i>Doassansiopsaceae</i> Begerow, R. Bauer & Oberw.	33
虚球黑粉菌属 <i>Doassansiopsis</i> (Setch.) Dietel	33
26. 变形虚球黑粉菌 <i>Doassansiopsis deformans</i> (Setch.) Dietel	34
27. 广东虚球黑粉菌 <i>Doassansiopsis guangdongensis</i> S. H. He & L. Guo.....	35
条黑粉菌科 <i>Urocystidaceae</i> Begerow, R. Bauer & Oberw.	35
条黑粉菌属 <i>Urocystis</i> Rabenh. ex Fuckel	35
28. 芨芨草条黑粉菌 <i>Urocystis achnatheri</i> L. Guo	40
29. 冰草条黑粉菌 <i>Urocystis agropyri</i> (Preuss) A. A. Fisch. Waldh.	41

30. 冰草大孢条黑粉菌 <i>Urocystis agropyri-campestris</i> (Massenet) H. Zogg	42
31. 剪股颖条黑粉菌 <i>Urocystis agrostidis</i> (Lavrov) Zundel	43
32. 看麦娘条黑粉菌 <i>Urocystis alopecuri</i> A.B. Frank	44
33. 大火草条黑粉菌 <i>Urocystis antipolitana</i> Magnus	44
34. 阿尔山条黑粉菌 <i>Urocystis arxanensis</i> L. Guo	45
35. 北京条黑粉菌 <i>Urocystis beijingensis</i> L. Guo	45
36. 黑麦草条黑粉菌 <i>Urocystis bolivari</i> Bubák & Gonz. Frag.	45
37. 芸苔条黑粉菌 <i>Urocystis brassicae</i> Mundk.	46
38. 雀麦条黑粉菌 <i>Urocystis bromi</i> (Lavrov) Zundel	46
39. 拂子茅条黑粉菌 <i>Urocystis calamagrostidis</i> (Lavrov) Zundel	47
40. 赤峰条黑粉菌 <i>Urocystis chifengensis</i> L. Guo & T. Z. Liu	47
41. 星叶草条黑粉菌 <i>Urocystis circaeasteri</i> Vánky	48
42. 七筋菇条黑粉菌 <i>Urocystis clintoniae</i> (Kom.) Vánky	49
43. 翠雀条黑粉菌 <i>Urocystis delphinii</i> Golovin	49
44. 薯蓣条黑粉菌 <i>Urocystis dioscoreae</i> Syd. & P. Syd.	50
45. 敦煌条黑粉菌 <i>Urocystis dunhuangensis</i> S. H. He & L. Guo	50
46. 蚊子草条黑粉菌 <i>Urocystis filipendulae</i> (Tul.) J. Schröt.	50
47. 藁草条黑粉菌 <i>Urocystis fischeri</i> Körn. ex G. Winter	51
48. 颗粒条黑粉菌 <i>Urocystis granulosa</i> G. P. Clinton	51
49. 贺兰条黑粉菌 <i>Urocystis helanensis</i> L. Guo	52
50. 茅香条黑粉菌 <i>Urocystis hierochloae</i> (Murashk.) Vánky	52
51. 不规则条黑粉菌 <i>Urocystis irregularis</i> (G. Winter) Sävul.	53
52. 日本条黑粉菌 <i>Urocystis japonica</i> (Henn.) L. Ling	54
53. 落草条黑粉菌 <i>Urocystis koeleriae</i> L. Guo	55
54. 假稻条黑粉菌 <i>Urocystis leersiae</i> Vánky	55
55. 葱条黑粉菌 <i>Urocystis magica</i> Pass.	55
56. 臭草条黑粉菌 <i>Urocystis melicae</i> (Lagerh. & Liro) Zundel	56
57. 尼氏条黑粉菌 <i>Urocystis nevodovskyi</i> Schwarzman	56
58. 隐条黑粉菌 <i>Urocystis occulta</i> (Wallr.) Rabenh. ex Fuckel	57
59. 重楼条黑粉菌 <i>Urocystis paridis</i> (Unger) Thüm.	58
60. 早熟禾条黑粉菌 <i>Urocystis poae</i> (Liro) Padwick & A. Khan	58
61. 泽地早熟禾条黑粉菌 <i>Urocystis poae-palustris</i> Vánky	59
62. 报春条黑粉菌 <i>Urocystis primulicola</i> Magnus	59
63. 假银莲花条黑粉菌 <i>Urocystis pseudoanemones</i> Denchev, Kakish. & Y. Harada	60
64. 碱茅条黑粉菌 <i>Urocystis puccinelliae</i> L. Guo & H. C. Zhang	61
65. 白头翁条黑粉菌 <i>Urocystis pulsatillae</i> (Bubák) Moesz	61
66. 青海条黑粉菌 <i>Urocystis qinghaiensis</i> L. Guo	62
67. 毛茛条黑粉菌 <i>Urocystis ranunculi</i> (Lib.) Moesz	62
68. 鬼灯檠条黑粉菌 <i>Urocystis rodgersiae</i> (Miyabe ex S. Ito) Zundel	63

69. 四川条黑粉菌 <i>Urocystis sichuanensis</i> L. Guo	64
70. 中国条黑粉菌 <i>Urocystis sinensis</i> L. Guo	64
71. 孢堆条黑粉菌 <i>Urocystis sorosporioides</i> Körn. ex A. A. Fisch. Waldh.	65
72. 针茅条黑粉菌 <i>Urocystis stipae</i> McAlpine	65
73. 小麦条黑粉菌 <i>Urocystis tritici</i> Körn.	66
74. 羊茅条黑粉菌 <i>Urocystis ulei</i> Magnus	66
75. 王氏条黑粉菌 <i>Urocystis wangii</i> L. Guo	67
76. 锡林浩特条黑粉菌 <i>Urocystis xilinhotosensis</i> L. Guo & H. C. Zhang	68
77. 云南条黑粉菌 <i>Urocystis yunnanensis</i> L. Guo	68
附录 I 中国叶黑粉菌目资料补遗	70
78. 菊叶黑粉菌 <i>Entyloma compositarum</i> Farl.	70
附录 II 中国黑粉菌补遗	70
黑粉菌目 Ustilaginales G. Winter	70
炭黑粉菌科 Anthracoideaceae Denchev	70
79. 二蕊嵩草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea bistaminatae</i> L. Guo	71
80. 寸草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea duriusculae</i> L. Guo	71
81. 丝秆藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea filamentosae</i> L. Guo	72
82. 烈味藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea foetidae</i> H. Zogg	73
83. 红嘴藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea haematostomae</i> L. Guo	73
84. 异孢炭黑粉菌 <i>Anthracoidea heterospora</i> (B. Lindeb.) Kukkonen	74
85. 不规则炭黑粉菌 <i>Anthracoidea irregularis</i> (Liro) Boidol & Poelt	75
86. 喀纳斯炭黑粉菌 <i>Anthracoidea kanasensis</i> H. C. Zhang & L. Guo	75
87. 大花嵩草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea macranthae</i> L. Guo & S. R. Wang	76
88. 米萨藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea misandrae</i> Kukkonen	76
89. 米氏炭黑粉菌 <i>Anthracoidea mulenkoi</i> Piątek	77
90. 无味藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea pseudofoetidae</i> L. Guo	77
91. 高山嵩草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea pygmaea</i> L. Guo	77
92. 喜马拉雅嵩草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea royleanae</i> L. Guo	78
93. 石藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea rupestris</i> Kukkonen	78
94. 常绿炭黑粉菌 <i>Anthracoidea sempervirentis</i> Vánky	79
95. 刺毛藁草炭黑粉菌 <i>Anthracoidea setosae</i> L. Guo	79
96. 四川炭黑粉菌 <i>Anthracoidea setschwanensis</i> L. Guo	80
97. 陕西炭黑粉菌 <i>Anthracoidea shaanxiensis</i> L. Guo	80
98. 条纹炭黑粉菌 <i>Anthracoidea striata</i> H. C. Zhang & L. Guo	80
99. 西藏炭黑粉菌 <i>Anthracoidea xizangensis</i> L. Guo	81
100. 云南炭黑粉菌 <i>Anthracoidea yunnanensis</i> S. R. Wang & M. Piepenbr.	81
黑粉菌科 Ustilaginaceae Tul. & C. Tul.	81
101. 狼尾草无轴黑粉菌 <i>Macalpinomyces flaccidus</i> S. H. He & L. Guo	81
102. 双花草孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium andropogonis-annulati</i> (Bref.) S. R. Wang & M.	

Piepenbr.	82
103. 蔗茅孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium erianthi</i> (Syd. & P. Syd.) Vánky	82
104. 莠竹孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium microstegii</i> (S. Ahmad) L. Guo	83
105. 冠芒草孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium modestum</i> (Syd.) H. Scholz	83
106. 蒙大拿孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium montaniense</i> (Ellis & Holway) Vánky	83
107. 黄金茅孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium pollinianum</i> (Zundel) Vánky & Shivas	84
108. 小刺孢堆黑粉菌 <i>Sporisorium spinulosum</i> S. H. He & L. Guo	84
109. 黄芪楔孢黑粉菌 <i>Thecaphora affinis</i> W. G. Schneid. ex A. A. Fisch. Waldh.	85
110. 棘豆楔孢黑粉菌 <i>Thecaphora oxytropis</i> S. Y. Wang	86
111. 野青茅生黑粉菌 <i>Ustilago deyeuxicola</i> Vánky & L. Guo	86
112. 寸草黑粉菌 <i>Ustilago duriusculae</i> L. Guo	86
113. 格里菲思黑粉菌 <i>Ustilago griffithsii</i> Syd.	87
微球黑粉菌目 Microbotryales R. Bauer & Oberw.	87
微球黑粉菌科 Microbotryaceae R.T. Moore	87
114. 鸦葱微球黑粉菌 <i>Microbotryum scorzonerae</i> (Alb. & Schwein.) G. Deml & Prillinger	87
115. 珠芽蓼微球黑粉菌 <i>Microbotryum vivipari</i> S. H. He & L. Guo	88
附录 III 寄主植物各科、属、种上的中国黑粉菌名录	88
参考文献	99
索引	107
寄主植物汉名索引	107
寄主植物学名索引	111
真菌汉名索引	115
真菌学名索引	119
图版	

绪 论

黑粉菌的经济用途

某些黑粉菌能够有效地抑制野草的生长与疯狂的蔓延，能“对野草进行生物防治”(Kashefi & Vánky 2004)。在美国的夏威夷，从20世纪70年代起，胜红蓟叶黑粉菌 *Entyloma ageratinae* R. W. Barreto & H. C. Evans 已被成功地用于菊科植物河岸泽兰 *Eupatorium riparium* Regel[现用名：*Ageratina riparia* (Regel) R. M. King & H. Rob]的生物防治(Trujillo 1985, Barreto & Evans 1988)。在南非和新西兰，这种真菌同样用于防治河岸泽兰(Morin *et al.* 1997)。另一种菊科植物 *Scolymus hispanicus* L.的直根很长，可以达到60 cm，在草原上，它与其他植物竞争水分，并且可替代自然植被。由于这种植物是两年生且依靠种子繁殖的，故破坏其种子是控制这种植物的有效方法。茺蓟微球黑粉菌 *Microbotryum scolymi* (Juel) Vánky 全部寄生在这种菊科植物的花盘上，有效地破坏了植物的花器，使这种植物不能靠种子繁殖。因此，这种黑粉菌就像生物除草剂一样，被大面积地用来控制有害植物(Kashefi & Vánky 2004)。

世界黑粉菌研究简史

Vánky(2002)将黑粉菌的研究划分为四个时期。第一个时期是1755~1847年，其代表人物是 Tillet-Tulasne 和 Tulasne(1755~1847年)。第二个时期是1847~1953年，其代表人物是 Tulasne 和 Tulasne-Zundel(1847~1953年)。第三个时期是1953~1997年。第四个时期是1997年至今。

自古以来，黑粉菌皆可造成粮食减产，甚至绝收，引发饥荒，威胁民生。但是，1730年之前，人们对黑粉菌的认知基本上还处于朦胧状态。对于黑粉菌的病因及其控制，尚没有人做过初步的研究。那时，涉及黑粉菌的一些观念主要来自《圣经》。人们宁愿相信，黑粉菌、锈菌以及其他病害的发生，是上帝愤怒而惩罚人类的结果。而 McAlpine(1910)却认为，尽管希腊和罗马文字中没有出现小麦黑粉病一词，但并不等于古代就不知道有黑粉病。他认为普通的霉病或疫病名词中就隐含有黑粉病的词义。

(一) 第一个时期(1755~1847年)

1730年前后，人们开始用试验的方法解释黑粉菌病害。其目的是寻找控制黑粉菌病害的方法。法国人 Tillet 没有受过任何植物学的系统训练，但是，他说自己是“天生的试验家”。他的业余爱好就是试验，并对结果进行记录。他是进行真正试验的第一人，他试验的目的是发现控制小麦腥黑粉菌的手段。他的主要贡献是证实了小麦黑粉病是由于

小麦种子被黑粉孢子侵染而引发的。Tillet 进行了大量的试验,在他的试验中,一些小麦种子被黑粉孢子侵染后,从这些试验地点获得的所有的或几乎所有的小麦,皆被黑粉菌所感染,而由健康种子播植的地点,其生成的小麦粒基本上是健康的,只在少数麦粒上发现了小麦腥黑粉菌。这在当时是非常了不起的工作。黑粉菌的科学著作始于 Tillet(1755),他曾经获得皇家科学院波尔多文学科学和艺术奖。

半个世纪之后,法国科学家 Prevost(1807)对腥黑粉菌的黑粉孢子进行了萌发试验,观察了黑粉孢子在水中萌发的情形,并且偶然发现铜化合物对小麦腥黑粉病有防治作用。

(二) 第二个时期(1847~1953 年)

19 世纪中叶,黑粉菌的研究工作引起了真菌学巨匠们的关注。杰出的人物是 Tulasne 等(Tulasne L R and Tulasne C 1847, Tulasne L R 1854), de Bary(1853, 1874, 1884)和 Brefeld(1883, 1895, 1895 a, 1905, 1912)。Tulasne L R 和 Tulasne C (1847)兄弟根据黑粉孢子的萌发特征,第一次提出将黑粉菌分为两个科,即黑粉菌科和腥黑粉菌科。德国人 de Bary 是近代菌物学的奠基人。他研究了某些黑粉菌的生活史,证实了黑粉菌是植物寄生菌。Brefeld 的研究对于黑粉菌学的发展起到了巨大的推动作用。他详尽地研究了许多黑粉菌,包括玉米黑粉菌 *Ustilago maydis* (DC.) Corda 的黑粉孢子的萌发、侵染过程和分生孢子的融合等。

在此期间,欧美和大洋洲等国发表和出版了许多有关黑粉菌分类的文章和著作。例如,Plowright(1889)完成了英国黑粉菌和锈菌的专著。Rostrup(1890)记述了丹麦的黑粉菌。Clinton(1902, 1904, 1906)描述了北美的黑粉菌。McAlpine(1910)记载了澳大利亚的黑粉菌,包括黑粉菌的结构、生活史和分类。Liro(1924, 1938)报道了芬兰的黑粉菌。Cunningham(1924, 1945, 1945 a)发表了新西兰黑粉菌及其属种检索表。Zundel(1938, 1939)分别记载了南非和北美的黑粉菌。

Zundel(1953)的巨著 *The Ustilaginales of the World* 完成于 1945 年,历经艰辛,方于 1953 年发表。这期间,中国黑粉菌研究的开拓者凌立曾经帮助 Zundel 整理过手稿(Zundel 1951)。Zundel 的著作包括了截至 1945 年的全球所有已知黑粉菌的名称、出处、异名、描述、模式标本、寄主的范围和地理分布。该著作的发表进一步促进了黑粉菌的研究工作。

在此期间,凌立发表了大量令世人瞩目的有关黑粉菌的研究文章。他研究了亚洲许多国家的黑粉菌标本,除了中国以外,还有日本、朝鲜、印度、巴基斯坦、伊朗、菲律宾、印度尼西亚等国。凌立(1951)将亚洲的黑粉菌分为三个地理区域:①南亚,包括中国南部、印度、缅甸、中南半岛、马来半岛,形成一个自然的区域。许多黑粉菌的种从这里出发,向两个方向发展:一个方向是向相邻的太平洋岛国至澳大利亚,另一个方向是向非洲南部。②西亚,包括中东。有更多的黑粉菌延伸到地中海至北非,而不是南亚。③包括中国北部、朝鲜、日本和俄罗斯的亚洲大部。许多黑粉菌的种类与中欧和北欧的相似。

(三) 第三个时期(1953~1997 年)

在此期间,黑粉菌分类工作异常活跃,大量黑粉菌的志书在世界许多国家出版。这

些著作中的有关内容反映了种的不同概念。分子生物学研究表明,黑粉菌是不同源的(Gottschalk & Blanz 1985)。

(四) 第四个时期(1997 年至今)

黑粉菌隔膜孔和寄主寄生物相互关系的超微结构研究(Bauer *et al.* 1997)、分子生物学的研究(Begerow *et al.* 1997, 2000, Swann *et al.* 1999, Piepenbring *et al.* 1999, Bauer *et al.* 2001)、形态学特征和寄主植物分类学的研究成果促使产生了黑粉菌大量新属和属级以上的分类单位(Denchev 1997, Ershad 2000, Vánky 1999, 1999 a, 1999 b, 2000 a, 2001, 2001 a, 2001 c, Walker 2001)。下面将详细讨论黑粉菌的研究进展和新的分类系统。

黑粉菌研究进展

根据《菌物字典》(Hawksworth *et al.* 1995)第八版的分类系统可知,黑粉菌目 Ustilaginales 下设两个科,即黑粉菌科 Ustilaginaceae 和腥黑粉菌科 Tilletiaceae。根据传统定义(classical definition),黑粉菌是植物的寄生性小型真菌,产生的黑粉孢子(冬孢子)既是传播器官,也是抵御不良环境的器官。近期,根据传统的形态学特征、超微结构、化学和分子生物学信息提出了复合定义(complex definition),即黑粉菌不仅包括植物寄生性真菌,还包括腐生真菌和人类致病菌。这些植物寄生性真菌可以产生或不产生黑粉孢子(冬孢子)(Vánky 2002)。例如,外担菌目(Exobasidiales)产生担孢子,不产生黑粉孢子。黑粉菌纲的无性型在自然界中普遍存在,人们在不同的基物上分离到了大量黑粉菌无性型真菌。黑粉菌纲无性型有 *Malassezia*、*Tilletiopsis*、*Sympodiomyces* 和 *Pseudozyma* 等属(Boekhout 1987, 1991, 1995, Begerow *et al.* 2000, Sugiyama *et al.* 1991),其中某些属种是人类的致病菌。

近几年来,黑粉菌的界定和分类系统发生了根本的改变。根据《菌物字典》(Kirk *et al.* 2001)第九版的分类系统可知,担子菌门 Basidiomycota 包括三个纲:担子菌纲 Basidiomycetes、锈菌纲 Urediniomycetes 和黑粉菌纲 Ustilaginomycetes。

黑粉菌纲具有独特的细胞壁碳水化合物组成,葡萄糖占优势,缺少木糖,区别于锈菌和层菌(Prillinger *et al.* 1990, 1993)。黑粉菌纲与锈菌纲另一个区别特征是锈菌纲在隔膜孔上缺乏多层的内质网膜(桶孔覆垫)。黑粉菌纲的一个重要特征是存在寄主-寄生物相互作用区,具有独特的真菌泡囊沉积物,起因于初期相互作用泡囊的吐胞现象(Bauer *et al.* 1997)。这种特性在担子菌中是很特殊的。锈菌纲缺乏这种真菌泡囊沉积物。近代,分子生物学的研究(Blanz & Gottschalk 1984, Begerow *et al.* 1997)、生物化学的工作(Prillinger *et al.* 1991)和超微结构的研究对黑粉菌的分类系统产生了巨大的影响。

隔膜孔的结构在担子菌分类中起重要作用(Oberwinkler 1985, Wells 1994)。黑粉菌纲有 5 种隔膜类型(Bauer *et al.* 1997, 2001): ①具有两个膜帽的简单孔隔膜,以 *Doassingacallitrichis* (Liro) Vánky, Bauer & Begerow 为例,代表了黑斑黑粉菌科 Melanotaeniaceae、微座孢目 Microstromatales 和外担菌科 Exobasidiaceae 类型; ②具有两个外膜帽和两个无膜内板的简单孔隔膜(Bauer *et al.* 1995),以 *Ustacystis waldsteiniae* (Peck) Zundel 为例,代

表了条黑粉菌科 Urocystidaceae 和虚球黑粉菌科 Doassansiopsaceae 类型；③无膜帽或膜板的桶孔隔膜(Deml & Oberwinkler 1981), 以 *Entorrhiza casparyana* (Magnus) Lagerh. 为例, 代表了根肿黑粉菌目 Entorrhizales 类型；④具有模板的桶孔隔膜(Roberson & Luttrell 1989), 以狼尾草腥黑粉菌 *Tilletia barclayana* (Bref.) Sacc. & P. Syd. 为例, 代表了腥黑粉菌目 Tilletiales 类型；⑤无孔隔膜, 以白粉藤蛤孢黑粉菌 *Mycosyrinx cissi* (DC.) G. Beck 为例, 代表了黑粉菌目 Ustilaginales 和费歇黑粉菌目 Georfischeriales 类型。

Bauer 等(1997)提出的相互作用器官(interaction apparatus), 是指专化的真菌相互作用结构, 通过融合产生于初级相互作用结构。

近十几年来, 关于中国的黑粉菌有大量的黑粉菌论著问世(郭林 1997 a, 1997 b, 2001 a, 2005 c)。

黑粉菌新的分类系统

Tulasne L R 和 Tulasne C (1847) 将黑粉菌目分为 2 个科, 即黑粉菌科和腥黑粉菌科。黑粉菌科担子有隔膜, 担孢子侧生或顶生。而腥黑粉菌科担子无隔膜, 顶生担孢子。这种分类系统沿用了很长时间。近来, Swann 等 (1999)认为: “大量证据表明, 将担子特征作为系统演化和分类的标准一般是不妥的。”

关于黑粉菌属以上等级的划分, 近十年来发生了巨大的变化。通过超微结构和分子生物学方法的研究, 人们提出了新的分类系统(Bauer *et al.* 1997, 2001, 2001 a, Begerow *et al.* 1997, Vánky 1999, 2001, 2001 c)。根据 Vánky(2002)的记载, 黑粉菌已知 1450 个“传统”(具有黑粉孢子)的种属于 2 个纲, 黑粉菌纲和锈菌纲。黑粉菌纲下设 3 个亚纲: ①根肿黑粉菌亚纲 Entorrhizomycetidae; ②黑粉菌亚纲 Ustilaginomycetidae; ③外担菌亚纲 Exobasidiomycetidae。据初步统计, 黑粉菌有 8 个目, 26 个科, 85 个属(Denchev 2003, Piatek 2005, Vánky 2002, 2002 a, 2004, 2004 a, 2005 c, 2005 d, Vánky & Shivas 2006), 这个新的黑粉菌分类系统基本上得到了全世界黑粉菌学家的认可。本书采用该系统, 下面列出黑粉菌新的系统。

I. 黑粉菌纲 Ustilaginomycetes

1. 黑粉菌亚纲 Ustilaginomycetidae

1.1. 条黑粉菌目 Urocystidales

1.1.1. 黑斑黑粉菌科 Melanotaeniaceae

外冬孢黑粉菌属 *Exoteliospora*, 黑斑黑粉菌属 *Melanotaenium*, 埃尔斯黑粉菌属 *Yelsemia*。

1.1.2. 虚球黑粉菌科 Doassansiopsaceae

虚球黑粉菌属 *Doassansiopsis*。

1.1.3. 条黑粉菌科 Urocystidaceae

Melanustilospora, 异孢黑粉菌属 *Mundkurella*, 条黑粉菌属 *Urocystis*, 褐双孢黑粉菌属 *Ustacystis*, 范基黑粉菌属 *Vankyia*。

1.2. 黑粉菌目 Ustilaginales

1.2.1. 蛤孢黑粉菌科 Mycosyringaceae

蛤孢黑粉菌属 *Mycosyrinx*。

1.2.2. 球黑粉菌科 Glomosporiaceae

科氏黑粉菌属 *Kochmania*, 球黑粉菌属 *Glomosporium*, 楔孢黑粉菌属 *Thecaphora*, 托思黑粉菌属 *Tothiella* [Vánky (2004)将此属合并为楔孢黑粉菌属]。

1.2.3. 黑粉菌科 Ustilaginaceae

阿氏黑粉菌属 *Ahmadiago*, *Eriocaulago*, *Eriomoeszia*, *Eriosporium*, 丝孢黑粉菌属 *Farysporium*, 皮特黑粉菌属 *Franzpetrakia*, *Lundquistia*, 无轴黑粉菌属 *Macalpinomyces*, 莫氏黑粉菌属 *Moesziomyces*, 毛乐黑粉菌属 *Moreaua*, 独黑粉菌属 *Orphanomyces*, 枝生黑粉菌属 *Pericladium*, *Restiosporium*, 裂孢黑粉菌属 *Schizonella*, 孢堆黑粉菌属 *Sporisorium*, *Stegocintractia*, 特氏黑粉菌属 *Tranzscheliella*, 黑粉菌属 *Ustilago*。

1.2.4. 炭黑粉菌科 Anthracoideaceae

炭黑粉菌属 *Anthracoidea*, 环带黑粉菌属 *Planetella*。

1.2.5. 核黑粉菌科 Cintractiaceae

核黑粉菌属 *Cintractia*, 异亚团黑粉菌属 *Heterotolyposporium*, 胶膜黑粉菌属 *Kuntzeomyces*, 白核黑粉菌属 *Leucocintractia*, *Pilocintractia*, 黏膜黑粉菌属 *Testicularia*, 亚团黑粉菌属 *Tolyposporium*, 毛核黑粉菌属 *Trichocintractia*, 炭核黑粉菌属 *Ustanciosporium*。

1.2.6. Clintamraceae

Clintamra。

1.2.7. 皮堆黑粉菌科 Dermatosoraceae

皮堆黑粉菌属 *Dermatosorus*。

1.2.8. 丝黑粉菌科 Farysiaceae

丝黑粉菌属 *Farysia*。

1.2.9. Geminaginaceae

Geminago。

1.2.10. 瘤黑粉菌科 Melanopsichiaceae

瘤黑粉菌属 *Melanopsichium*。

1.2.11. Uleiellaceae

Uleiella。

1.2.12. Websdaneaceae

Websdanea。

2. 根肿黑粉菌亚纲 Entorrhizomycetidae

2.1. 根肿黑粉菌目 Entorrhizales

2.1.1. 根肿黑粉菌科 Entorrhizaceae

根肿黑粉菌属 *Entorrhiza*。

3. 外担菌亚纲 Exobasidiomycetidae

3.1. 实球黑粉菌目 Doassansiales

3.1.1. 实球黑粉菌科 Doassansiaceae

裸球孢黑粉菌属 *Burrillia*, *Entylomaster*, 实球黑粉菌属 *Doassansia*, *Doassinga*, 异

实球黑粉菌属 *Heterodoassansia*，南氏黑粉菌属 *Nannfeldtiomyces*，网孢黑粉菌属 *Narasimhania*，假皮堆黑粉菌属 *Pseudodermatosorus*，假实球黑粉菌属 *Pseudodoassansia*，假无皮栅孢黑粉菌属 *Pseudotracya*，无皮栅孢黑粉菌属 *Tracya*。

3.1.2. Melaniellaceae

Melaniella。

3.1.3. 钩胞黑粉菌科 Rhamphosporaceae

钩胞黑粉菌属 *Rhamphospora*。

3.2. 叶黑粉菌目 Entylomatales

3.2.1. 叶黑粉菌科 Entylomataceae

叶黑粉菌属 *Entyloma*。

3.3. 外担菌目 Exobasidiales

3.3.1. 座担菌科 Brachybasidiaceae

座担菌属 *Brachybasidium*，*Dicellomyces*，*Exobasidiellum*，二孢外担菌属 *Kordyana*，*Proliferobasidium*。

3.3.2. 外担菌科 Exobasidiaceae

外担菌属 *Exobasidium*，*Muribasidiospora*。

3.3.3. Cryptobasidiaceae

Botryoconis，*Climoconidium*，*Coniodictyum*，*Drepanoconis*，*Laurobasidium*。

3.3.4. 果黑粉菌科 Graphiolaceae

果黑粉菌属 *Graphiola*，蒲葵果黑粉菌属 *Stylina*。

3.4. 费歇黑粉菌目 Georgefischeriales

3.4.1. 费歇黑粉菌科 Georgefischeriaceae

费歇黑粉菌属 *Georgefischeria*，詹姆斯黑粉菌属 *Jamesdicksonia*。

3.4.2. 无掷孢黑粉菌科 Eballistraceae

无掷孢黑粉菌属 *Eballistra*。

3.4.3. 类腥黑粉菌科 Tilletiaceae

Phragmotenium，类腥黑粉菌属 *Tilletiaria*，层壁黑粉菌属 *Tolyposporella*。

3.5. 微座孢目 Microstromatales

3.5.1. 微座孢科 Microstromataceae

微座孢属 *Microstroma*。

3.5.2. Volvocisporiaceae

Volvocisporium。

3.6. 腥黑粉菌目 Tilletiales

3.6.1. 腥黑粉菌科 Tilletiaceae

Conidiosporomyces，歧黑粉菌属 *Erratomyces*，英氏黑粉菌属 *Ingoldiomyces*，尾孢黑粉菌属 *Neovossia*，奥氏黑粉菌属 *Oberwinkleria*，腥黑粉菌属 *Tilletia*。

II. 锈菌纲 Urediniomycetes

4.1. 微球黑粉菌目 Microbotryales

4.1.1. 微球黑粉菌科 Microbotryaceae

利罗黑粉菌属 *Liroa*, 微球黑粉菌属 *Microbotryum*, 轴黑粉菌属 *Sphacelotheca*, 间孢黑粉菌属 *Zundeliomyces*。

4.1.2. Ustilentylomataceae

Aurantiosporium, 鲍尔黑粉菌属 *Bauerago*, *Fulvisporium*, *Ustilentyloma*。

关于黑粉菌新的分类系统, Vánky(2002)总结了四点, 值得人们关注。

(1) *Microbotryales* 包括了大约 100 个种, 与锈菌接近, 被放在锈菌纲, 而不是黑粉菌纲。

(2) 黑粉菌包括了植物寄生性小型真菌、人类寄生菌和腐生真菌, 产生或不产生黑粉孢子(冬孢子)。

(3) 相似的孢子球结构来源于不同的、不相关的祖先。例如, *Doassansiopsaceae* 被放在了 *Urocystidales*, *Doassansiaceae* 却被放在了 *Doassansiales*, 它们都寄生于水生植物。

(4) 孢子球的存在与否不总是反应相近的亲缘关系。例如, *Orphanomyces* 和 *Schizonella* 既含有单个孢子的, 也有孢子球的。

新的分类系统导致了许多种的变动, 建立了许多新属(Vánky & Shivas 2006)。例如, ① *Ustilago* 和 *Sporisorium* 仅仅局限于禾本科植物(Vánky 1999)。②寄生在双子叶植物上、具有紫色黑粉孢子的种, 属于 *Urediniomycetes*, *Microbotryales* 的 *Microbotryum*; 不是紫色黑粉孢子的种, 则建立了许多新属(Vánky 1998)。③寄生在禾本科植物上, 具有暗色黑粉孢子, 原来属于 *Enytloma* 和 *Melanotaenium* 的种, 转移到 *Georgefischeriales* 的 *Eballistra*、*Jamesdicksonia* 或 *Phragmotaenium* (Bauer *et al.* 2001)。④真正的 *Enytloma* 和 *Melanotaenium* 的种仅仅局限于双子叶植物。

关于黑粉菌新的分类系统将 *Microbotryales* 放在 *Urediniomycetes* 的归类, McKenzie 和 Vánky(2001)曾经提出过不同的看法, 他们认为 *Microbotryales* 是真正的黑粉菌, 而不是锈菌。*Microbotryales* 与黑粉菌纲的真菌在孢子堆的形态、黑粉孢子的发生过程、担子的形态学和生活史等方面相同。本书作者同意这一观点。

黑粉菌和寄主植物

某些黑粉菌是腐生黑粉菌, 例如, 类腥黑粉菌属 *Tilletiaria*, 生活史中无寄生性阶段。绝大部分黑粉菌是兼性腐生菌, 以寄生为主。大部分黑粉菌产生黑粉孢子。某些寄生性黑粉菌不产生黑粉孢子, 例如, 外担菌目 *Exobasidiales* 和微座孢目 *Microstromatales* 仅产生担子和担孢子。

绝大部分黑粉菌寄生在被子植物上, 以单子叶植物为主。有 *Uleiella* 属的 2 个种寄生在裸子植物的 *Araucaria* 属植物上。有 3 种黑粉菌寄生在蕨类植物上。这些种类是: 外冬孢黑粉菌属 *Exoteliospora* 的 1 个种, 寄生在紫萁科 *Osmundaceae* 的紫萁属 *Osmunda* 植物上。*Melaniella* 属的 2 个种, 寄生在卷柏科 *Selaginellaceae* 的卷柏属 *Selaginella* 植物上。

产生黑粉孢子的黑粉菌仅有 11 个种寄生在木本植物上, 它们是 *Geminago* 属的 1 个种黑粉菌寄生在梧桐科 *Sterculiaceae* 的非洲白梧桐属 *Triplochiton* 植物上。异孢黑粉菌属 *Mundkurella* 的 4 个种寄生在五加科 *Araliaceae* 的五加属 *Aralia*、*Heptapleurum*、刺楸属

Kalopanax 和鹅掌柴属 *Schefflera* 植物上。枝生黑粉菌属 *Pericladium* 的 3 个种寄生在椴树科 Tiliaceae 的扁担杆属 *Grewia* 植物上, 1 个种寄生在胡椒科 Piperaceae 的胡椒属 *Piper* 植物上。*Uleiella* 属的 2 个种寄生在南洋杉科 Araucariaceae 的南洋杉属 *Araucaria* 植物上。

Vánky(2002)曾经以表格的方式列出寄生在 12 科寄主植物上的 1365 种黑粉菌, 列表如下:

寄主植物科上的世界已知黑粉菌种数

寄主植物科和种数	黑粉菌的种数	占全部已知黑粉菌的百分比	寄主植物种数与黑粉菌种数的比例
禾本科 Poaceae(9000)	800	55.2%	11 : 1
莎草科 Cyperaceae(4000)	220	15.2%	18 : 1
菊科 Asteraceae(25 000)	108	7.4%	231 : 1
蓼科 Polygonaceae(800)	50	3.4%	16 : 1
毛茛科 Ranunculaceae(2000)	50	3.4%	40 : 1
百合科 Liliaceae(3500)	32	2.2%	109 : 1
豆科 Leguminosae (17 000)	21	1.4%	809 : 1
灯心草科 Juncaceae(400)	18	1.2%	22 : 1
伞形科 Umbelliferae(3000)	18	1.2%	166 : 1
石竹科 Caryophyllaceae(2000)	17	1.17%	117 : 1
泽泻科 Alismataceae(100)	16	1.1%	6 : 1
玄参科 Scrophulariaceae(3000)	15	1.0%	200 : 1

目前, 全世界已知“真正的”黑粉菌有 1450 种, 占已知菌物 100 800 种的 1.4%。Vánky(2002)估计全世界黑粉菌会有 4000~4500 种。已知黑粉菌约占估计种数的 1/3。而菌物的已知种数与估计种数的比例约为 1 : 15(100 800 : 1 500 000)。因为, 全球估计有菌物 150 万种(Hawksworth 1991)。

约有 3000 种黑粉菌新种等待人们去发现。世界上还有很多地区需要专家去采集黑粉菌。例如, 热带和亚热带地区、高山和岛屿。《中国真菌志黑粉菌科》已经报道 151 种和 1 个变型(郭林 2000), 本书囊括了 110 种, 中国黑粉菌已知种类达到了 261 种和 1 个变型, Vánky 和 Guo (1986)估计中国有 600 种黑粉菌会记录在案。因此, 还有大量的新种和中国新记录种等待人们去发现。

黑粉菌在不同的季节会有不同的种类出现。在中国, 条黑粉菌属 *Urocystis* 的许多种在春季出现。多数黑粉菌出现在春末夏初, 例如, 黑粉菌属 *Ustilago* 的许多种在这个时期出现。

专 论

黑粉菌曾经被分为两个科，即黑粉菌科和腥黑粉菌科(Tulasne L R & Tulasne C 1847), 隶属黑粉菌目。《中国真菌志黑粉菌科》(郭林 2000)已经描述我国黑粉菌 16 属 139 种，以附录的形式描述了 12 个种和 1 个变型。

基于作者研究的标本，按照黑粉菌新的分类系统(Bauer *et al.* 1997), 本卷描述寄生在 18 科植物上的中国黑粉菌 17 属 115 种(见下表)。迄今为止，中国黑粉菌有 266 种和 1 个变型。

本卷黑粉菌在各科寄主植物上的种数

黑粉菌	禾本科	莎草科	毛茛科	百合科	豆科	十字花科	泽泻科	蓼科	睡莲科	报春花科	虎耳草科	蔷薇科	菊科	石蒜科	牻牛儿苗科	薯蓣科	茄科	雨久花科	黑粉菌的种数
炭黑粉菌属 <i>Anthracoidea</i>	22																		22
裸球孢黑粉菌属 <i>Burrillia</i>																		1	1
实球黑粉菌属 <i>Doassansia</i>							1												1
虚球黑粉菌属 <i>Doassansiopsis</i>							2												2
无掷孢黑粉菌属 <i>Eballistra</i>	1																		1
根肿黑粉菌属 <i>Entorrhiza</i>		1																	1
叶黑粉菌属 <i>Entyloma</i>				2									3		1		1		7
詹姆斯黑粉菌属 <i>Jamesdicksonia</i>		1																	1
无轴黑粉菌属 <i>Macalpinomyces</i>	1																		1
微球黑粉菌属 <i>Microbotryum</i>								1					1						2
尾孢黑粉菌属 <i>Neovossia</i>	1																		1
钩胞黑粉菌属 <i>Rhamphospora</i>									1										1
孢堆黑粉菌属 <i>Sporisorium</i>	7																		7
楔孢黑粉菌属 <i>Thecaphora</i>					2														2
腥黑粉菌属 <i>Tilletia</i>	12																		12
条黑粉菌属 <i>Urocystis</i>	26	1	11	4		3				1	1	1		1		1			50
黑粉菌属 <i>Ustilago</i>	3																		3
寄主科的黑粉菌种数	51	25	13	4	2	3	3	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	115