中国科学院中国孢子植物志编辑委员会 编著

中国真菌志

第三卷

肉鬘属及其相关有性型

齐祖同 主编

科学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中国科学院中国孢子植物志编辑委员会　编辑

中　国　真　菌　志

第五卷

曲霉属及其相关有性型

齐祖同　主编

国家自然科学基金"八五"重大项目
（国家科学技术委员会　国家自然科学
基金委员会　中国科学院　资助）

科学出版社

1997

CONSILIO FLORARUM CRYPTOGAMARUM SINICARUM
ACADEMIAE SINICAE EDITA

FLORA FUNGORUM SINICORUM

VOL. 5

ASPERGILLUS
ET
TELEOMORPHI COGNATI

REDACTOR PRINCIPALIS

Qi Zutong

SCIENCE PRESS
1997

内 容 简 介

曲霉是最常见的且具有重要经济意义的真菌之一。本卷介绍了曲霉的经济重要性、形态特征、分类系统和研究进展以及有关命名问题等；记述了我国曲霉及其相关有性型89个种和变种，包括检索表、形态描述、分布、讨论和经济意义。全部分类群都有显微描绘图，绝大部分还有彩色菌落图和显微摄影图。书末附有术语简释、参考文献和索引。

本书可供微生物学、真菌学科研人员以及从事发酵、生化工程、医药卫生、环境保护、粮食和工业器材贮存等有关工作者和大专院校有关师生使用和参考。

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 五 卷

曲霉属及其相关有性型

齐祖同 主编

责任编辑 王惠君

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997年10月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1997年10月第一次印刷 印张：13 1/2 插页：28

印数：1—1 200 字数：270 000

ISBN 7-03-005704-X/Q・681

定价：40.50元

曲霉属及其相关有性型

本 卷 著 者

齐祖同 孔华忠 孙曾美

（中国科学院微生物研究所真菌室）

AUCTORES

Qi Zutong Kong Huazhong Sun Zengmei

(*Facultas Mycologica, Instituti Microbiologici Academiae Sinicae*)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中国孢子植物志编辑委员会第四届编委名单

（1986年11月）

（右上角有*者为常委）

主　编　曾呈奎*

副主编　黎尚豪*　余永年*　魏江春*　吴鹏程*

编　委　（以姓氏笔划为序）

白金铠　刘　波　庄剑云*　齐雨藻　齐祖同*

朱浩然　毕列爵　李尧英　应建浙*　吴继农

邵力平　陈灼华　陆保仁　张峻甫　周培瑾*

郑柏林　郑儒永*　姜广正　赵震宇　胡人亮

胡鸿钧　倪达书　高　谦　韩福山　黎兴江

臧　穆

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，陆生与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

1995 年 4 月 · 北京

致　谢

承云南大学周应揆、王紫江等同志协助采集云南、四川和贵州的部分样品并分离提供菌株，中国科学院西北高原生物研究所李家藻，原中国医学科学院卫生研究所刘兴玠、罗雪云，陕西省畜牧兽医研究所汪昭贤，黑龙江商学院周学文，中国科学院生态环境研究中心谢淑敏，湖南进出口商品检验局岳新民，哈尔滨医科大学安美玉，河南医科大学甄应中，广西医科大学刘锦玲，上海华山医院王家俊，北京市卫生防疫站贾珍珍，以及其他单位的有关同志提供菌株；新疆农业大学赵震宇，云南农业大学张中义，天津市工业微生物研究所郑铁曾，中国科学院微生物研究所陈桂清、陈庆涛、程秀兰、崔福绵、郭英兰、卯晓岚、王先业、文华安、张小青、庄剑云、宗毓臣等以及其他单位的同志协助采集样品，作者表示诚挚的感谢。

我们还要深切感谢日本的宇田川俊一（S. Udagawa）博士赠予我们有关文献资料；英国的 Z. Kozakiewicz 博士、荷兰的 R. A. Samson 博士、日本的村上英也（H. Murakami）博士、美国的 K. B. Raper 教授，还有 F. A. Draughon 博士寄赠和交换了许多模式株或可靠株与有关菌种进行研究比较。

中国科学院微生物研究所的郑儒永、魏江春等同志为我们解答有关命名上的一些问题；韩者芳、简荔、朱向菲等同志为我们描线条图；苑兰翠同志为我们拍摄菌落图和印放显微摄影图；初昭峤、董光军、边庆和、刘汝臻同志拍摄扫描电镜图；书中还引用宇田川俊一博士和台湾大学曾显雄（S. S. Tzean）博士等的 7 个种的描述和描绘图；在此一并致以深切的谢意。

说　明

本书是对我国曲霉分类研究的成果。全书包括绪论、专论、补充资料、附录、参考文献、索引和图版七大部分。

绪论中概括地叙述了曲霉的经济重要性、形态和描述、分类和有关命名问题以及我国对曲霉研究的简介。

专论部分叙述我国曲霉属 14 个组的 82 个种和变种；其中有 26 个具有性型，分别隶属于子囊菌的裸胞壳、散囊菌、新萨托菌和石座菌 4 个属。分类是以 Raper 和 Fennell（1965）的系统作为主要依据，另外根据以后的有关资料和分类研究进展，包括两次国际青霉和曲霉研讨会的会议录（1985，1990）以及作者自己的研究作了部分调整和修订。遵循国际植物命名法规的有关条款。为了避免重复，凡具无性型和有性型的分类群都在其相关的有性型属中叙述。属按学名字母顺序排列，亚属和组按 Samson 等（1985）的曲霉属以下分类群的顺序排列；包括正名、异名、有性型（或无性型）名称及其文献引证、形态描述、模式种、讨论以及分亚属、组和种的检索表。组以下的种和变种按学名字母顺序排列，包括正名、异名、有性型（或无性型）名称及其文献引证、形态描述、分布（顺序按《中华人民共和国行政区划简册》，民政部编，地图出版社出版，1993）、基物、模式产地、世界分布（根据文献资料，按国名 ABC 顺序，不包括中国）和讨论。对重要的菌种还简述了经济意义。全部分类群都有显微镜描绘图。

在补充资料中，补充了我们因无材料而无法直接进行研究但其他作者曾作过描述的分离自我国材料的 7 个种的汉译资料和显微描绘图。

附录部分包括用于曲霉形态描述的常用术语简释和培养基配方。

参考文献按作者姓名字母顺序排列，我国作者按汉语拼音顺序排列，其他非英语国家作者按拉丁化后的字母顺序排列。

索引部分包括汉字名词和名称索引，以首字汉语拼音顺序排列，学名索引按学名字母顺序排列。

最后是图版，包括彩色菌落图 14 版〔除另加注明者外，均为在查氏琼脂（CA）上 25℃ 10—14 天的培养物〕和显微摄影图 42 版。

书中引证的各分类群菌株是作者从国内各地采样分离、收集以及其他单位提供并经作者研究的，除 AS 为中国科学院微生物研究所菌种保藏室编号外，MQ 和 C 为作者编号，活培养物保存于中国科学院微生物研究所一室。

目　录

序

致谢

说明

绪论 …… 1

经济重要性 …… 1

形态和描述 …… 4

分类和命名 …… 10

概述 …… 10

曲霉属以下的分类单位 …… 12

曲霉属的有性型 …… 13

命名的有关问题 …… 15

中国曲霉研究简史 …… 16

专论 …… 18

曲霉属 *Aspergillus* Mich. ex Link: Fr. …… 18

曲霉亚属 Subgen. *Aspergillus* …… 19

曲霉组 Sect. *Aspergillus* …… 20

多育曲霉 *A. proliferans* Smith …… 20

局限组 Sect. *Restricti* Gams *et al.* …… 22

浅蓝灰曲霉 *A. caesiellus* Saito …… 23

帚状曲霉 *A. penicillioides* Speg. …… 24

局限曲霉 *A. restrictus* Smith …… 25

烟色亚属 Subgen. *Fumigati* Gams *et al.* …… 27

烟色组 Sect. *Fumigati* …… 27

烟曲霉原变种 *A. fumigatus* Fres. var. *fumigatus* …… 28

烟曲霉椭孢变种 *A. fumigatus* Fres. var. *ellipticus* Raper & Fenn. …… 30

烟束曲霉 *A. fumisynnematus* Horie *et al.* …… 31

绿垂曲霉 *A. viridinutans* Ducker. & Thrower …… 33

棒状亚属 Subgen. *Clavati* Gams *et al.* …… 34

棒状组 Sect. *Clavati* …… 34

矮棒曲霉 *A. clavatonanicus* Bat. *et al.* …… 35

棒曲霉 *A. clavatus* Desm. …… 36

巨大曲霉 *A. giganteus* Wehmer …… 37

巢状亚属 Subgen. *Nidulantes* Gams *et al.* …… 39

巢状组 Sect. *Nidulantes* …… 39

具黄曲霉 *A. aureolatus* Munt.-Cvet. & Bata …… 40

埃及曲霉 *A. egyptiacus* Moub. & Moust. …… 41

合阳曲霉 *A. heyangensis* Qi *et al.* …… 43
爪甲曲霉 *A. unguis* (Emile-Weil & Gaud.) Thom & Raper …… 44
杂色组 Sect. *Versicolores* Gams *et al.* …… 46
粒落曲霉 *A. granulosus* Raper & Thom …… 47
两形头曲霉 *A. janus* Raper & Thom …… 48
聚多曲霉 *A. sydowii* (Bain. & Sart.) Thom & Church …… 50
杂色曲霉原变种 *A. versicolor* (Vuill.) Tirab. var. *versicolor* …… 51
杂色曲霉疣梗变种 *A. versicolor* (Vuill.) Tirab. var. *protuberus* (Munt.-Cvet.) Kozak. …… 54
焦色组 Sect. *Usti* Gams *et al.* …… 55
弯头曲霉 *A. deflectus* Fenn. & Raper …… 56
红紫曲霉 *A. puniceus* Kwon & Fenn. …… 57
焦曲霉 *A. ustus* (Bain.) Thom & Church …… 59
土色组 Sect. *Terrei* Gams *et al.* …… 61
土曲霉原变种 *A. terreus* Thom var. *terreus* …… 61
土曲霉金色变种 *A. terreus* Thom var. *aureus* Thom & Raper …… 63
黄梗组 Sect. *Flavipedes* Gams *et al.* …… 64
肉色曲霉 *A. carneus* Blochw. …… 65
黄柄曲霉 *A. flavipes* (Bain. & Sart.) Thom & Church …… 66
雪白曲霉 *A. niveus* Blochw. …… 68
环绕亚属 Subgen. *Circumdati* Gams *et al.* …… 69
温特组 Sect. *Wentii* Gams *et al.* …… 70
埋藏曲霉 *A. sepultus* Tuth. & Christ. …… 71
栖土曲霉 *A. terricola* March. …… 72
温特曲霉原变种 *A. wentii* Wehmer var. *wentii* …… 73
温特曲霉烟色变种 *A. wentii* Wehmer var. *fumeus* Qi & Sun …… 75
黄绿组 Sect. *Flavi* Gams *et al* …… 76
黄曲霉原变种 *A. flavus* Link: Fr. var. *flavus* …… 78
黄曲霉柱头变种 *A. flavus* Link: Fr. var. *columnaris* Raper & Fennell …… 80
米曲霉原变种 *A. oryzae* (Ahlb.) Cohn var. *oryzae* …… 82
米曲霉疏展变种 *A. oryzae* (Ahlb.) Cohn var. *effusus* (Tirab.) Ohara …… 84
寄生曲霉 *A. parasiticus* Speare …… 85
酱油曲霉 *A. sojae* Sakag. & Yamada *ex* Murak. …… 86
溜曲霉 *A. tamarii* Kita …… 88
毒曲霉 *A. toxicarius* Murak. …… 89
肇庆曲霉 *A. zhaoqingensis* Qi & Sun …… 91
黑色组 Sect. *Nigri* Gams *et al.* …… 92
泡盛曲霉 *A. awamori* Nakaz. …… 94
炭黑曲霉 *A. carbonarius* (Bain.) Thom …… 95
臭曲霉 *A. foetidus* Thom & Raper …… 96
日本曲霉原变种 *A. japonicus* Saito var. *japonicus* …… 98
日本曲霉棘孢变种 *A. japonicus* Saito var. *aculeatus* (Iizuka) Al-Musallam …… 99
黑曲霉 *A. niger* v. Tiegh. …… 100

需要全本请访问 www.ertongbook.com

塔宾曲霉 *A. tubingensis* Moss. …… 103
环绕组 Sect. *Circumdati* …… 104
洋葱曲霉 *A. alliaceus* Thom & Church …… 105
硫色曲霉 *A. sulphureus* (Fres.) Wehmer …… 105
兔粪曲霉 *A. leporis* States & Christ. …… 107
蜂蜜曲霉 *A. melleus* Yukawa …… 108
赭曲霉 *A. ochraceus* Wilh. …… 110
孔曲霉 *A. ostianus* Wehmer …… 112
佩特曲霉 *A. petrakii* Vörös …… 113
菌核曲霉 *A. sclerotiorum* Huber …… 115
亮白组 Sect. *Candidi* Gams *et al.* …… 116
亮白曲霉 *A. candidus* Link …… 117
裸胞壳属 *Emericella* Berk. & Br. …… 118
无冠裸胞壳 *E. acristata* (Fenn. & Raper) Horie …… 120
皱折裸胞壳 *E. corrugata* Udag. & Horie …… 122
刺孢裸胞壳 *E. echinulata* (Fenn. & Raper) Horie …… 123
构巢裸胞壳 *E. nidulans* (Eid.) Vuill. …… 124
四脊裸胞壳 *E. quadrilineata* (Thom & Raper) Benjamin …… 127
褶皱裸胞壳 *E. rugulosa* (Thom & Raper) Benjamin …… 128
波状裸胞壳 *E. undulata* Kong & Qi …… 129
异冠裸胞壳 *E. variecolor* Berk. & Br. …… 131
散囊菌属 *Eurotium* Link: Fr. …… 132
阿姆斯特丹散囊菌 *E. amstelodami* Mangin …… 134
谢瓦散囊菌 *E. chevalieri* Mangin …… 136
肋状散囊菌 *E. costiforme* Kong & Qi …… 138
冠突散囊菌 *E. cristatum* (Raper & Fennell) Malloch & Cain …… 139
刺孢散囊菌 *E. echinulatum* Delacr. …… 142
蜡叶散囊菌 *E. herbariorum* (Wiggers: Fr.) Link …… 143
匍匐散囊菌原变种 *E. repens* de Bary var. *repens* …… 145
匍匐散囊菌伪灰变种 *E. repens* de Bary var. *pseudoglaucum* (Bloch.) Kozak. …… 147
赤散囊菌 *E. rubrum* König *et al.* …… 149
高渗散囊菌 *E. tonophilum* Ohts. …… 150
瘤突散囊菌 *E. tuberculatum* Qi & Sun …… 152
新萨托菌属 *Neosartorya* Malloch & Cain …… 153
浅黄新萨托菌 *N. aureola* (Fenn. & Raper) Malloch & Cain …… 154
费希新萨托菌 *N. fischeri* (Wehmer) Malloch & Cain …… 155
光滑新萨托菌 *N. glabra* (Fenn. & Raper) Kozak. …… 157
四绕新萨托菌 *N. quadricincta* (Yuill) Malloch & Cain …… 158
刺孢新萨托菌 *N. spinosa* (Raper & Fenn.) Kozak. …… 160
宽脊新萨托菌 *N. stramenia* (Novak & Raper) Malloch & Cain …… 161
石座菌属 *Petromyces* Malloch & Cain …… 162
洋葱石座菌 *P. alliaceus* Malloch & Cain …… 163

中国曲霉属及其相关有性型的补充资料 …… 165
糙孢曲霉 *Aspergillus asperescens* Stolk …… 165
燕麦曲霉 *A. avenaceus* Smith …… 166
丛簇曲霉 *A. caespitosus* Raper & Thom …… 167
弗莱曲霉 *A. flaschentraegeri* Stolk …… 168
黄叉曲霉 *A. flavofurcatis* Bat. & Maia …… 169
茴香裸胞壳 *Emericella foeniculicola* Udag. …… 170
匙囊新萨托菌 *Neosartorya spathulata* Takada & Udag. …… 171
附录 …… 174
术语简释 …… 174
培养基 …… 177
参考文献 …… 178
索引 …… 188
名词汉字索引 …… 188
名词英文索引 …… 190
真菌汉名索引 …… 192
真菌学名索引 …… 195
图版及其说明 …… 199

绪　论

曲霉属（*Aspergillus* Mich. ex Link：Fr.）是自然界分布最普遍的腐生菌类之一，几乎是到处存在。由于曲霉产生大量的孢子和具有多种多样的生化活性，有的菌种适高温或高渗透压，使它们能在不同的环境和基物上生长。它们是土壤和大气微生物区系的正常组成部分，并参与自然界物质的分解过程；许多种具有重要的经济意义，少数可引起人和其他动物致病或寄生于昆虫，与医学卫生有关。多数曲霉在生活史中只具无性型（无性阶段）（anamorph），属于半知菌类，一部分曲霉则具有性型（有性阶段）（teleomorph），属于子囊菌类。

经济重要性

曲霉属的许多菌种在传统的酿造业和现代的发酵工业以及生物工程中被广泛利用，另外则有许多菌种引起谷物、食品、饲料以及工业材料和制品的霉腐变质。有些曲霉还能产生多种真菌毒素，在食品卫生方面已受到普遍重视。少数曲霉是人和动物的致病菌。因此无论从利用或危害方面考虑，曲霉与人类的关系都很密切。

一、利用方面

曲霉用于传统的酿造业已有悠久的历史，东方的制酒、制酱、酱油、豆豉和味噌等主要是利用黑曲霉群（*Aspergillus niger* group）和黄曲霉群（*A. flavus* group）的某些种（Bennett，1985）。现代化的发酵工业及生物工程方面的主要应用如下：

1. 有机酸

曲霉能产生多种有机酸，例如利用黑曲霉发酵生产柠檬酸已有较长的历史，柠檬酸在食品工业和医药工业中有广泛的用途，现在世界上柠檬酸大部分还是利用黑曲霉的某些菌株生产的（Milson & Meers，1985a；Beuchat，1987）。由曲霉产生的重要的或工业化生产的有机酸如下（徐浩，1977；Bennett，1985；Milson & Meers，1985b；Roehr *et al.*，1992）：

柠檬酸（citric acid）：黑曲霉（*Aspergillus niger*）、温特曲霉（*A. wentii*）

葡萄糖酸（gluconic acid）：黑曲霉

衣康酸（itaconic acid）：解乌头酸曲霉（*A. itaconicus*）、土曲霉（*A. terreus*）

曲酸（kojic acid）：米曲霉（*A. oryzae*）、黄曲霉（*A. flavus*）、溜曲霉（*A. tamarii*）、亮白曲霉（*A. candidus*）

棓酸（gallic acid）：黑曲霉

苹果酸（malic acid）：米曲霉、黄曲霉

环氧琥珀酸（epoxysuccinic acid）；烟曲霉（*A. fumigatus*）

其他如黑曲霉或溜曲霉尚可产生抗坏血酸和异抗坏血酸；焦曲霉（*A. ustus*）可产生L-赖氨酸；某些曲霉有分解RNA或DNA形成核苷酸和核苷的能力。在降解RNA方面应用的菌种有米曲霉，重要产物有各种3′-核苷酸和5′-核苷酸；在降解DNA方面应用的有黄柄曲霉（*A. flavipes*）和栎曲霉（*A. quercinus*），重要的产物为5′-脱氧核苷酸及5′-脱氧胸腺嘧啶核苷酸。

2. 酶

曲霉是多种酶类的丰富来源，许多酶已工业化生产（Godfrey & Reichelt，1983；Bennett，1985；Berka *et al.*，1992），其中主要者及其生产菌如下：

α淀粉酶（α-amylase）：黑曲霉、米曲霉

淀粉葡萄糖苷酶（amyloglucosidase）：泡盛曲霉（*A. awamori*）、米曲霉

果胶酶（pectinases）：黑曲霉

β-葡萄糖苷酶（β-glucosidase）：棘孢曲霉（*A. aculeatus*）、日本曲霉（*A. japonicus.*）、土曲霉、温特曲霉

葡聚糖酶（glucanases）：黑曲霉、米曲霉、棘孢曲霉、亮白曲霉、构巢曲霉（*A. nidulans*）、土曲霉

木聚糖酶（xylanase）：黑曲霉、臭曲霉（*A. foetidus*）

蛋白酶（proteinases）：米曲霉、黑曲霉、黄曲霉、构巢曲霉、栖土曲霉（*A. terricola*）

脂肪酶（lipase）：黑曲霉

过氧化氢酶（catalase）：黑曲霉

植酸酶（phytase）：无花果曲霉（*A. ficuum*）

乳糖酶（lactase）：黑曲霉

柚苷酶（naringinase）：黑曲霉

3. 抗生素

曲霉的许多次生代谢产物具有抗生素活性，由于各种原因只有很少数工业化生产，如烟曲霉产生的烟曲霉素（fumigillin）（Lowe & Elander，1983）。近来受到注意的是刺白素（echinocandin）类化合物，利用构巢曲霉群的某些种可以生产低毒性抗真菌药物刺白素B（echinocandin B，ECB）（Torrey，1983；Boeck，1992）。

4. 有机化合物的转化

利用真菌细胞或孢子通过氧化、还原、水解和酯化等作用能对许多有机化合物进行转化。可用摇瓶、固体培养、发酵罐或在固定化的基物上进行，其优点是简化步骤、提高得率，能完成许多化学方法很难进行的反应，最主要的是用于甾族化合物的转化。许多曲霉具有强大的11-羟化能力，可利用的有黑曲霉，赭曲霉（*A. ochraceus*）和土曲霉。某些种还可对生物碱、脂肪酸、氨基酸、多元醇等进行转化（Vezina & Singh，1975）。

5. 脂肪和脂肪酸

许多曲霉可能是潜在的脂肪生产者。所产生的脂肪与棕榈油和猪油相比，其亚油酸含量显著为高。一些可用的脂肪生产菌有费希曲霉（*A. fischeri*），烟曲霉，构巢曲霉，赭曲霉，土曲霉和焦曲霉等（Ratledge，1978）。

曲霉另一方面的重要用途是用于遗传学研究：构巢曲霉是研究真核生物基因表达和调控的最好模型系统之一，由于具有较为简单的生活史，易于得到有丝分裂和减数分裂的孢子以及具有准性循环（parasexual cycle）使它适用于遗传学分析（Cove，1977；Bennett，1985）。通过大量的开发研究，促进了分子遗传学工具的发展。例如重组DNA技术（recombinant DNA technology）和一些曲霉的DNA中介转化系统（DNA mediated transformation system）在实践中可用于育种。凭借增加具有工业重要性的基因编码酶（genes coding enzymes）的数量能快速改良菌株。重组DNA技术还有助于了解在发酵过程中对有关基因的组织和调控（Hara *et al.* 1992）。曲霉还是重组体异源蛋白质（recombinant heterologous proteins）的有用宿主，已有三个种（构巢曲霉，黑曲霉和米曲霉）被开发用作表达重组体异源蛋白质的宿主，具有重要的经济意义（Gwynne & Devchand，1992；Berka *et al.* 1992）。

曲霉还可用于生物测定：黑曲霉可用于微量元素锰、铜、钼、锌等的测定和土壤中有效养分钾和磷的测定（Domsch *et al.* 1980）；有些种可用作试验菌供抗生素和其他药物的筛选，还有些菌株被许多国家的工业标准中定为抗霉腐性能的试验菌。

此外，病毒已在许多真菌中发现，至少有几种曲霉已报道有病毒，有些真菌病毒的双股核糖核酸（dsRNA），具抗肿瘤性质，作为人和动物的抗肿瘤药物有开发利用的可能（Subramanian，1983）。由于曲霉生化活性多样，尚有许多潜在的用途有待于开发和利用。

二、危害方面

感染人和动物致病：曲霉中有不少是条件致病菌（opportunistic fungi），当人体丧失抵抗力时引起感染，但也有很多能感染正常人体的情况，现在已被认为是最普遍的真菌病之一，称为曲霉病（aspergillosis），由曲霉引起的病理反应可能是原发性的或继发性的，包括：

（1）吸入孢子引起的变态反应和继发症，对过敏者引起发烧、咳嗽或呼吸困难。

（2）生于呼吸道内已受损害的部位形成曲霉球（aspergilloma）。

（3）对于皮肤、副鼻窦、外耳道、烧伤焦痂、指甲以及其他部位的浅部感染。

（4）感染肺部以及其他深部的导致致命性的播散性疾病。

曲霉病的临床表现不只在于菌种本身的致病性，在很大程度上还取决于患者局部和总体的免疫和生理状况，而且可能是综合的和重叠的。烟曲霉是最重要的和常见的致病菌，已报道的尚有黄曲霉、黑曲霉、土曲霉、构巢曲霉、赭曲霉等20余种（Rogers & Kennedy，1991；Dixon & Walsh，1992）。烟曲霉还可引起牛、羊的真菌性流产和禽类的呼吸道和肺部感染（Pier & Richard，1992）。近年来免疫缺陷人数的剧增也导致相应的曲

霉侵染的增加，曲霉病被认为是免疫缺陷病人的最常见的真菌感染。

产生真菌毒素并引起中毒症：真菌毒素是真菌的次生代谢产物，与抗生素类似。从发展过程看，抗生素作为医药是在试验阶段中把对人或动物有强毒性或副作用的物质淘汰而选用低毒和无副作用的用以治疗疾病，而真菌毒素则是引起人和动物疾病或异常生理作用的物质。曲霉是最普通的产毒真菌之一，引起谷物、食品和饲料霉变后产生各种毒素引起人和动物中毒，有些则是致癌的，在食品卫生领域特别受到注意。曲霉产生的主要毒素及其引起的症状如下（Mislivec，1981；Pier & Richard，1992）：

主要毒素	产 生 菌	症 状
黄曲霉毒素（aflatoxins）B_1，B_2，G_1，G_2 M_1，M_2	黄曲霉、寄生曲霉	肝脏毒，致癌
杂色曲霉素（sterigmatocystin）	构巢曲霉、杂色曲霉	肝脏毒
赭曲霉毒素（ochratoxins）	赭曲霉群	肝脏毒，肾脏毒，致畸
展青霉素（patulin）	棒曲霉（*A. clavatus*）、土曲霉	肠胃毒
青霉酸（penicillic acid）	赭曲霉群	肝、肾坏死，致癌
圆弧偶氮酸（cyclopiazonic acid）	杂色曲霉	神经毒，肝脏毒
黄囊素（xanthoascin）	亮白曲霉	心脏毒
黄梅精（xanthomegnin），	赭曲霉	肾脏毒，肝脏毒
紫梅连（viomellein）	赭曲霉	肾脏毒，肝脏毒
桔霉素（citrinin）	雪白曲霉（*A. niveus*）	肾脏毒，神经毒
	土曲霉	
烟曲霉震颤素（fumitremorgin）	烟曲霉	激烈痉挛
细胞松弛素（cytochalasin）E	棒曲霉	体液渗出，血管壁损害
焦曲二醇（ausdiol）	焦曲霉	肠胃毒

引起工农业产品的霉腐变质，多种曲霉与谷物、食品、饲料、药材、烟草及工业器

需要全本请访问 www.ertongbook.com