

人类传染性疾病丛书

The top half of the cover features a light blue background with silhouettes of people walking. On the left, a group of people is walking away from the viewer. In the center, two individuals are walking towards the viewer. On the right, a group of people is walking away from the viewer. The silhouettes are in various shades of blue and black.

# 真菌性疾病 及其防治

沈 凯 鲁亚苏 主编



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

人类传染性疾病丛书

# 真菌性疾病及其防治

沈 凯 鲁亚苏 主编

化 学 工 业 出 版 社

现代生物技术与医药科技出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

真菌性疾病及其防治/沈凯, 鲁亚苏主编. —北京:  
化学工业出版社, 2003. 9  
(人类传染性疾病丛书)  
ISBN 7-5025-4807-6

I. 真… II. ①沈… ②鲁… III. 真菌病-防治  
IV. R519

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 085480 号

---

人类传染性疾病丛书

**真菌性疾病及其防治**

沈 凯 鲁亚苏 主编

责任编辑: 张文虎 周熹微

责任校对: 蒋 宇 王素芹

封面设计: 蒋艳君

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行  
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 6 1/4 字数 161 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4807-6/R·174

定 价: 15.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 《人类传染性疾病丛书》编委会

**编委会主任：**赵志刚

**编委会成员：**(按姓氏汉语拼音排序)

白常乐 陈 丽 高 晨

贡联兵 江续平 李冬梅

娄友群 鲁亚苏 马国辉

任淑萍 沈 凯 沈宇玲

王 蕾 王晓玲 魏晓敬

徐燕玲 叶秀荣 张石革

赵志刚

**本册主编：**沈 凯 鲁亚苏

## 前 言

在人类发展史中，人类不断改造自然，并从中获取了大量物质。与此同时，人类也或多或少地破坏了自然，打破了自然界的平衡，并为此遭到了来自自然界的报复。特别是传染性疾病，如鼠疫、霍乱、天花、艾滋病、非典型性肺炎、结核病等，给人类带来了极大的危害。今天，科技和经济正飞速发展，而人们对传染性疾病的关注却并未相应地增加，环境污染、滥食野生动物、破坏自然的开发等行为依然存在。《人类传染性疾病丛书》的出版，旨在提醒人们保护自然，保持与环境的共生，认识、了解、重视传染病，真正做到防患于未然。

自然界中存在许许多多的生物，也包括病毒、细菌、真菌、寄生虫等，其中一部分生物可引起人类传染性疾病，给人类的生存带来极大的威胁。为了系统地介绍自然界生物的产生、发展及与人类疾病的关系，我们组织编写了《人类传染性疾病丛书》，该丛书包括四本，即《病毒性疾病及其防治》、《细菌性疾病及其防治》、《真菌性疾病及其防治》、《寄生虫疾病及其防治》。丛书介绍了病毒、细菌、真菌、寄生虫的基本情况（包括定义、起源、形态、组织结构、种类等）、对人类造成的疾病及目前在世界的分布与流行，其中重点介绍了病毒、细菌、真菌、寄生虫引起的疾病（包括定义、病因、症状、诊断、治疗、流行与现状、预防措施等）。

在这四本书中，还较详细地介绍了常用抗菌药物、抗病毒药物、抗真菌药物、抗寄生虫药物的选择和使用，供广大读者参考。

组织、编写和出版《人类传染性疾病丛书》的周期非常短，时间仓促，加之编者水平有限，错误在所难免，欢迎广大读者批评指正！谢谢！

《人类传染性疾病丛书》编委会

2003年6月

## 特 别 提 示

传染性疾病的防治重在预防，以预防为主，治疗为辅，防治结合，因此应坚持做到：

1. 了解人类传染病的发生、发展历史，增加相关医学知识。
2. 保护环境，减少环境污染，保持人类与环境的协调发展。
3. 改善生活方式，讲究卫生，禁止滥食野生动物。
4. 加强体育锻炼，提高体质。
5. 保持乐观精神，笑对人生。
6. 一旦发现传染病或疑似传染病，应立即去医院诊治，做到早发现、早报告、早隔离、早治疗，利人、利己、利家、利国。

## 内 容 提 要

编写《人类传染性疾病丛书》，旨在提高人们保护自然的意识，保持人类与环境的共生，并使人们认识、了解、重视传染病，真正做到防患于未然。

《真菌性疾病及其防治》介绍了真菌的基本情况（包括定义、起源、形态、组织结构、种类等）、对人类造成的疾病及目前在世界的分布与流行；重点介绍了由真菌引起的各类疾病，内容包括定义、病因、症状、诊断、治疗、流行与现状、预防措施等；还较详细地介绍了常用抗真菌药物的选择与使用，供广大读者参考。

本书对基层医疗机构的医护人员和相关人员有重要参考价值，对中级非医疗专业人员亦有较大实用价值。

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 真菌概述 .....               | 1  |
| 第一节 真菌的基本情况 .....            | 1  |
| 一、什么是真菌 .....                | 1  |
| 二、真菌的形态结构 .....              | 2  |
| 三、真菌的起源 .....                | 3  |
| 四、真菌的分类 .....                | 3  |
| 五、真菌的培养特性 .....              | 5  |
| 六、真菌的抵抗力 .....               | 6  |
| 第二节 真菌与人类的关系 .....           | 6  |
| 一、真菌与工业生产 .....              | 7  |
| 二、真菌与农业生产 .....              | 8  |
| 三、真菌与医疗卫生 .....              | 9  |
| 四、真菌与生物工程 .....              | 10 |
| 第三节 真菌对人类造成的疾病及分布与流行情况 ..... | 12 |
| 一、皮肤真菌病 .....                | 14 |
| 二、深部或系统真菌病 .....             | 14 |
| 三、真菌病的地理分布 .....             | 16 |
| 第二章 真菌性疾病 .....              | 19 |
| 第一节 浅部真菌病 .....              | 20 |
| 一、头癣 .....                   | 22 |
| (一) 黄癣 .....                 | 25 |
| (二) 白癣 .....                 | 27 |
| (三) 黑癣 .....                 | 28 |
| (四) 脓癣 .....                 | 30 |
| 二、体癣 .....                   | 31 |
| 三、股癣 .....                   | 34 |
| 四、足癣 .....                   | 36 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 五、手癣 .....             | 40  |
| 六、甲癣 .....             | 43  |
| 七、花斑癣 .....            | 45  |
| 第二节 深部真菌病 .....        | 46  |
| 一、念珠菌病 .....           | 47  |
| 二、隐球菌病 .....           | 62  |
| 三、曲霉病 .....            | 71  |
| 四、孢子丝菌病 .....          | 81  |
| 五、毛霉病 .....            | 84  |
| 六、青霉病 .....            | 89  |
| 七、组织胞浆菌病 .....         | 91  |
| 八、球孢子菌病 .....          | 95  |
| 九、放线菌病 .....           | 100 |
| 十、奴卡菌病 .....           | 106 |
| 十一、芽生菌病 .....          | 110 |
| 十二、着色真菌病 .....         | 113 |
| 十三、足菌肿 .....           | 115 |
| 十四、耳部真菌病 .....         | 117 |
| 十五、眼部真菌病 .....         | 120 |
| 十六、真菌性肺炎 .....         | 124 |
| 十七、真菌性关节炎 .....        | 126 |
| 十八、真菌性肠炎 .....         | 128 |
| 十九、真菌过敏症 .....         | 131 |
| 二十、真菌中毒症 .....         | 133 |
| 第三章 常用抗真菌药物 .....      | 137 |
| 第一节 抗真菌药物概述 .....      | 137 |
| 一、概述和分类 .....          | 137 |
| 二、作用原理 .....           | 137 |
| 三、用药原则 .....           | 138 |
| 四、临床用药的选择与注意事项 .....   | 138 |
| 第二节 常用抗真菌药物介绍 .....    | 139 |
| 克霉唑 Clotrimazole ..... | 139 |
| 酮康唑 Ketoconazole ..... | 140 |

|        |                   |     |
|--------|-------------------|-----|
| 氟康唑    | Fluconazole       | 141 |
| 咪康唑    | Miconazole        | 142 |
| 伊曲康唑   | Itraconazole      | 144 |
| 特比萘芬   | Terbinafine       | 145 |
| 氟胞嘧啶   | Flucytosine       | 146 |
| 两性霉素 B | Bamphotericin B   | 147 |
| 制霉菌素   | Nysfungin         | 149 |
| 附录一    | 中华人民共和国传染病防治法     | 151 |
| 附录二    | 中华人民共和国传染病防治法实施办法 | 159 |
| 附录三    | 突发公共卫生事件应急条例      | 175 |

# 第一章 真菌概述

## 第一节 真菌的基本情况

### 一、什么是真菌

真菌具有真核，是一种真核细胞型微生物。真菌有典型的细胞核和完整的细胞器，能产生多种形态的孢子，不含叶绿素，无根、茎、叶的分化，以寄生或腐生等方式取得养料，是异养性的；仅少数类群为单细胞，其他都为分枝或不分枝的丝状体，能进行有性繁殖或无性繁殖，是具有纤维质或壳质细胞壁的一类生物。

随着生活水平的逐渐提高，人们的卫生防病意识也在不断加强。大多数人知道细菌可以导致疾病，并习惯用“有病菌”或“有细菌”来形容一个脏的环境或物品。那么，真菌又是怎么回事，它是细菌的一种吗？的确，真菌也很微小，也能使人生病，但它与细菌有着本质的区别。

我们知道，植物和动物都是由细胞组成的，细胞内都有细胞核。而微生物中只有真菌具有真正的细胞核和完整的细胞器，故又称真核细胞型微生物；细菌仅有原始核结构，无核膜和核仁，细胞器很少，属于原核细胞型微生物；而病毒则没有细胞结构，属于原微生物。

真菌在自然界中分布极广，有 10 万多种，其中能引起人或动物感染的仅占极少部分，约 300 种。很多真菌对人类是有益的，如面粉发酵，做酱油、醋、酒和霉豆腐等都要用真菌来发酵。工业上的许多酶制剂、农业上的饲料发酵都离不开真菌。许多真菌还可食用，如蘑菇、银耳、香菇、木耳等。真菌还是医药事业中的宝贵资源，有的可以用于生产抗生素和维生素以及酶类；有的本身就可以入药用于医治疾病，如中药马勃、茯苓、冬虫夏草等。

## 二、真菌的形态结构

真菌比细菌大几倍至几十倍。结构比细菌复杂。真菌细胞壁不含肽聚糖，主要由多糖（75%）与蛋白质（25%）组成。多糖主要为几丁质的微原纤维，缺乏肽聚糖，故真菌不受青霉素或头孢菌素作用的影响。真菌的细胞膜与细菌的区别在于真菌含固醇，而细菌则无。

单细胞真菌呈圆形或卵圆形，常见于酵母菌或类酵母菌，对人致病的主要有新生隐球菌和白假丝酵母菌。这类真菌以出芽方式繁殖，芽生孢子成熟后脱落成独立个体。多细胞丝状真菌能长出菌丝，菌丝延伸分枝，有的菌丝上长出孢子。各种丝状菌长出的菌丝和孢子形态不同，是鉴别真菌的重要标志。

### 1. 菌丝

真菌的孢子以出芽方式繁殖。在环境适宜情况下由孢子长出芽管，逐渐延长呈丝状，称为菌丝。菌丝又可长出许多分枝，交织成团称菌丝体。有的菌丝伸入培养基中吸取养料，称营养菌丝。有的菌丝向上生长，称气生菌丝。其中产生孢子的称生殖菌丝。有的菌丝内能形成横隔，称隔膜，将一条菌丝分成几个细胞，是为有隔菌丝。大多数致病性真菌均有隔膜，隔膜中有小孔，允许胞质流通。皮肤癣菌、组织胞浆菌和曲霉等孔较大，细胞核亦可通过；有些真菌菌丝无横隔，为无隔菌丝，整条菌丝为一个细胞，在一个细胞内有多个细胞核。

菌丝有多种形态：螺旋状、球拍状、结节状、鹿角状和梳状等。不同种类的真菌可有不同形态的菌丝，故菌丝形态有助于对它们的鉴别。

### 2. 孢子

是真菌的繁殖结构，真菌的孢子与细菌的芽胞不同，其抵抗力不强，加热到 60~70℃，短时间即可死亡。孢子可分有性孢子和无性孢子两种。有性孢子是由同一菌体或不同菌体上的两个细胞融合后，经减数分裂形成的。无性孢子是菌丝上的细胞分化或出芽生成。病原性真菌大多形成无性孢子。无性孢子根据形态分为三种。

（1）分生孢子 由生殖菌丝末端的细胞分裂或收缩形成，也可

在菌丝侧而出芽形成。按其形态和结构又可分为大分生孢子和小分生孢子两种。大分生孢子体积较大，由多个细胞组成，常呈梭状、棍棒状或梨状，其大小、细胞数和颜色是鉴定的重要依据；小分生孢子较小，一个孢子只有一个细胞。真菌都能产生小分生孢子，其诊断价值不大。

(2) 叶状孢子 由菌丝内细胞直接形成。①芽生孢子，由菌丝体细胞出芽生成，常见于假丝酵母菌与隐球菌。一般芽生孢子长到一定大小即与母体脱离，若不脱离则形成假菌丝。②厚膜孢子，菌丝内胞浆浓缩，胞壁增厚，在不利的环境中形成，抵抗力增大。当环境有利时，厚膜孢子又可出芽繁殖。③关节孢子，在陈旧的培养物中，菌丝细胞壁变厚，形成长方形的节段，呈链状排列。

(3) 孢子囊孢子 菌丝末端膨大成孢子囊，内含许多孢子，孢子成熟则破囊而出，如毛霉、根霉等。

### 三、真菌的起源

真菌在地球上存在了多长时间至今还是个谜，对真菌的起源也还没有确切的结论。多数真菌研究者认为，绝大多数真菌是起源于一种原始水生生物——鞭毛生物，其单细胞具有一至数根鞭毛，有的有叶绿素和其他色素，有的无色素，有色素的演化为藻类，无色素的演化为菌类。真菌和藻类都起源于鞭毛生物，二者是平行发展的，起源的时期相近。然后真菌再由低等演化到高等，但真菌中的卵菌纲则可能起源于原始的双鞭毛绿藻。

### 四、真菌的分类

真菌是一种微生物，以往认为它属于一类低等植物。后来，鉴于真菌既不含叶绿素，又没有根、茎、叶之分，故当今倾向于从植物中分离出来。但目前，关于真菌在生物界中的地位 and 起源问题，意见尚有分歧。有人主张，真菌可以和动物、植物相并立为所谓第三界，即真菌界。

真菌界可分成真菌门和黏菌门两大类。所谓真菌门便是平时说的真菌，它又可划分为鞭毛菌、接合菌、担子菌、子囊菌及半知菌等五个亚门，而其中半知菌亚门与医学联系最密切，因该亚门是产

生疾病最多的菌种。所谓黏菌门便是平时说的黏菌，黏菌生长在阴湿土壤、木块、腐朽植物体、粪便等上面，细胞没有壁，单核或多核。原生动物学家认为，鉴于黏菌有变形虫样的单细胞阶段，并能吞食固体颗粒，主张把黏菌放入原生动物之中。但是黏菌有多细胞阶段，它们除吞噬营养外，也能吸收有机物，所以真菌学家也欢迎它们。已知黏菌约有 500 余种。

真菌的基本结构是孢子和菌丝。孢子是繁殖器官，而菌丝则为生长器官。孢子又分无性孢子和有性孢子；菌丝自身有分隔的，也可不分隔。由此可见，真菌主要是通过孢子进行无性或两性繁殖。在适宜环境中，自孢子发芽发展成菌丝，从菌丝末端再长出孢子，如此循环不已，得以不断繁殖后代。

真菌可分单细胞和多细胞两类。单细胞真菌呈圆形或卵圆形，称酵母菌。多细胞真菌大多长出菌丝和孢子，交织成团，称丝状菌，又称霉菌。有些真菌可因环境条件的改变，由两种形态发生互变，称为二相性，如球孢子菌、组织胞浆菌、芽生菌和孢子丝菌等。这些真菌在动物体内或在含有动物蛋白的培养基上 37℃ 培养时呈酵母菌型，在普通培养基上 25℃ 培养时则呈丝状菌。

霉菌呈丝状菌，这是由于它呈丝状丛生，可产生各种形态的孢子，通过有性或无性进行繁殖，并且大多为腐生。霉菌的大小为 2~10μm，比一般细菌与放线菌大几倍或几十倍。它由分枝或不分枝菌丝构成，它的菌丝细胞由细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞核、线粒体、核糖体以及内含物所组成。

霉菌包括无隔膜菌丝和有隔膜菌丝两类。无隔膜菌丝为长管状单细胞，细胞质内含多个细胞核，它们有根霉、毛霉、犁头霉等。而霉菌中多数为有隔膜菌丝，并且由隔膜分隔成串状多细胞，如青霉、曲霉、白地霉等。

霉菌广泛分布于土壤、水域、空气、动植物体内外等。它们对人类的生产和生活起着很大的作用，不少霉菌被用作生产原料及生产工具，如用于生产抗生素、有机酸、酶制剂、维生素及农药等。但是霉菌对人类的危害和威胁也是显而易见的，它可引发人、

畜及农作物的各种病害，并且可以使粮食及各种物品发生霉变，据统计，世界上每年因霉变而变质的食（饲）用谷物高达 2%。目前，已知对人类产生危害的霉菌毒素多达 100 余种。

酵母菌是一类呈圆形、卵形或椭圆形的真菌。它的大小约为  $(1\sim5)\mu\text{m}\times(5\sim30)\mu\text{m}$ ，最长的可达  $100\mu\text{m}$ 。它的结构与其他真核生物细胞基本相同。酵母菌通常以出芽或二等分分裂的无性繁殖衍生后代，也可产生子囊孢子进行有性繁殖。它们同样在自然界广泛分布。

与霉菌一样，不少酵母菌是人类生活中的重要生产原料与工具，如用于酿造、食品、医药工业等。但同时，还有不少酵母菌也会对人类带来危害，如使食品、纺织品及其他物品腐败、变质。

### 五、真菌的培养特性

真菌的营养要求不高，在一般细菌培养基上都能生长。检查时常用沙保培养基。此培养基成分简单，主要含有 1% 蛋白胨、4% 葡萄糖和 2% 琼脂，pH 值为 5.5。皮肤癣菌在此培养基上生长较慢，通常需 1~4 周；但腐生性真菌在此培养基上生长迅速。故分离真菌时常在此培养基中加一定量的放线菌酮和氯霉素，前者用以抑制污染真菌，后者用以抑制细菌的生长。有些病原性真菌，如白假丝酵母菌、组织胞浆菌、新生隐球菌等加放线菌酮即不能生长，宜用无抗生素的血琼脂平板，见有生长后移种沙保培养基，并同时做玻片培养以观察自然状态下的形态结构。

培养真菌最适宜的酸碱度是 pH 值为 4.0~6.0。浅部感染真菌的最适温度为 22~28℃，但某些深部感染真菌一般在 37℃ 中生长最好。培养真菌还需较高的湿度与氧。真菌的菌落有两类。

#### 1. 酵母型菌落

是单细胞真菌的菌落形式，菌落光滑湿润，柔软而致密。形态与一般细菌菌落相似，如隐球菌即属之。有部分单细胞真菌在出芽繁殖后，芽管延长不与母细胞脱离，形成假菌丝。假菌丝由菌落向下生长，伸入培养基中，这种菌落称为类酵母菌落，如假丝酵母菌。

#### 2. 丝状菌落

是多细胞真菌的菌落形式，由许多疏松的菌丝体构成。菌落成棉絮状、绒毛状或粉末状，菌落正背两面呈现不同的颜色。丝状菌落的形态、结构和颜色常作为鉴定真菌的参考。真菌有从中心向四周等距离生长形成圆形菌落的倾向，所以临床体癣、股癣、叠瓦癣等皮损表现为环形或多环形。若要真实地观察菌丝与孢子生长的关系，可作小培养。即切取一小块沙保培养基置玻片上，挑取小片真菌菌落接种在培养基周边，盖上无菌盖玻片。培养 1 周后用乳酚棉蓝染色。镜检可见菌丝和孢子的结构和排列。真菌容易发生变异。在培养基上人工传代或培养时间过久，其形态、培养特性甚至毒力都可发生改变。

## 六、真菌的抵抗力

真菌对干燥、阳光、紫外线及一般消毒剂有较强的抵抗力。实验证明，紫外线对丝状真菌与假丝酵母菌在距离 1m 处照射需 30 分钟被杀死。但不耐热，60℃ 加热 1 小时菌丝和孢子均被杀死。对 2% 石炭酸、2.5% 碘酊、0.1% 升汞或 10% 甲醛溶液较敏感。对常用于抗细菌感染的抗生素均不敏感；灰黄霉素、制霉菌素、克霉素、两性霉素 B、酮康唑、伊曲康唑等对多种真菌有抑制作用。

## 第二节 真菌与人类的关系

真菌的系统研究至今不过 250 年的历史，但是它被人类所认识和利用已经有几千年之久。西方人对食用菌的认识最早可追溯到 3500 年前，而我国远比西方为早。早在距今 6000~7000 年前的仰韶文化时期，我们的祖先已大量采食蘑菇。我国的酿酒史可能始于公元前 7000~3000 年的新石器时期。

真菌直接用作药材是我国利用真菌的一大发明，并有着悠久的历史。早在 2550 年前，我们的祖先已知用“神曲”治疗饮食停滞，用豆腐上生长的霉治疗疮痈等。我国最早的药物书《神农本草经》（公元 100~200 年）及历代其他“本草”书中已记载有茯苓、猪苓、灵芝、紫芝、雷丸、马勃、蝉花、虫草、木耳等。这些药用真菌经历了上千年医疗实践的考验，迄今仍广泛应用。

## 一、真菌与工业生产

世界范围内利用真菌进行大规模的工业生产还是近百年的事情。20 世纪 40 年代抗生素的崛起开创了真菌工业利用的新局面，并得到了迅速发展。到目前为止，真菌的利用几乎遍及与人类生活有关的各种工业部门，如食品、纺织、制革、造纸、医药、洗涤、饲料以及石油发酵和“三废”处理等。

甘油发酵是真菌工业利用的一个早期事例。众所周知，由于甘油在化学工业，尤其是炸药制造方面的价值，早已引起人们的重视。第一次世界大战期间，德国严重缺乏甘油而加紧研究，开创了酵母菌发酵生产甘油的新方法。仅以德国为例，当时用这种方法每月生产甘油 1 000 吨。虽然现在工业上制造甘油多用化学合成法，但是美国目前仍采用耐高温酵母大规模生产甘油。

在有机酸的工业生产中，尤其是柠檬酸的生产，迄今为止，利用发酵法生产时所采用的微生物菌种全都是真菌。其他如乳酸、葡萄糖酸、衣康酸、延胡索酸、苹果酸等，都可以由真菌发酵而生产。

在酶制剂工业中，据统计，在 550 种酶制剂中有 1/3 是真菌产生的。其中由真菌来源的淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶、纤维素酶等，早已在工业生产中应用。真菌淀粉酶一般都用酶法生产糖浆和葡萄糖以代替沿用已久的酸解法。最近日本每年大约有 30 万吨葡萄糖，是由真菌淀粉葡萄糖苷酶降解淀粉而生产的。真菌的蛋白酶用作消化剂和动物饲料以及蚕丝脱胶和再生电影胶片等方面。蛋白酶用于皮革工业大大改善了生产条件，用蛋白酶脱毛使皮革的质量和色泽都得到了改善。纤维素酶广泛用于食品工业，但它的重要意义在于有可能将纤维素分解为糖类以增加粮食来源。真菌生产的其他酶制剂，如果胶酶、葡萄糖氧化酶、凝乳酶、磷酸二酯酶、虫漆酶等都得到了不同程度的应用。随着固定化酶技术的兴起和发展，为酶制剂的工业利用开辟了新的途径，尤其是化工生产中所采用的高温高压工艺，正在逐步地被酶制剂和固定化酶技术所替代。这种学科之间的渗透是目前科学发展的一个必然趋势。

在食品工业中，真菌的发酵产物可以作为东方各民族所特有的