

药用真菌是具有药用价值，对人体有保健作用，对疾病有治疗、预防或抑制作用的一类真菌。随着对药用真菌资源、分类、化学、药理学研究的深入，从药用真菌中发现了越来越多的活性成分(活性多糖、三萜类化合物、生物碱等)。为实现这些活性成分的工业化生产，开展药用真菌深层发酵生产及其活性成分的分离制备十分重要。为此，作者结合自己的研究内容及最新的药用真菌深层发酵研究文献，编写成了本书。

菌类产品生产、开发指南

YAOYONG ZHENJUN

SHENGCENG FANGJIAO SHENGCHAN JISHU



药用真菌

深层发酵生产技术

杨海龙 活泼 肖彩霞 章方龙 ◎ 编著



化学工业出版社
生物·医药出版分社





药用真菌 深层发酵生产技术

杨海龙 活 泼 肖彩霞 章方龙 ◎ 编著



化学工业出版社
生物·医药出版分社

· 北 京 ·

药用真菌是具有药用价值,对人体有保健作用,对疾病有治疗、预防或抑制作用的一类真菌。随着对药用真菌资源、分类、化学、药理学研究的深入,从药用真菌中发现了越来越多的活性成分(活性多糖、三萜类化合物、生物碱等)。为实现这些活性成分的工业化生产,开展药用真菌深层发酵生产及其活性成分的分离制备十分重要。为此,作者结合自己的研究内容及最新的药用真菌深层发酵研究文献,编写成了本书。

本书共分14章,第1章介绍了药用真菌的种类、活性成分及其药理活性;第2章系统介绍了药用真菌深层发酵的菌种选育、种子制备、发酵生产及其发酵动力学、产物分离纯化等内容;第3章介绍了药用真菌深层发酵生产的装备;第4章介绍了添加中药基质的药用真菌深层发酵技术;第5~14章对当前研究及开发应用较广泛的药用真菌及其深层发酵生产技术分别进行了介绍。

本书适于高等院校生物工程、药学相关专业老师和学生、天然药物研究人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

药用真菌深层发酵生产技术/杨海龙,活泼,肖彩霞,章方龙
编著. —北京:化学工业出版社,2009.6
ISBN 978-7-122-05066-3

I. 药… II. ①杨…②活…③肖…④章… III. 药用菌类:真菌-
发酵-生产工艺 IV. TQ920.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第036824号

责任编辑:杨燕玲 孙小芳

文字编辑:焦欣渝

责任校对:顾淑云

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社 生物·医药出版分社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张16 字数323千字 2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:45.00元

版权所有 违者必究

前 言

药用真菌是具有药用价值，对人体有保健作用，对疾病有治疗、预防或抑制作用的一类真菌，在我国传统医药中起着重要的作用。真菌的药用历史悠久，早在东汉末年编著的《神农本草经》中就记载了猪苓、茯苓、灵芝、雷丸、木耳等 10 余种真菌药物。明代著名的医药学家李时珍编著的《本草纲目》记载了药用真菌 40 余种。早期获得的药食用真菌子实体来自野生，随着人们对药用真菌的形态特征、生长环境、营养需求、分布地区及采集时间等的认识，逐渐实现了药用真菌的人工栽培与固态发酵生产。

20 世纪 40 年代，为实现青霉素的工业化生产，开发了深层发酵技术，包括菌种扩大培养技术、通气搅拌供氧技术、无菌空气过滤技术、大型发酵罐培养基灭菌技术等，实现了微生物的大规模液体深层培养，开创了微生物代谢产物发酵生产的新局面。1949 年，美国人 Humfeld 和 Sugihara 首次成功地在发酵罐中培养出了双孢蘑菇菌丝体后，国内外许多研究人员开展了药用真菌深层发酵技术的研究，并成功实现了冬虫夏草、灵芝、猴头菌、云芝、灰树花、香菇等药用真菌的深层发酵及其相关产品的开发。随着对药用真菌资源、分类、化学、药理学研究的深入，从药用真菌中发现了越来越多的活性成分（活性多糖、三萜类化合物、生物碱等）。为实现这些活性成分的工业化生产，开展药用真菌深层发酵生产及其活性成分的分离制备十分重要。为此，我们结合自己的研究内容及最新的药用真菌深层发酵研究文献，编写了《药用真菌深层发酵生产技术》一书。

本书共分 14 章，第 1 章介绍了药用真菌的种类、活性成分及其药理活性；第 2 章系统介绍了药用真菌深层发酵的菌种选育、种子制备、发酵生产及其发酵动力学、产物分离纯化等内容；第 3 章介绍了药用真菌深层发酵生产的装备；第 4 章介绍了添加中药基质的药用真菌深层发酵技术；第 5~14 章对当前研究及开发应用较

广泛的药用真菌及其深层发酵生产技术分别进行了介绍。

本书的编者们都是从事微生物深层发酵技术研究的青年学者，具有多年从事药用真菌深层发酵生产研究和产品开发的工作经验。第 1、2、4~7、14 章由温州大学杨海龙博士编写；第 3 章由温州大学杨海龙博士与温州市龙泰轻工机械有限公司章方龙共同编写；第 8~10、13 章由浙江科技学院活泼博士编写；第 11、12 章由上海来益生物药物研究开发中心有限责任公司肖彩霞工程师编写；另外研究生孔景朝、李基参与了第 8~10、13 章的编写工作。本书在编写过程中参考了许多同仁发表的著作和科技论文，在此深表谢意！化学工业出版社的编辑也为本书的出版付出了辛勤的劳动，在此对他（她）们表示衷心的感谢！

药用真菌的研究发展较快，有许多新技术、新成果来不及吸收编入，加上编者水平及时间有限，如有错误和不足之处，诚恳希望专家和读者提出批评和建议。

编者
2009 年 1 月

目 录

第 1 章 药用真菌概述	1
1.1 药用真菌及其种类	1
1.2 药用真菌在我国传统医药中的应用	9
1.3 药用真菌的现代研究	10
1.3.1 药用真菌主要活性成分	10
1.3.2 药用真菌的主要生物活性	13
1.4 药用真菌的生产	14
1.4.1 药用真菌的栽培	14
1.4.2 药用真菌的固态发酵生产	15
1.4.3 药用真菌的液体发酵生产	17
1.5 药用真菌产品的开发	18
参考文献	19
第 2 章 药用真菌深层发酵基础	21
2.1 深层发酵技术的诞生与发展	21
2.2 深层发酵的工艺过程	24
2.3 菌种的分离与选育	24
2.3.1 菌种分离	25
2.3.2 菌种选育	28
2.3.3 菌种的退化与复壮	32
2.3.4 菌种的保藏	33
2.4 培养基的制备	34
2.4.1 培养基的组成	34
2.4.2 培养基的配制	35
2.4.3 培养基的优化	36
2.4.4 培养基的灭菌	37
2.5 种子扩大培养	38
2.6 深层发酵生产	39
2.6.1 分批发酵	39
2.6.2 补料分批发酵	43

2.6.3	连续式发酵	44
2.7	发酵过程的控制与优化	47
2.7.1	发酵过程的中间分析	48
2.7.2	温度对发酵的影响及其控制	48
2.7.3	pH 对发酵的影响及其控制	51
2.7.4	溶解氧对发酵的影响及其控制	52
2.7.5	基质浓度对发酵的影响及其控制	55
2.7.6	二氧化碳和呼吸商对发酵的影响及其控制	56
2.7.7	补料的控制	57
2.7.8	泡沫对发酵的影响及其控制	58
2.7.9	杂菌污染的控制	59
2.7.10	发酵终点的判断	61
2.8	发酵液的后提取	61
2.8.1	概述	61
2.8.2	发酵液的预处理	61
2.8.3	固液分离	63
2.8.4	细胞破碎	63
2.8.5	沉淀分离技术	65
2.8.6	萃取分离技术	67
2.8.7	吸附分离技术	70
2.8.8	膜分离技术	70
2.8.9	离子交换分离技术	72
2.8.10	色谱分离技术	74
2.8.11	成品加工	76
	参考文献	77

第3章 药用真菌深层发酵生产的装备 79

3.1	实验室常用设备	79
3.2	常用药品	79
3.2.1	消毒药品	79
3.2.2	用于培养基配制的药品	79
3.3	接种设备	80
3.3.1	接种室	80
3.3.2	洁净工作台	80
3.3.3	接种工具	80
3.4	培养基制备设备	80
3.4.1	固体物料的粉碎设备	80
3.4.2	灭菌设备	81

3.5 深层发酵设备	81
3.5.1 摇瓶机	81
3.5.2 发酵罐	82
3.6 分析设备	84
3.6.1 分光光度计	84
3.6.2 高效液相色谱仪	85
3.6.3 气相色谱仪	88
3.7 发酵产物的后处理设备	90
3.7.1 固液分离设备	90
3.7.2 细胞破碎设备	91
3.7.3 浓缩设备	93
3.7.4 萃取、离子交换与吸附设备	93
3.7.5 干燥设备	96
3.8 空气过滤除菌设备	98
参考文献	98

第4章 添加中药成分的药用真菌深层发酵生产 99

4.1 概述	99
4.2 中药对药用真菌深层发酵的影响	100
4.2.1 中药对灵芝菌深层发酵的影响	100
4.2.2 中药对灰树花深层发酵的影响	103
4.2.3 中药对木耳深层发酵的影响	103
4.2.4 中药对冬虫夏草深层发酵的影响	104
4.2.5 中药对鸡腿蘑深层发酵的影响	105
4.3 发酵过程中主要活性成分的变化	105
4.3.1 以薏苡仁为基质灵芝发酵过程中主要活性成分的变化	105
4.3.2 含铁皮石斛基质灵芝发酵过程中主要活性成分的变化	108
参考文献	111

第5章 灵芝菌 114

5.1 概述	114
5.1.1 灵芝的分类	114
5.1.2 灵芝的生活史	115
5.1.3 形态特征	115
5.2 灵芝的活性成分与药理作用	116
5.2.1 灵芝的活性成分	116
5.2.2 灵芝的药理作用	118

5.3	灵芝菌的深层发酵生产	123
5.3.1	生产菌种的选育	123
5.3.2	培养基	124
5.3.3	培养条件	128
5.3.4	深层发酵动力学	130
5.4	灵芝深层发酵产品	132
5.4.1	富集功能金属离子的灵芝	132
5.4.2	深层发酵产品的开发	133
	参考文献	135
第6章	灰树花	140
6.1	概述	140
6.2	灰树花多糖的生物活性	141
6.2.1	抗肿瘤作用	141
6.2.2	免疫调节作用	142
6.2.3	抗病毒作用	142
6.2.4	其他药理作用	143
6.3	灰树花的深层发酵生产	143
6.3.1	生产菌种的选育	143
6.3.2	培养基	144
6.3.3	培养条件	146
6.3.4	深层发酵动力学	147
6.4	灰树花深层发酵产品	147
	参考文献	148
第7章	竹黄菌	152
7.1	概述	152
7.1.1	竹黄菌的分类	152
7.1.2	形态特征	152
7.2	竹黄菌的主要生物活性	153
7.2.1	竹红菌素及其生物活性	153
7.2.2	抗菌作用	156
7.2.3	护肝作用	156
7.2.4	竹黄菌的其他药理作用	157
7.3	竹黄菌的深层发酵生产	157
7.3.1	菌种的分离	157
7.3.2	深层发酵培养	157

参考文献	161
第8章 香菇菌	164
8.1 概述.....	164
8.2 香菇多糖的生物活性	165
8.2.1 抗肿瘤作用	165
8.2.2 治疗糖尿病的作用	166
8.2.3 抗氧化、抗菌作用	167
8.2.4 增强免疫功能	167
8.3 香菇菌的深层发酵生产	167
8.3.1 菌种选育	167
8.3.2 培养基	168
8.3.3 深层发酵工艺条件	170
8.3.4 富集微量元素	170
8.4 香菇深层发酵产品开发	171
8.4.1 香菇饮料	171
8.4.2 香菇保健酱油	171
8.4.3 香菇多糖口服液	171
参考文献	171
第9章 冬虫夏草	174
9.1 概述.....	174
9.2 冬虫夏草的活性成分与药理作用	175
9.2.1 虫草多糖	176
9.2.2 核苷类化合物	178
9.2.3 蛋白质和氨基酸	178
9.2.4 糖醇和甾醇类	178
9.2.5 其他化合物	178
9.3 冬虫夏草的深层发酵生产	178
9.3.1 冬虫夏草菌种分离培养	179
9.3.2 培养基	180
9.3.3 培养条件	181
9.3.4 发酵过程控制	182
9.3.5 冬虫夏草深层发酵产品	183
参考文献	184
第10章 姬松茸	188
10.1 概述	188

10.2 姬松茸多糖的生物活性	189
10.2.1 抗肿瘤	189
10.2.2 抗氧化	190
10.2.3 提高免疫力	190
10.2.4 抗辐射	190
10.2.5 其他作用	190
10.3 姬松茸的深层发酵生产	191
10.3.1 菌种的选育	191
10.3.2 培养基	191
10.3.3 深层发酵工艺条件	193
10.4 发酵产品的开发	194
10.4.1 姬松茸液体保健饮料	194
10.4.2 保健胶囊	194
10.4.3 姬松茸膳食纤维面包	195
参考文献	195
第 11 章 黑木耳	197
11.1 概述	197
11.1.1 形态特征	197
11.1.2 营养价值	197
11.1.3 药用价值	198
11.2 黑木耳多糖的生物活性	198
11.2.1 降血脂	198
11.2.2 抗血栓	199
11.2.3 抗衰老作用	199
11.2.4 提高免疫、抗肿瘤作用	199
11.2.5 黑木耳多糖的其他药理作用	200
11.3 黑木耳的深层发酵生产	201
11.3.1 培养基	201
11.3.2 培养条件	203
11.3.3 深层发酵过程分析	204
11.4 黑木耳深层发酵产品	205
参考文献	205
第 12 章 猴头菌	208
12.1 概述	208
12.1.1 形态特征	208

12.1.2	营养与药用价值	209
12.2	猴头菌多糖的生物活性	209
12.2.1	免疫调节及抗肿瘤作用	209
12.2.2	养胃作用	210
12.2.3	抗衰老	210
12.2.4	其他药理作用	211
12.3	猴头菌的深层发酵生产	211
12.3.1	菌种选育	212
12.3.2	深层发酵培养	212
12.4	深层发酵产品的开发	215
12.4.1	猴头菌多糖的分离提取	215
12.4.2	猴头菌发酵保健产品	216
	参考文献	216

第 13 章 蛹虫草 219

13.1	蛹虫草概述	219
13.2	蛹虫草的深层发酵生产	220
13.2.1	发酵培养基	220
13.2.2	培养条件	220
13.3	蛹虫草深层发酵产物及药物活性	221
	参考文献	222

第 14 章 其他药用真菌 223

14.1	银耳	223
14.1.1	银耳概述	223
14.1.2	银耳的药理作用	223
14.1.3	银耳的深层发酵生产	224
14.2	蜜环菌	226
14.2.1	蜜环菌概述	226
14.2.2	蜜环菌的深层发酵生产	227
14.2.3	蜜环菌发酵产物及其药理作用	228
14.3	桑黄菌	229
14.3.1	桑黄菌概述	229
14.3.2	桑黄菌的深层发酵生产	230
14.4	松口蘑	233
14.4.1	松口蘑概述	233
14.4.2	松口蘑的药理作用	233

14.4.3 松口蘑的深层发酵生产 234

14.5 竹荪 235

14.5.1 竹荪概述 235

14.5.2 竹荪的深层发酵培养 236

14.6 长根菇 238

14.6.1 长根菇概述 238

14.6.2 长根菇深层发酵生产 238

参考文献 240

第 1 章

药用真菌概述

1.1 药用真菌及其种类

药用真菌是指具有药用价值,对人体有保健作用,对疾病有治疗、预防或抑制作用的一类真菌,在菌丝体、子实体、菌核或孢子中能产生诸如氨基酸、蛋白质、维生素、多糖、苷类、生物碱、甾醇类、萜醌类、黄酮类及抗生素等多种物质。本书所讲述的主要是大型药用真菌,主要包括担子菌亚门和子囊菌亚门中的一些种类,其中一些种类不仅具有医疗保健作用,还可以食用,为药食兼用真菌,如香菇、灰树花、姬松茸、木耳、猴头菌、金针菇、竹荪、银耳等;另外一些种类为医药专用型,如灵芝、云芝、猪苓、麦角菌、冬虫夏草、竹黄菌、安络小皮伞、雷丸等。

药用真菌的药用历史悠久,在我国传统医药中起着重要的作用。远在公元前 300 年左右的《礼记·内则》及公元前 239 年的《吕氏春秋》中就有关于灵芝真菌的描述。东汉末年编著的《神农本草经》共记载中药 365 种,其中就有猪苓 *Polyporus umbellatus* (Pers) Fr.、茯苓 *Poria cocos* (Schw.) Wolf、灵芝 *Ganoderma lucidum* (Leyss ex Fr.) karst、雷丸 *Polyporus mylittae* Cooke et Mass.、木耳 *Auricularia auricula* (L. ex Hook) Underw. 等 10 余种真菌药物,并且根据形态、颜色、功能等把芝类分为赤、黑、青、白、黄、紫芝 6 类,并分别论述了它们的药性。明代著名的医药学家李时珍编著的《本草纲目》载药 1892 种,其中有药用真菌 40 余种,如香菇、马勃、茯苓等。清初汪昂的《本草备要》中最早论述了冬虫夏草的药用价值。20 世纪 60 年代新开发已入药的药用真菌包括麦角 *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul、猴头菌 *Hericium erinaceus*、云芝 *Coriolus versicolor*、蜜环菌 *Armillari mellea*、亮菌 *Armillariella tabescens*、安络小皮伞菌 *Marasmius androsaceus* 等种类,姬松茸 *Agaricus blazei* Murrill、蛹虫草 *Cordyceps militaris* (L. Fr.) Link、金耳 *Tremella aurantia* Schw. ex Fr.、樟芝 *Antrodia camphorata* 等的药用价值亦为实验所证实。目前日常大量用于临床的药用真菌有几十种,传统药用及试验具有药效的真菌多达 400 余种,主要分布在子囊菌亚门和担子菌亚门,尤其是担子菌亚门约占药用真菌总数的 90%。担子菌中 70% 的药用真菌种类集中在 6 个较大的科,即多孔菌科、口蘑科、红菇科、牛肝菌科、马勃科、蘑菇科。主要药用真菌及其具体分类如下^[1,2]:

1 子囊菌亚门 Ascomycotina

1.1 核菌纲 Pyrenomycetes

1.1.1 麦角菌目 Clavicipitales

1.1.1.1 麦角菌科 Clavicipitaceae

1.1.1.1.1 虫草属 *Cordyceps* (Fr.) Link

(1) 多座虫草 *C. sobolifera*

(2) 蛹虫草 *C. militaris*

(3) 冬虫夏草 *C. sinensis*

1.1.1.2 麦角菌属 *Claviceps*

(1) 麦角菌 *C. purpurea*

1.1.1.3 小肉座菌属 *Hypocrella*

(1) 竹生小肉座菌 *H. bambusae*

1.1.2 肉座菌目 Hypocreales

1.1.2.1 肉座菌科 Hypocreaceae

1.1.2.1.1 竹黄属 *Shiraia*

(1) 竹黄 *S. bambusicola*

1.1.3 球壳菌目 Sphaeriales

1.1.3.1 炭角菌科 Xylariaceae

(1) 黑柄炭角菌 *Xylaria nigripes*

1.2 盘菌纲 Discomycetes

1.2.1 盘菌目 Pezizales

1.2.1.1 羊肚菌科 Morchellaceae

1.2.1.1.1 羊肚菌属 *Morchella* Dill. : Pers

(1) 小羊肚菌 *M. deliciosa*

(2) 尖顶羊肚菌 *M. conica*

(3) 粗柄羊肚菌 *M. crassipes*

(4) 羊肚菌 *M. esculenta*

1.2.2 块菌目 Tuberales

1.2.2.1 地菇科 Terfeziaceae

(1) 瘤孢地菇 *Terfezia terfezioides*

2 担子菌亚门 Basidiomycotina

2.1 层菌纲 Hymenomycetes

2.1.1 银耳目 Tremellales

2.1.1.1 银耳科 Tremellaceae

2.1.1.1.1 银耳属 *Tremella* Fr.

(1) 金耳 *T. aurantialba*

(2) 银耳 *T. fuciformis*

2 药用真菌深层发酵生产技术

- 2.1.2 木耳目 Auriculariales
 - 2.1.2.1 木耳科 Auriculariaceae
 - 2.1.2.1.1 木耳属 *Auricularia* Bull. Ex Merat.
 - (1) 毡盖木耳 *A. mesenterica*
 - (2) 毛木耳 *A. polytricha*
 - (3) 木耳 *A. auricula* (黑木耳)
- 2.1.3 非褶菌目 Aphyllphorales
 - 2.1.3.1 灵芝科 Ganodermataceae
 - 2.1.3.1.1 灵芝属 *Ganoderma* Karst.
 - (1) 树舌 (平盖灵芝) *G. applanatum*
 - (2) 松杉灵芝 *G. tsugae*
 - (3) 热带灵芝 *G. tropicum*
 - (4) 灵芝 *G. lucidum*
 - (5) 紫芝 *G. sinense*
 - 2.1.3.2 牛舌菌科 Fistulinaceae
 - (1) 牛舌菌 *Fistulina hepatica*
 - 2.1.3.3 裂褶菌科 Schizophyllaceae
 - (1) 裂褶菌 *Schizophyllum commune*
 - 2.1.3.4 刺革菌科 Hymenochaetaceae
 - 2.1.3.4.1 纤孔菌属 *Inonotus* Karst.
 - (1) 东方纤孔菌 *I. orientalis*
 - (2) 薄皮纤孔菌 *I. cuticularis*
 - 2.1.3.4.2 木层孔菌属 *Phellinus* Quél.
 - (1) 裂蹄木层孔菌 *P. linteus*
 - (2) 松木层孔菌 *P. pini*
 - (3) 毛木层孔菌 *P. setulosus*
 - (4) 粗皮木层孔菌 *P. gilvus*
 - (5) 火木层孔菌 *P. igniarius*
 - 2.1.3.5 猴头菌科 Hericiaceae
 - 2.1.3.5.1 猴头菌属 *Hericum* Pers. Ex Gray
 - (1) 猴头菌 *H. erinaceus*
 - 2.1.3.6 齿菌科 Hydnaceae
 - 2.1.3.6.1 肉齿菌属 *Sarcodon* Quél.
 - (1) 翘鳞肉齿菌 *S. imbricatum*
 - (2) 褐盖肉齿菌 *S. fuligineo-albus*
 - 2.1.3.7 伏革菌科 Corticiaceae
 - 2.1.3.7.1 盘革菌属 *Aleurodiscus*

- (1) 串珠盘革菌 *A. amorphus*
- 2. 1. 3. 7. 2 皱孔菌属 *Merulius*
 - (1) 金色皱孔菌 *M. aureus*
 - (2) 胶质皱孔菌 *M. tremellosus*
- 2. 1. 3. 7. 3 胶韧革菌属 *Gloeostereum*
 - (1) 肉红胶韧革菌 *G. incarnatum*
- 2. 1. 3. 8 多孔菌科 Polyporaceae
 - 2. 1. 3. 8. 1 多孔菌属 *Polyporus* Mich. : Fr.
 - (1) 黄多孔菌 *P. elegans*
 - (2) 雷丸 *P. mylitta*
 - 2. 1. 3. 8. 2 奇果菌属 *Grifola*
 - (1) 灰树花 *G. frondosus*
 - (2) 猪苓 *G. umbellatus*
 - 2. 1. 3. 8. 3 革盖菌属 *Coriolus* Quél.
 - (1) 二型革盖菌 *C. biformis*
 - (2) 单色革盖菌 *C. unicolor*
 - (3) 采绒革盖菌 (云芝) *C. versicolor*
 - (4) 毛革盖菌 *C. hirsutus*
 - 2. 1. 3. 8. 4 层孔菌属 *Fomes* (Fr.) Fr.
 - (1) 平伏层孔菌 *F. mc. gregori*
 - (2) 裂纹层孔菌 *F. rimosus*
 - (3) 木蹄层孔菌 *F. fomentarius*
 - (4) 硬壳层孔菌 *F. hornodermus*
 - 2. 1. 3. 8. 5 拟层孔菌属 *Fomitopsis* Karst.
 - (1) 药用拟层孔菌 *F. officinalis*
 - (2) 红拟层孔菌 *F. rosea*
 - (3) 榆拟层孔菌 *F. ulmaria*
 - 2. 1. 3. 8. 6 粘褶菌属 *Gloeophyllum* Karst.
 - (1) 密粘褶菌 *G. trabeum*
 - (2) 褐粘褶菌 *G. subferrugineum*
 - 2. 1. 3. 8. 7 囊孔菌属 *Hirschioporus* Donk em. Bonf. et Sing.
 - (1) 黄囊孔菌 *H. flavus*
 - (2) 褐紫囊孔菌 *H. fusco-violaceus*
 - 2. 1. 3. 8. 8 卧孔菌属 *Poria* Pers. ex Gray
 - (1) 茯苓 *P. cocos*
 - (2) 黄白卧孔菌 *P. subacids*
 - (3) 树皮生卧孔菌 *P. corticola*