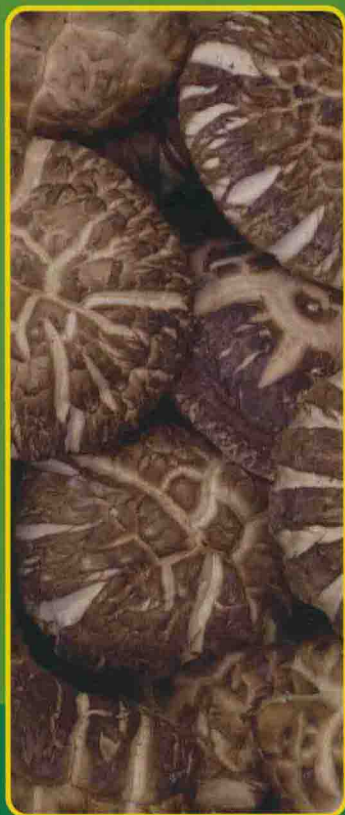




食用菌生产分步 图解技术



牛长满 主编 杨晓菊 程贵兰 副主编



化学工业出版社



食用菌生产分步 图解技术

牛长满 主编 杨晓菊 程贵兰 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

食用菌生产分步图解技术 / 牛长满主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-122-21521-5

I. ①食… II. ①牛… III. ①食用菌-蔬菜园艺-图解 IV. ①S646-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第175104号

责任编辑: 彭爱铭
责任校对: 王素芹

文字编辑: 焦欣渝
装帧设计: 张辉

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 北京盛通印刷股份有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张10 1/2 字数210千字 2014年11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: 49.00元

版权所有 违者必究

前言

食用菌具有很高的营养价值和药用价值，被誉为“人类理想的健康食品”“植物性食品的顶峰”，同时许多工、农业的废弃物，尤其是富含纤维素、半纤维素、木质素的植物残体、下脚料都是优质的食用菌生产原料。

“节约资源，保护环境，坚持全面、协调、可持续发展的观”已经越来越成为全球共识。在现代农业的“三维”循环结构中，食用菌因其特有的生活方式位于循环结构的起点和终点，其独特的价值魅力也越来越被世人所认可！我国已经成为世界食用菌生产大国，丰富的自然资源和劳动力资源以及先进技术的不断应用使我国的食用菌产业潜力更加巨大、前景更加广阔！改革开放以来，尤其是近年，党和国家一系列富民政策的出台，为我国食用菌产业的长足发展提供了坚强有力的政策保障，我国的食用菌产业焕发出了前所未有的生机和活力！

食用菌产业的迅猛发展，势必要求有更多的人才加入到这支庞大的队伍。本书正是为了满足该群体的需求而进行编写、创作的一本书。

本书编写过程中得到企业界朋友和兄弟院校朋友的大力支持和帮助，在此对该书所有编写人员和参与协助人员的辛勤劳动深表谢意！

由于编者水平有限、编写时间仓促以及书作篇幅的要求，难以将所有栽培品种和生产技术一一进行介绍。该书编写过程中难免存在不足之处，诚望读者及时与我们联系、沟通，以期不断提高本书的质量！

编者

甲午马年于古城熊岳

目 录

第一章 概论

第一节 绪论	1
一、食用菌的定义	1
二、食用菌的重要价值	1
三、我国发展食用菌生产的有利条件	3
四、我国食用菌产业存在的问题及对策	4
第二节 食用菌的生物学特性	4
一、食用菌的形态特征	4
二、食用菌的生理生态类型	5
三、食用菌的分类	5
四、影响食用菌生长的环境条件	15

第二章 食用菌制种

第一节 食用菌制种工艺	17
一、制种程序及设施、设备、用具	17
二、消毒与灭菌	22
三、菌种的生产技术	23
四、菌种保藏	36
第二节 液体菌种生产技术	38
一、液体菌种制种设备及程序	38

二、液体菌种消毒与灭菌	40
三、液体菌种的生产技术	40

第三章 食用菌菌种选育

第一节 食用菌的生活史和繁殖方式	43
一、食用菌的生活史	43
二、食用菌的繁殖方式	43
第二节 人工选种	44
一、人工选种流程	44
二、菌种分离技术	46
第三节 杂交育种	53
一、杂交育种流程	53
二、杂交育种方法	54
第四节 野生食用菌驯化育种	54
一、野生食用菌驯化育种流程	54
二、野生食用菌驯化育种方法	54

第四章 食用菌栽培

第一节 平菇栽培	56
一、平菇栽培意义	56
二、平菇的生物学特性	56
三、平菇栽培实例	57



第二节 香菇栽培	66
一、香菇栽培意义	66
二、香菇的生物学特性	66
三、栽培香菇实例	68
第三节 双孢蘑菇栽培	76
一、双孢蘑菇栽培意义	76
二、双孢蘑菇的生物学特性	77
三、双孢蘑菇栽培实例	79
第四节 黑木耳栽培	84
一、黑木耳栽培意义	84
二、黑木耳的生物学特性	85
三、黑木耳栽培实例	86
第五节 金针菇栽培	92
一、金针菇栽培意义	92
二、金针菇的生物学特性	93
三、金针菇栽培实例	94
第六节 鸡腿菇栽培	100
一、鸡腿菇栽培意义	100
二、鸡腿菇的生物学特性	100
三、鸡腿菇栽培实例	102
第七节 猴头菇栽培	107
一、猴头菇栽培意义	107
二、猴头菇的生物学特性	108
三、猴头菇栽培实例	109
第八节 白灵菇栽培	111

一、白灵菇栽培意义	111
二、白灵菇的生物学特性	112
三、白灵菇栽培实例	113
第九节 杏鲍菇栽培	116
一、杏鲍菇栽培意义	116
二、杏鲍菇的生物学特性	117
三、杏鲍菇栽培实例	118
第十节 灵芝栽培	122
一、灵芝栽培意义	122
二、灵芝的生物学特性	122
三、灵芝栽培实例	124
第十一节 蛹虫草栽培	127
一、蛹虫草栽培意义	127
二、蛹虫草的生物学特性	127
三、蛹虫草栽培实例	128

第五章 食用菌病虫害防治

第一节 食用菌病害防治	133
一、食用菌病害类型及 发生原因	133
二、食用菌病害防治措施	136
第二节 食用菌虫害防治	137
一、食用菌虫害类型及 发生规律	138

二、食用菌虫害防治措施	139
-------------------	-----

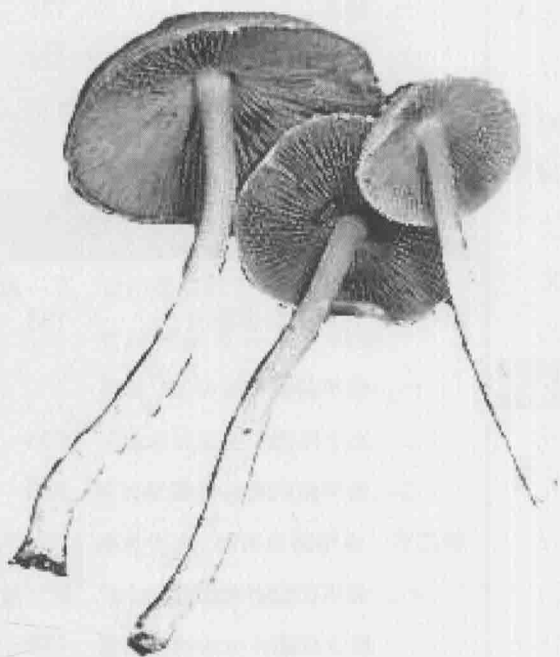
第六章 食用菌贮藏与加工

第一节 食用菌保鲜	142
一、食用菌保鲜原理及类型	142
二、食用菌保鲜工艺	142
三、食用菌实用保鲜方法	
案例	144
第二节 食用菌干制	146
一、食用菌干制原理及类型	146
二、食用菌干制工艺	147

三、实用食用菌干制方法	148
-------------------	-----

第三节 食用菌罐藏	149
一、食用菌罐藏原理	150
二、食用菌罐藏工艺	150
三、食用菌实用罐藏方法	152
第四节 食用菌盐渍	153
一、食用菌盐渍原理	153
二、食用菌盐渍工艺	153
三、食用菌实用盐渍方法	155

参考文献



第一章 概论

本章首先介绍食用菌定义、营养价值、经济社会价值和生态价值,并介绍了我国食用菌发展的有利条件和我国食用菌产业存在的问题。同时以图例的形式展示了我国主要的典型食用菌的分类方法。最后从营养、温度、水分、光照、酸碱度等方面介绍了食用菌生长的环境条件。

第一节 绪论

一、食用菌的定义

食用菌指具有肥大多肉的繁殖体和胶状的子实体或呈现棒状或块状结构的菌丝复合体组织,是可供人类食用的大型真菌(图1-1)。中国已知的食用菌有900余种,其中大多属于担子菌亚门,常见的有金针菇、平菇、香菇、草菇、蘑菇、木耳、银耳、猴头菇、竹荪、松口蘑、灵芝、红菇和牛肝菌等;少数属于子囊菌亚门,如冬虫夏草、羊肚菌、块菌等。这些真菌分别生长在不同的地区、不同的生态环境中。



图1-1 食用菌

在山区森林中生长的种类和数量较多,如黑木耳、香菇、银耳、猴头菇、松口蘑、红菇和牛肝菌等;还有生长在田头、路边、草原和草堆上的食用菌,如鸡腿菇、草菇、口蘑、大球盖菇等。总之,在我们周围的环境中总能发现这些肥厚、有营养或药理保健作用、味道鲜美的菌类。

二、食用菌的重要价值

食用菌既有极高的药食兼备的营养价值;同时随着社会对绿色、有机食品的追求不断提升,食用菌无疑成为该领域的时代宠儿,人们对食用菌的营养、保健作用的认可度与日俱增,这无疑进一步增强了它的经济价值和社会价值。食用菌是自然界中的分解者,可以高效利用秸秆类和农业有机废物,从原材料到生产过程,再到生产废弃物的重复循环利用,均无污染,形成了从农业废弃料变废为宝、化害为利的可持续发展的良好态势,由此它又具有极高的生态价值。

(一) 营养价值

1. 食用价值

食用菌含有丰富的蛋白质和氨基酸,大多数食用菌含有人类所必需的8种氨基酸,而且胆固醇含量低,多吃食用菌不会引起胆固醇偏高。食用菌还含有丰富的不饱和脂肪酸。这些不饱和脂肪酸主要为亚油酸。在人们的日常饮食中,不饱和脂肪酸是必需的营养物质。食用菌还含有丰富的矿物质营养,如钾、磷、硫、钠、钙和镁等大量元素;此外,还含有对人体有益的微量元素,如铜、铁、锰、钼、锌等。食用菌中还含有丰富的纤维素,纤维素被认为是有利于健康的食品成分,高纤维素

膳食可以减少糖尿病人对胰岛素的需要量,并稳定病人的血糖浓度。此外,食用菌中的多种维生素也对调节人体机能非常有益。

2. 药用价值

食用菌具有很高的药用、保健价值,它不但是我国天然药物资源的一个极为重要的组成部分,而且已成为当今探索和发掘抗癌药物的重要领域。1930年德国科学家发现担子菌有抗肿瘤活性,特别是1969年日本科学家千原吴郎报道了香菇多糖具有抗肿瘤活性之后,全世界掀起了从真菌中寻找抗癌药物的热潮,并证明100多种真菌具有显著的抑瘤活性。我国真菌资源十分丰富,民间利用真菌入药有着悠久的历史,许多真菌已被用作生药或制成中成药。食用菌的主要药理作用如下:

(1) 抗癌作用 根据对猪苓、侧耳、云芝、香菇、灵芝、银耳、茯苓、冬虫夏草、猴头菇、裂褶菌等真菌的研究,这些真菌的多糖对某些肿瘤有治疗作用,如香菇多糖和猪苓多糖能抑制小鼠肉瘤180的增殖;猴头菇多糖在治疗胃癌、食道癌方面有一定作用。特别是近年对药用真菌中多糖的研究,与中医药理论紧密结合,已在临床上用于癌症的免疫治疗,如香菇多糖、裂褶菌多糖、猪苓多糖等,并取得了较好的疗效。随着在化学、药理学、临床医学等方面的进一步深入研究,药用真菌在临床上将会显示出更大的作用。

(2) 对心血管系统的作用 灵芝具有滋补强壮、扶正固本的作用,它在治疗慢性支气管炎、消化不良、神经衰弱、冠心病、高脂血症、高血压、白细胞减少症等疾病方面均有效果;冬虫夏草可降低实验动物耗氧量和提高耐缺氧能力,临床上对心肌梗死有一定的保护作用;银耳对治疗慢性肺源性心脏病有较好效果;层孔菌对治疗冠心病和心绞痛有一定效果。

(3) 对肝脏的作用 香菇多糖对慢性

病毒性肝炎有一定的治疗效果;灵芝能促进肝细胞蛋白质的合成;云芝、槐栓菌、亮菌、树舌、猪苓等在治疗肝炎方面也有一定的作用。

(4) 对神经系统的作用 冬虫夏草的乙醇提取物能抑制小鼠自主活动,延长睡眠时间。小刺猴头菇对中枢抑制剂有协同作用,对中枢兴奋剂有对抗作用。安络小皮伞有较好的镇痛作用。

(5) 抗炎作用 银耳、冬虫夏草、蜜环菌、竹黄菌均具有一定的抗炎作用。

一些药用真菌,除对某种疾病有特殊的治疗效果外,它的作用往往是综合性的。不少药用真菌都具有滋补强壮作用,在提高人体免疫功能、滋补、抗衰老方面的作用,早已受到我国历代医药学家的关注,如冬虫夏草、灵芝、香菇等在治疗临床或滋补保健中都显示了一定的效果。

(二) 经济价值和社会价值

人工培养栽培种的菌丝,加快了食用菌的繁殖速度和获得高产的可能性。在掌握选育优良品种、改进制种和栽培技术的基础上,食用菌的发展速度正迅速提高。科学家们预言,21世纪食用菌将发展成为人类主要的蛋白质食品之一。我国食用菌生产企业数量也增长迅速。2006年食用菌生产企业仅为46家,而2011年全国食用菌工厂化生产企业达到了652家,同比增长47%。在企业纷纷投产的基础上,大的集团化布局也在悄然兴起。食用菌工厂化产业成为我国现代生物农业的新亮点,其栽培原料主要为农业废弃物,产品收获后的培养基又可作为绿色有机肥还田,使农业废弃物实现循环利用,获得最佳的经济效益。

(三) 生态价值

众所周知,绿色植物能利用太阳能、CO₂、水和无机盐类制造有机物质,为动

物和微生物提供物质和能源。许多微生物包括蕈菌，可将死后的动植物残体分解为绿色植物能利用的形式，改良土壤，增加土壤肥力。植物所积累的三大物质又可被有益微生物（包括蕈菌）转变为优质菌体蛋白，从而为人类提供优质保健食品，而某些家畜、家禽等则可利用这些菌体蛋白，或直接食用植物的种子及秸秆转化成动物蛋白，进入下一次循环。发展蕈菌产业可变废为宝，促使农业区域生态平衡；发展蕈菌产业，有利于农业生态良性循环。菌糠还可再次栽种其他的食用菌。生产蕈菌除了利用有机废物迅速转化为菌体蛋白外，也可作为有机肥改良土壤，有益于环境的协调。生产蕈菌后的菌糠是很好的农家肥源，它可以增加土壤有机质，改善土壤理化性，克服长期使用化肥带来的不良后果。也可制作花卉专用肥料，还可以加工成畜牧饲料。食用菌生产的社会效益显著，它为多年来国家关注的秸秆利用问题提供了有效利用途径。因此，整个食用菌种植过程均实现了无污染，完全是一种循环农业，如图1-2所示。

三、我国发展食用菌生产的有利条件

（一）资源优势

我国是农业生产大国，据粗略统计，年产各类农作物秸秆以及林业副产品、畜禽副产品、食品、纺织工业副产品约5亿吨，这些都是发展食用菌生产的优质原料，而且可持续性强，综合利用率高。食用菌栽培大多利用秸秆类和农业废物，包括稻草、麦秆、玉米秆、油菜秆、花生壳以及动物粪便等作主料和肥料，如果每年将其中1/5的原料用来发展食用菌生产，年总产量将达到1亿吨左右，其经济价值不可估算。

（二）人力优势

我国是一个拥有13亿人口的农业大国，而人均耕地占有量相对较少，有大量剩余的劳动力资源可以利用。加上食用菌生产是一项劳动密集型产业，机械化操作程度低，绝大多数工艺流程完全靠手工操作。以食用菌业蓬勃兴起的辽宁阜新市为例，188万人口中，下岗待业劳动力和农村富余劳动力达30余万人，因此生产成本低也相应较低，这正是我们发展食用菌生产，利用价格优势，打入国际市场，参与市场竞争的最大有利条件和优势所在。

（三）地理优势

我国幅员辽阔，四季分明，从东至西，从南向北，全国32个省（区、市）均可在不同季节生产不同温型的菌类品种，具有独特而优越的自然环境条件，适宜多种菌类品种生长繁育。最近几年，由于“南菇北移”的产业转移趋势，南方对我国北方和西北地区的资金和技术的大量注入，使得我国北方地区形成了很多食用菌集群地，目前已初步形成辽宁阜新、抚顺、锦州、

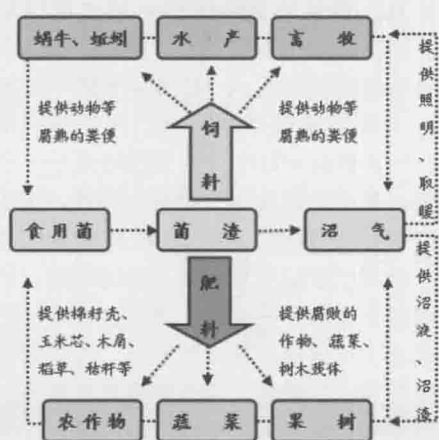


图1-2 食用菌生态链

丹东、朝阳等地的不同种类的食用菌产区，特别是食用菌产业已经作为很多省份不同地区的主导产业，发展迅速。

■四、我国食用菌产业存在的问题及对策■

目前我国的食用菌产业发展很不平衡，这样就造成了食用菌市场比较混乱。有的地方对食用菌市场行情很不了解就盲目生产，缺乏对食用菌市场的基本了解；有的一个乡镇就有多种栽培品种，没有形成规模，用老百姓的话说是“没形成气候”；有的乡镇缺少食用菌方面的龙头企业，技术和产品回收上没有保障；有的企业和个体户还乱用农药，造成了食用菌产品品质下降；有的科研单位菌种保藏和研发存在问题，造成了食用菌菌种品质下降、退化等问题。针对以上现象，应采取以下几点措施：

(1) 加强对国内外科技信息和市场信息的调查、搜集与研究。只有了解和掌握了国内外市场的需求（如种类、数量等）来组织各地的生产，做到心中有数，有的放矢，生产才能稳步发展。

(2) 加强联合。把千家万户小规模粗放型的栽培经营模式，逐渐向专业化集约型的经营模式转变，形成各地的商品优势和拳头产品，才能有参与市场竞争的能力。

(3) 重点培育龙头企业。实践证明，龙头企业充当着内联千家万户，外联市场的重要角色，既是生产加工中心，又是信息科研、服务中心，是发展产业化经营的核心，决定着产业化经营的规模和成效。走公司+基地+农户的发展之路，依托大型加工企业，尤其是外向型创汇企业作龙头，实现食用菌产业化才有希望。

(4) 增加科技投入。除栽培管理技术

的普及提高、优良菌种的选育推广外，高科技产品的研究和高新技术的推广应用、深加工技术的研究、产品包装设计等方面，均应增加投入。只有如此，生产才会不断发展，产品才会不断增值。

(5) 加强行业管理。食用菌生产应做到有章可循，有法可依。如菌种注册登记，审定检疫，禁止使用危害人体健康的农药和有残留的重金属元素、生长激素、抗生素等。

第二节 食用菌的生物学特性

■一、食用菌的形态特征■

食用菌一般是指真菌中能形成大型子实体或菌核并能供食用的种类。食用菌都是由菌丝体和子实体两大部分组成，菌丝体生长在基质内，是着生并供给子实体营养和水分的器官；而子实体则是人们食用的部分，形态有伞状、耳状、头状、花状、球状、舌状、笔状等。

(一) 菌丝体

菌丝体是菇菌的营养器官，它是菇菌的主体。菌丝体是由无数纤细的菌丝组成。它在基质中蔓延生长，摄取水分、无机和有机营养物质，一边吸取基质中的养分，一边繁殖向四周扩展，并在一定季节、一定的发育阶段产生繁殖器官——子实体。食用菌菌丝可分为初生菌丝、次生菌丝和三生菌丝。初生菌丝又称单核菌丝，即每个细胞中只含有一个细胞核，初生菌丝不会产生子实体。次生菌丝也称二次菌丝、双核菌丝或异核菌丝，当单核菌丝发育到一定阶段，两个单核菌丝体内的细胞质融合在一起，变成双核细胞，双核细胞内含有两个遗传性不同的细胞核，常在两细胞横隔膜上方产生扣状的锁状联

合，有产子实体的能力。三生菌丝又称结实性双核菌丝，它已不是散生的、无组织的双核菌丝，而是有一定结构，能形成子实体的双核菌丝。

（二）子实体

菌丝生长后期，即生理成熟阶段，菌丝体局部膨大，形成许多小瘤状的菌蕾，或叫子实体原基。原基中菌丝细胞迅速生长，体积逐渐增大，并不断分化发育，形成菌柄和菌盖。在菌盖下方也逐渐分化出菌褶，菌褶上形成子实层。子实体这部分是人们食用的，也是食用菌的繁殖器官，只有在特定的季节里才会出现，而且寿命长短不一，有些种类甚至能存活几周。常见伞菌的子实体是由菌盖、菌褶、菌柄和其他附属物组成的，如图1-3所示。



图1-3 典型伞菌子实体结构示意图

二、食用菌的生理生态类型

根据食用菌生活方式的不同，可将其

分为三种类型：

1. 腐生

从动植物尸体及无生命的有机物中吸取养料的食用菌为腐生菌。根据腐生对象，主要分为木生菌和粪草生菌。木生菌又叫木腐菌：在自然界主要生长在死亡的树木、树桩、断枝或活立木上的死亡部分，从中吸取营养，破坏其结构，导致木材腐朽，但一般不侵害活立木，如香菇、灵芝、平菇、金针菇、茯苓等。粪草生菌又称草腐菌：主要生长在腐熟的堆肥、厩肥、腐烂草堆或有机废料上，如草菇、双孢蘑菇、鸡腿菇等。

2. 寄生

生活于寄主体内或体表，从活的寄主细胞中吸收养分或进行生长繁殖的食用菌为寄生。如冬虫夏草、蚕花。

3. 共生

与相应生物生活在一起，形成互惠互利，相互依存关系的为共生。食用菌与植物形成菌根，如：牛肝菌与松树，口蘑与牧草，蜜环菌与天麻等。

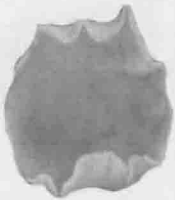
三、食用菌的分类

全世界目前已发现大约25万种真菌，其中有1万多种大型真菌，可食用的种类大约有2000多种，但目前仅有70多种人工栽培成功。有20多种在世界范围被广泛栽培生产。我国的地理位置和自然条件十分优越，蕴藏着极为丰富的食用菌资源。到目前为止，在我国已经发现720多种食用菌，它们分别隶属于144个属、46个科（表1-1）。食用菌的分类主要是以其形态结构、细胞、生理生化、生态学、遗传等特征为依据的，特别是以子实体的形态和孢子的显微结构为主要依据。

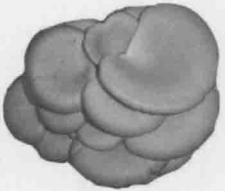
表1-1 我国主要的典型食用菌分类

界	门	纲	目	科	典型代表品种
真菌界	子囊菌亚门	核菌纲	麦角菌目	麦角菌科	虫草
			球壳菌目	肉座菌科	竹黄
			炭角菌目	炭角菌科	黑柄炭角菌
		盘菌纲	盘菌目	肉盘菌科	大胶鼓
				肉杯菌科	红白毛杯菌

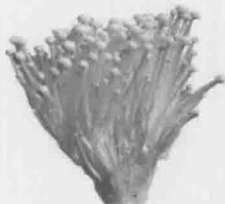
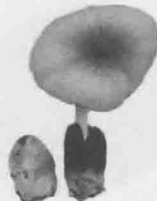
续表

界	门	纲	目	科	典型代表品种
真菌界	子囊菌亚门	盘菌纲	盘菌目	盘菌科	 林地盘菌
				羊肚菌科	 羊肚菌
				马鞍菌科	 白马鞍菌
			柔膜菌目	锤舌菌科	 子囊锁瑚菌
				地舌菌科	 地勺

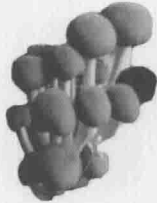
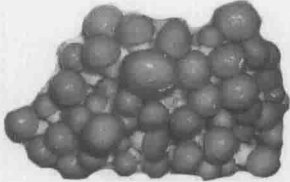
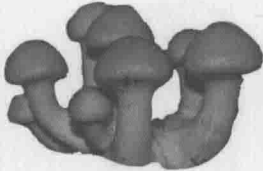
续表

界	门	纲	目	科	典型代表品种
真菌界	子囊菌亚门	盘菌纲	柔膜菌目	胶陀螺科	 胶陀螺
			块菌目	块菌科	 中国块菌
	担子菌亚门	层菌纲	伞菌目	侧耳科	 平菇
				裂褶菌科	 裂褶菌
				蜡伞科	 白蜡伞

续表

界	门	纲	目	科	典型代表品种
真菌界	担子菌亚门	层菌纲	伞菌目	白蘑科	 金针菇
				鹅膏菌科	 橙盖鹅膏菌
				光柄菇科	 草菇
				蘑菇科	 双孢蘑菇
				鬼伞科	 鸡腿菇

续表

界	门	纲	目	科	典型代表品种
真菌界	担子菌亚门	层菌纲	伞菌目	粪锈伞科	 杨树菇
				球盖菇科	 滑菇
				丝膜菌科	 丝膜菌
				牛肝菌科	 牛肝菌
				红菇科	 红菇