

# 食用菌 栽培学

Shiyongjun  
Zaipeixue

■ 杜敏华 编著

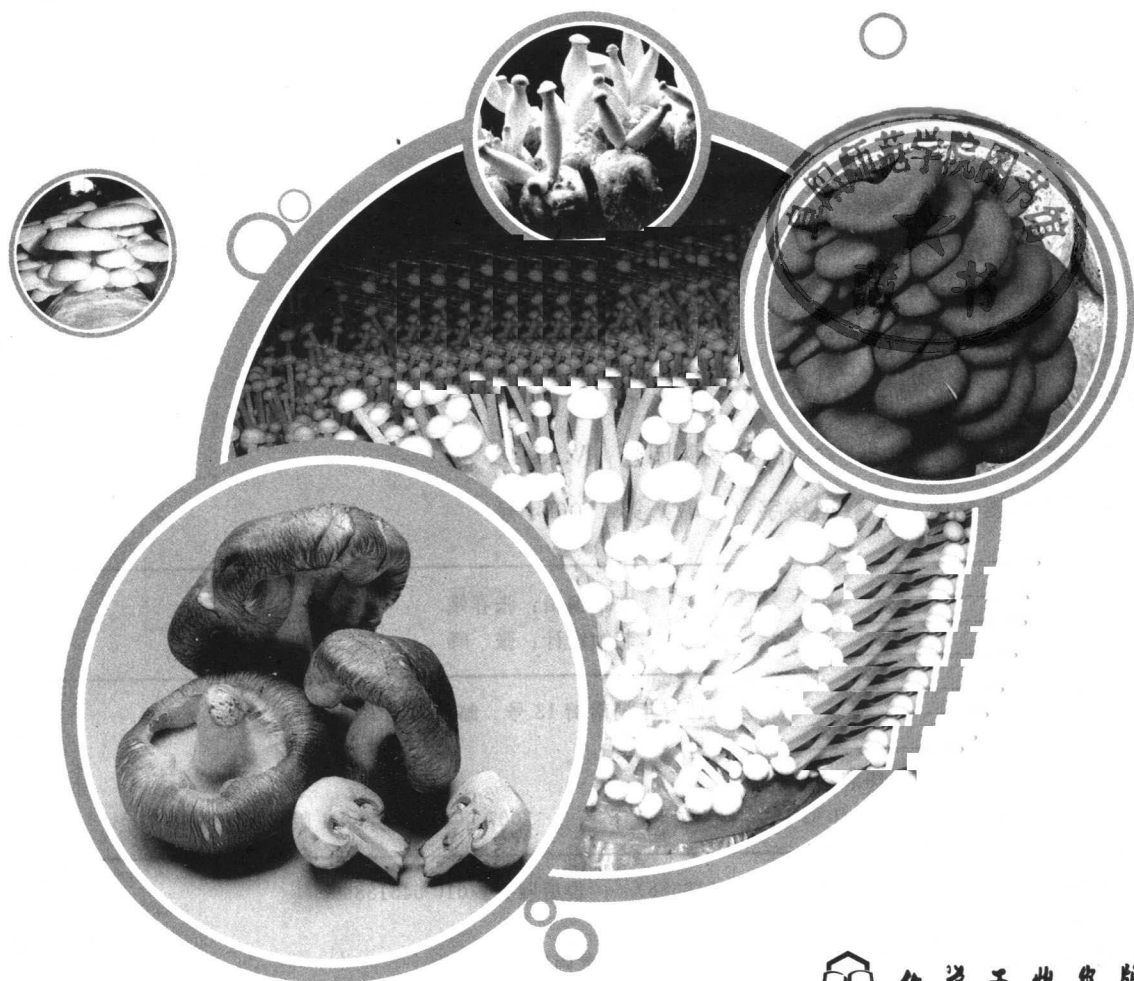


化学工业出版社

# 食用菌 栽培学

Shiyongjun  
Zaipeixue

■ 杜敏华 编著



化学工业出版社

·北京·

本书详细阐述了食用菌生物学基础知识和食用菌菌种生产技术,具体介绍了平菇、香菇、双孢蘑菇、草菇、金针菇、猴头菇、天麻、黑木耳、滑菇、茯苓 10 种常见的食用菌栽培技术,以及杏鲍菇、杨树菇、鸡腿菇、真姬菇、姬松茸、密环菌、麒麟菇、小白菇、高大环柄菇、桑黄菌、白灵菇、大球盖菇、羊肚菌、白环球菇、灵芝、黄伞等多种珍稀食用菌的栽培技术,并对食用菌的保鲜贮藏与加工、食用菌病虫害的防治也进行了较全面的介绍。内容系统、翔实,所介绍的技术先进、多样,操作方法具体规范,有较强的操作性;语言通俗易懂,图文并茂。

本书可供高校生物学、农林、园艺、食品等相关专业师生及食用菌研究人员、食用菌生产者、经营者以及爱好者使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌栽培学/杜敏华编著. —北京:化学工业出版社, 2007. 8  
ISBN 978-7-122-00575-5

I. 食… II. 杜… III. 食用菌类-蔬菜园艺 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 110654 号

---

责任编辑:梁静丽 李植峰

文字编辑:张春娥

责任校对:宋 玮

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 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市芳龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 345 千字 2007 年 9 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

食用菌 (edible fungi) 是高等真菌中能形成大型肉质 (或胶质、木栓质、蜡质等) 子实体、可供人们食用 (或药用) 的菌类总称。食用菌因其风味独特、营养价值高、药效良好以及生态效应显著, 生产一直呈快速发展趋势, 所形成的产业已成为我国农业经济中的重要部分。我国是世界上最早认识、利用和栽培食用菌的国家, 悠久的食用菌栽培历史使我们积累了不少宝贵的经验, 并在食用菌的科研和生产上也取得了令人瞩目的成就。

为了适应当代农村经济产业结构的调整以及国内外食用菌科学技术的发展, 本书结合作者多年来从事食用菌的教学科研、生产实践和技术推广工作经验, 并参考了国内外新的技术成果编写而成。

本书的编写特色主要表现为以下四点。

一是用现代生物科学的观点重新审视食用菌栽培学的独特地位、食用菌栽培学的研究对象以及食用菌的形态结构、生活史、良种选育、生长发育条件、营养生理、生态、分类、病虫害防治、贮藏与加工、深层发酵、菌种制作与培养、鉴定与保藏及食用菌高产栽培等方面的理论和技术, 使其紧随现代生命科学的发展步伐。

二是本书在食用菌生物学基本理论知识的基础上, 重点阐述了实践操作技能: 食用菌制种技术和食用菌栽培技术占有较大的比重, 并介绍了现代食用菌生产技术, 如液体菌种的制作技术、食用菌优质高产栽培技术。既突出试验技术的关键性, 又不乏实用性、系统性和连贯性, 结构编排上自成体系, 具有一定的理论深度和较强的可操作性。

三是本书的编写着重于食用菌高产优质栽培技术的关键性问题, 即必须依据每一种食用菌的生物学特性, 采取相应的技术措施。具体的是: ①探究每种食用菌最佳生长发育的规律, 依据食用菌对生长发育条件 (温度、湿度、空气、光照、pH 等) 的要求, 采取优化栽培条件的针对性措施; ②探究每种食用菌不同阶段对各种营养的不同需求, 依据食用菌的生理生化特性, 提供良好的营养源; ③探究每种食用菌优质、高产、抗逆性等特点的内在机理, 依据食用菌遗传变异的种性, 不断选育和复壮优良的菌种 (品种或菌株); ④探究每种食用菌常见病虫害的发生发展规律, 依据食用菌对病虫、病菌和不良环境的抗性, 采取科学有效的防治策略。

四是本书体现了近些年国内外食用菌的新科技、生产新模式、代料栽培新材料以及食用菌研究发展新动向, 具有一定的新颖性和前瞻性。

需要说明的是, 为了突出本书的学术性和应用价值, 本书在编著过程中参考了国内外菌物学方面的先进理论和部分文献资料, 特别是一些具有中国特色的新技术、新成果。在此特向原作者表示深深的敬意和衷心的感谢。另外, 对化学工业出版社在本书选题、撰写、审稿、出版过程中所给予的帮助, 以及在拟定本书框架结构时提出过宝贵建议的惠丰立教授、张乃群教授、王庆林教授、夏敏教授一并表示感谢!

由于作者水平所限, 不妥之处恳请专家、同行和读者不吝指正。

南阳师范学院 杜敏华

2007年6月

# 目 录

绪论 .....	1
<b>第一节 概述</b> .....	1
一、食用菌 .....	1
二、食用菌学 .....	1
三、食用菌栽培学 .....	2
<b>第二节 发展食用菌的意义</b> .....	2
一、食用菌的营养价值 .....	2
二、食用菌的药用价值 .....	3
三、食用菌的经济价值 .....	4
<b>第三节 食用菌的研究和应用</b> .....	5
一、食用菌菌种资源 .....	6
二、生态农业与食用菌栽培 .....	6
三、生物技术与食用菌育种 .....	7
四、食用菌与医疗保健 .....	8
五、我国发展食用菌的前景 .....	8
<b>第一章 食用菌生物学基础</b> .....	10
<b>第一节 食用菌的形态结构</b> .....	10
一、菌丝体 .....	10
二、子实体 .....	13
<b>第二节 食用菌的繁殖及生活史</b> .....	19
一、食用菌的细胞分裂 .....	19
二、食用菌有性生殖的关键阶段 .....	22
三、食用菌的不同交配类型 .....	23
四、食用菌的生活史 .....	25
<b>第三节 食用菌的分类与命名</b> .....	26
一、食用菌的分类方法及科学命名 .....	26
二、食用菌分类检索表及其使用 .....	27
三、食用菌的重要种、属代表 .....	28
<b>第四节 食用菌的营养生理</b> .....	35
一、碳营养及其代谢 .....	35
二、氮营养及其代谢 .....	35

三、矿质营养 .....	36
四、维生素及其他 .....	36
<b>第五节 食用菌的生态 .....</b>	<b>37</b>
一、腐生性食用菌 .....	37
二、寄生性食用菌 .....	37
三、兼性寄生性食用菌 .....	37
四、食用菌与其他微生物的关系 .....	38
<b>第六节 食用菌生长发育的环境条件 .....</b>	<b>38</b>
一、温度 .....	38
二、水分和湿度 .....	39
三、酸碱度 .....	40
四、氧气和二氧化碳 .....	41
五、光照条件 .....	41
六、营养条件 .....	42
<b>第七节 食用菌的遗传与育种 .....</b>	<b>43</b>
一、食用菌的遗传与变异 .....	43
二、食用菌良种选育的原理和方法 .....	43
<b>第二章 食用菌制种程序与设备操作 .....</b>	<b>46</b>
<b>第一节 菌种类型及制种程序 .....</b>	<b>46</b>
一、菌种类型 .....	46
二、制种程序 .....	47
<b>第二节 制种的基本设备与用具 .....</b>	<b>47</b>
一、灭菌设备 .....	47
二、消毒设备 .....	49
三、接种设备 .....	49
四、培养设备 .....	51
五、主要用具、器皿与药品 .....	51
<b>第三节 培养基的制备 .....</b>	<b>52</b>
一、培养基的类型 .....	52
二、培养基的配制原则 .....	53
三、母种培养基的配制 .....	53
四、原种培养基的配制 .....	55
五、栽培种培养基的配制 .....	58
<b>第四节 消毒和灭菌 .....</b>	<b>59</b>
一、培养基的灭菌 .....	59
二、接种环境的消毒 .....	61
三、培养室及栽培场所的消毒 .....	62
四、器械物品的消毒和灭菌 .....	63

<b>第三章 食用菌制种技术与方法</b> .....	64
<b>第一节 菌种的分离、接种与培养</b> .....	64
一、食用菌菌种的分离技术 .....	64
二、食用菌的接种技术 .....	67
三、食用菌菌种的培养方法 .....	70
<b>第二节 液体菌种的生产</b> .....	71
一、液体菌种的生产方式 .....	71
二、液体菌种发酵过程的质量检测 .....	74
三、液体菌种的使用 .....	75
四、液体菌种生产食用菌利弊分析 .....	76
五、部分菇类液体培养的培养基配方 .....	76
<b>第三节 食用菌菌种质量鉴定及保藏</b> .....	77
一、菌种质量的鉴定 .....	77
二、菌种的保藏 .....	80
<b>第四章 常见食用菌栽培技术</b> .....	82
<b>第一节 平菇</b> .....	82
一、概述 .....	82
二、生物学特性 .....	83
三、栽培季节 .....	83
四、栽培种制作 .....	84
五、熟料栽培技术 .....	85
六、生料栽培技术 .....	88
七、发酵料栽培技术 .....	89
八、阳畦栽培技术 .....	92
<b>第二节 香菇</b> .....	94
一、概述 .....	94
二、生物学特性 .....	95
三、代料栽培技术 .....	96
四、段木栽培技术 .....	102
五、陆地畦床栽培技术 .....	105
六、采收、保鲜与加工 .....	107
<b>第三节 双孢蘑菇</b> .....	108
一、概述 .....	108
二、生物学特性 .....	109
三、栽培技术 .....	111
四、采收加工 .....	114
五、病虫害防治 .....	114

<b>第四节 草菇</b> .....	114
一、概述.....	114
二、生物学特性.....	115
三、栽培技术.....	116
四、采收.....	119
<b>第五节 金针菇</b> .....	120
一、概述.....	120
二、生物学特性.....	120
三、栽培技术.....	121
四、采收和分级.....	123
<b>第六节 猴头菇</b> .....	124
一、概述.....	124
二、生物学特性.....	125
三、栽培技术.....	126
四、采收、保鲜和加工.....	129
<b>第七节 天麻</b> .....	130
一、概述.....	130
二、生物学特性.....	131
三、栽培技术.....	131
<b>第八节 黑木耳</b> .....	133
一、概述.....	133
二、生物学特性.....	133
三、代料栽培技术.....	135
四、段木栽培技术.....	137
五、采收和加工.....	139
<b>第九节 滑菇</b> .....	139
一、概述.....	139
二、生物学特性.....	139
三、栽培技术.....	140
<b>第十节 茯苓</b> .....	141
一、概述.....	141
二、生物学特性.....	142
三、栽培技术.....	142
四、采收与加工.....	143
<b>第五章 珍稀食用菌栽培技术</b> .....	145
<b>第一节 杏鲍菇</b> .....	145
一、概述.....	145
二、生物学特性.....	146



三、菌种生产	147
四、栽培技术	148
<b>第二节 杨树菇</b>	151
一、概述	151
二、生物学特性	152
三、栽培技术	153
四、采收和销售	154
<b>第三节 鸡腿菇</b>	154
一、概述	154
二、生物学特性	155
三、栽培技术	156
四、采收	158
<b>第四节 真姬菇</b>	158
一、概述	158
二、生物学特性	159
三、栽培技术	160
<b>第五节 姬松茸</b>	162
一、概述	162
二、生物学特性	163
三、菌种生产	164
四、栽培技术	164
五、加工	166
<b>第六节 蜜环菌</b>	167
一、概述	167
二、生物学特性	167
三、栽培技术	168
四、采收和销售	170
<b>第七节 麒麟菇</b>	170
一、概述	170
二、生物学特性	170
三、栽培技术	170
四、采收和销售	171
<b>第八节 小白菇</b>	171
一、概述	171
二、生物学特性	172
三、栽培技术	173
<b>第九节 高大环柄菇</b>	174
一、概述	174
二、生物学特性	174

三、栽培技术·····	175
四、采收和销售·····	176
<b>第十节 桑黄菌</b> ·····	176
一、概述·····	176
二、栽培技术·····	176
<b>第十一节 白灵菇</b> ·····	178
一、概述·····	178
二、栽培技术·····	178
<b>第十二节 大球盖菇</b> ·····	180
一、概述·····	180
二、生物学特性·····	180
三、栽培技术·····	181
<b>第十三节 羊肚菌</b> ·····	182
一、概述·····	182
二、生物学特性·····	182
三、栽培技术·····	183
四、采收与加工·····	185
<b>第十四节 白环柄菇</b> ·····	186
一、概述·····	186
二、生物学特性·····	186
三、栽培技术·····	186
四、采收与加工·····	187
<b>第十五节 灵芝</b> ·····	187
一、概述·····	187
二、生物学特性·····	187
三、栽培技术·····	188
四、采收与加工·····	189
<b>第十六节 黄伞</b> ·····	189
一、概述·····	189
二、生物学特性·····	189
三、栽培技术·····	190
四、采收与加工·····	190
<b>第六章 食用菌的保鲜贮藏与加工</b> ·····	191
<b>第一节 食用菌的保鲜</b> ·····	191
一、影响食用菌鲜度的因素·····	191
二、食用菌保鲜贮藏措施·····	192
<b>第二节 食用菌加工技术</b> ·····	193
一、干制·····	194

二、腌制.....	196
三、制罐.....	199
<b>第七章 食用菌病虫害防治.....</b>	<b>201</b>
<b>第一节 杂菌、病害及防治.....</b>	<b>201</b>
一、常见的染菌原因.....	201
二、竞争性杂菌及防治.....	201
三、细菌性病害及防治.....	204
四、真菌性病害及防治.....	206
五、病毒性病害及防治.....	207
六、生理性病害及防治.....	208
<b>第二节 害虫及其防治.....</b>	<b>209</b>
一、食用菌栽培中常见害虫及防治.....	209
二、食用菌常见害虫的综合防治.....	212
<b>附录 .....</b>	<b>213</b>
<b>附录 1 食用菌卫生标准 .....</b>	<b>213</b>
<b>附录 2 食用菌罐头理化指标 .....</b>	<b>213</b>
<b>附录 3 无公害常见食用菌鲜菇感官要求 .....</b>	<b>213</b>
<b>附录 4 食用菌各种培养料的碳氮比 (C/N) .....</b>	<b>214</b>
<b>附录 5 食用菌鲜菇采收原则 .....</b>	<b>214</b>
<b>附录 6 常见食用菌鲜菇的分级标准 .....</b>	<b>215</b>
<b>附录 7 食用菌标本制作 .....</b>	<b>216</b>
<b>附录 8 毒菌及中毒类型 .....</b>	<b>217</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>219</b>

# 绪 论

## 第一节 概 述

### 一、食用菌

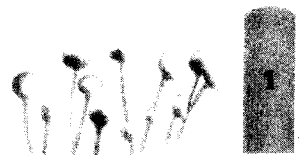
自然界的生物，千姿百态，种类繁多。生物分类学家把具有多细胞结构的真核生物 (Eukaryotes) 分为三界，即植物界 (Plantae)、动物界 (Animalia) 和菌物界 (Fungi)。在菌物界中又分为三门，即裸菌门 (Gymnomycota)、卵菌门 (Oomycota) 和真菌门 (Eumycota)。真菌门下又分为五个亚门，即鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门和半知菌亚门。

食用菌 (edible fungi) 是高等真菌中能形成大型肉质 (或胶质、木栓质、蜡质等) 子实体可供人们食用 (或药用) 的菌类总称，通常也称为“菇” (如平菇、香菇)、“菌” (如虫草菌、羊肚菌)、“耳” (如黑木耳、银耳) 等，不包括用于酿造、制药和发酵工业的丝状真菌和酵母菌。食用菌与动植物及其他微生物相比具有不同的特点，概述如下。①食用菌无根、茎、叶，不含叶绿素，不能通过光合作用来制造营养物质，依靠寄生、共生或腐生的方式来生存；②食用菌的细胞壁大多由几丁质或纤维素等物质组成，有真正的细胞核，这也是与黏菌、细菌、放线菌的明显区别；③食用菌细胞中贮藏的养料是肝糖和脂肪，而不是绿色植物中的淀粉；④食用菌的大多数菌体由分支或不分支的细胞构成，菌丝体不断繁殖、发育形成新的子实体，能产生孢子并能进行有性繁殖和无性繁殖，可连续不断地繁殖后代。

食用菌在分类上属于菌物界真菌门，约有 95% 的种类属于担子菌亚门 (Basidiomycotina) 中的层菌纲 (Hymenomyces) 和腹菌纲 (Gasteromycetes)，少数属于子囊菌亚门 (Ascomycotina) 中的盘菌纲 (Discomycetes)。在全世界 150 多万种真菌中，能够产生大型肉质子实体的有 1 万种左右，其中食用菌有 2000 多种。我国食用菌资源非常丰富，目前已知的食用菌约 1000 种，但在实验条件下驯化栽培成功的仅有 80 多种，已进入大规模商品化生产的仅 20 多种，90% 以上的种类尚处于自生自灭的野生状态。

### 二、食用菌学

食用菌学 (mushroomology) 是以食用菌为研究对象的一门科学，其主要任务是研究食用菌的生长规律及其利用方法。它隶属于生物学，是真菌学的一个重要分支，国际上创立于 1934 年。各国食用菌学研究的具体对象有所不同，在日本主要研究金针菇、平菇、香菇、灰树花和滑菇等；在欧美各国主要研究平菇、双孢蘑菇等；在我国食用菌学研究的对象十分丰富，主要有香菇、平菇、金针菇、蘑菇、草菇、猴头菌、灵芝、银耳、木耳、茯苓、猪苓、竹荪等。食用菌学研究的内容很广泛，包括食用菌的形态结构、生活史、分类、生理、生化、生长发育、生态、菌种分离与制作、栽培、遗传育种及其应用等。食用菌学是一门新兴学科，它是与其他学科 (如微生物学、真菌学、蔬菜学、发酵工艺学、遗传学、生物化学、生物技术、环境科学等) 相互交叉渗透而发展起来的一门应用性学科。



### 三、食用菌栽培学

食用菌栽培学 (edible fungi cultivation) 是食用菌学的一个重要分支学科, 主要侧重于食用菌栽培技术, 它的主要研究对象是大型真菌中可供人类食用 (或药用) 的真菌, 主要任务是研究食用菌生命活动规律、生理生化生态状况、栽培技术和利用方法, 目的是生产更多高产优质的食用菌产品, 以满足人类生活的需要。食用菌栽培学的研究方法是采用微生物学和栽培学经常使用的方法及技术, 依照食用菌的生物学特性和生命活动规律形成的一些方法, 包括对食用菌形态特征的描述和鉴定、纯菌种分离培养、栽培与管理、病虫害防治以及研究其生理生化变化、保鲜和加工过程的各种技术等。

## 第二节 发展食用菌的意义

### 一、食用菌的营养价值

评价食物的营养价值 (nutrient value), 主要是指食物中所含蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、矿质元素和纤维素 (膳食纤维) 六大要素的比例和质量。食用菌正是高蛋白、低脂肪、低胆固醇, 富含多种维生素、矿质元素和膳食纤维的健康功能性食物 (表 0-1)。

表 0-1 食用菌的主要成分

单位: g

种类	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
双孢蘑菇	9.0	36.1	3.6	31.2	6.0	14.1
香菇	18.5	13.0	1.8	54.0	7.8	4.9
木耳	10.9	10.6	0.2	65.5	7.0	5.8
金针菇	10.8	16.2	1.8	60.2	7.4	3.6
平菇	10.2	7.8	2.3	69	5.6	5.1
银耳	10.4	5.0	0.6	78.3	2.6	3.1

注: 以每 100g 干重计。资料引自常明昌, 2003。

#### 1. 蛋白质

据对 112 种食用菌的营养成分分析, 平均其干重的 25% 是粗蛋白, 一般菇类蛋白质含量为鲜重的 2%~4% 或干重的 10%~40%, 介于肉类和蔬菜之间, 是蔬菜的 2~6 倍。其蛋白质种类齐全、含量丰富, 并具有人体必需的 8 种氨基酸 (表 0-2)。

表 0-2 4 种常见食用菌中的必需氨基酸

单位: g

种类	双孢蘑菇	香菇	草菇	平菇
异亮氨酸	4.3	4.4	4.2	4.9
亮氨酸	7.2	7.0	5.5	7.6
赖氨酸	10.0	3.5	9.8	5.0
蛋氨酸	微量	1.8	1.6	1.7
苯丙氨酸	4.4	5.3	4.1	4.2
苏氨酸	4.9	5.2	6.5	5.9
缬氨酸	5.3	5.2	6.5	5.9
色氨酸	—	—	1.8	1.4
总计	约 36.1	32.4	40.0	36.6

注: 以每 100g 干重计。资料引自常明昌, 2003。



## 2. 脂肪

食用菌是低脂肪食物，据测定，其脂肪含量平均为4%，多在1.1%~8.3%。食用菌脂肪组成的75%以上为不饱和脂肪酸，不饱和脂肪酸中又有70%以上是人体必需脂肪酸，如亚油酸、油酸等。食用菌所含的脂类有卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂和多种甾醇类等。食用菌中的不饱和脂肪酸和脂类对降低血脂、胆固醇，预防心血管系统疾病有显著作用。

## 3. 碳水化合物

多数食用菌碳水化合物占干重的60%左右，有的种类则高些，如银耳，为94.8%。食用菌中的碳水化合物的主要形式是糖类，少量是纤维素。

## 4. 维生素

食用菌中含有多种维生素，如水溶性的B族维生素（维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>、维生素B<sub>5</sub>、维生素B<sub>6</sub>、维生素B<sub>12</sub>等）、维生素C；脂溶性的维生素（维生素H、维生素A）和维生素D前体麦角固醇等。这些维生素在生命活动中都是不可缺少的，例如，B族维生素有预防多种皮肤病、口舌炎症及调节神经的作用；维生素C能增强机体免疫力，延缓衰老；维生素D能预防佝偻病和骨质疏松症；维生素A具有防治夜盲症的功效。

## 5. 矿物质元素

化学成分分析表明，食用菌含灰分（矿物质）3%~12%，多数种类为6%~10%。经测定，其中的钾、磷、钠、钙和镁所占比例较高，约占总灰分的56%~80%。而在上述几种元素中，钾所占比例最高，占总灰分的45%~58%，其次是磷，约占总灰分的20%左右。这些矿物质对调节体液，维持细胞正常代谢起着重要作用。特别是其含量丰富的钾元素使食用菌成为那些为了健康而控制食盐摄入量，以寻求更为健康饮食方式的人们的最理想食品之一。

## 6. 膳食纤维

食用菌的纤维素成分丰富，约占4%~28%。食用菌中的纤维素主要是构成细胞壁的成分真菌几丁质，这是一种膳食纤维（粗纤维）。近代科学研究表明，膳食纤维对人体健康是极为有益的，它能吸附血液中多余的胆固醇和肠道中的代谢毒素，并将其排出体外，同时，有利于肠蠕动，预防和缓解便秘。纤维素还能减缓糖尿病人对葡萄糖的吸收速率，稳定病人的血糖浓度，从而减少对胰岛素的需要量。据测定，双孢蘑菇的纤维素含量为10.4%，平菇7.4%~27.6%，草菇4%~20%。

## 7. 其他

研究还发现，不少食用菌具有浓郁的香味，如松口蘑、香菇、鸡油菌等，这是由于其菌体含有香味成分，如松口蘑含有L-松口蘑醇、异松口蘑醇等香味成分，以松口蘑醇含量最高，占香味成分的60%~80%。香菇中的香味成分主要是香菇香精（lenthionine）、香菇油（shiitake-oil）及辛醇（octenol）等，现在已经能够人工合成香菇香精，可添加到食品中，使食品具有香菇香味。

综上所述，食用菌含有多种营养物质，具有极高的食用价值和鲜美的味道，是一种营养丰富的菌类食物，是人类理想的健康食品。

## 二、食用菌的药用价值

食用菌不仅是营养丰富的美味佳肴，其中很多种类还有其重要的药理功效。其药用价值（medicinal value）主要体现在如下几个方面。



### 1. 防癌抗癌效应

食用菌中含有的大量真菌多糖，具有防癌抗癌的作用，能显著提高人体的免疫功能（表 0-3）。如香菇多糖可提高人体对肿瘤细胞扩散的免疫能力；云芝多糖可用于肝癌的预防和治疗；猴头多糖对胃癌和食道癌有一定的疗效。据统计，到目前为止，中国的药用食用菌大约有 270 种，能抗癌的真菌有 150 多种，现已应用于临床的近 10 种。目前用于肿瘤治疗的以食用菌为原料制取的药剂有 Ps-k、猴菇菌片、香菇多糖针剂、保力生、灵芝宝、克勒斯汀等。

表 0-3 几种常见食用菌抑癌效率

种 类	茯苓	松茸	猴头	金针菇	香菇	银耳	平菇	草菇	木耳
抑癌效应/%	96.9	91.3	91.3	81.1	80.7	80.0	75.3	75.0	42.6

注：改自常明昌，2003。

### 2. 抗病毒效应

香菇、双孢蘑菇等多种食用菌都含有抗病毒物质。因此，常食用香菇、双孢蘑菇等食用菌，对流感有积极的预防作用。据日本菇农介绍，在菇场工作的采菇人员在采菇期几乎不患流感，我国的香菇产地也有类似的经验。

### 3. 对心血管和肾脏的影响

灵芝对心血管系统有明显的强心作用；对心肌缺血有保护作用。香菇、灵芝、平菇、凤尾菇等都有很好的降胆固醇、降血脂和降血压作用。木耳和毛木耳中的腺嘌呤核苷是破坏血小板凝固的物质，可抑制血栓形成。凤尾菇的水提物可以减缓肾坏死，从而延长慢性肾脏病人的生命。鸡腿菇、灵芝都有明显的降血糖作用。

### 4. 提高机体免疫力

长期食用食用菌，可以有效地提高机体免疫力，使机体的非特异性免疫功能、体液免疫功能和细胞免疫功能全面提高，还可促进免疫细胞因子的产生。

### 5. 保肝和预防肝炎作用

多数食用菌都有很好的保肝作用，如用双孢蘑菇制成的健肝片、肝血康复片，以亮菌、云芝为原料制作的亮菌片、云芝肝泰，以灵芝制成的多种制剂都是治疗肝炎常用的药物或辅助药物。

此外，香菇能预防小儿佝偻病、软骨病；蜜环菌对中枢神经有镇静和抗惊厥作用；灵芝具安神、化痰、滋补功效，对神经系统有镇静、安定和镇痛作用；银耳能止咳化痰；黑木耳有润肺清火作用；猪苓、茯苓有很好的利尿祛湿作用；马勃有良好的止血消炎功效。

总之，许多食用菌都具有特殊的药用价值，从食用菌中寻找新药是天然药物开发的重要途径。

## 三、食用菌的经济价值

### 1. 栽培食用菌的原料广、成本低

栽培食用菌的原料来源广泛，成本低廉，还可改善环境，促进生态农业的良性循环。我国目前用于食用菌栽培的原料很多，可利用工农业生产中的各种下脚料，如棉籽壳、锯木屑、甘蔗渣、农作物秸秆、甜菜渣、沼气渣、木薯渣、废棉、造纸厂的废水废物、各种酿造工艺的下脚料、畜禽的粪尿、屠宰场及肉类加工厂的废物、水产业的废物，以及食用菌栽培



后的废弃基质等。目前，很多工农业生产的废弃物常用作燃料或丢弃，既污染了环境，又浪费了其潜在的应用价值，如果运用适当的物理或化学方法处理后，即可用于食用菌的栽培，栽培后的废料可作肥料。这样，既可消除废弃物对环境的污染，又可促进农业的良性生物循环，这是一项成本低、可变废为宝、化害为利的农业产业。

#### 2. 食用菌栽培可促进山区经济的发展

利用山区的部分林木资源和剩余劳动力，进行香菇、木耳、银耳等食用菌的段木栽培，将林木转化为高蛋白的食品。但必须采用合理用林的生产方法，正确处理好森林资源保护和开发利用的关系，以及正确处理近期效益与远期效益的关系，决不能以破坏森林资源、牺牲生态环境为代价来换取短期的经济增长，只有这样才能保证森林生态系统的良性循环，同时又生产出食用菌产品，繁荣了山区经济，促进贫困山区的经济发展。

#### 3. 食用菌的栽培条件相对简单

食用菌的栽培可在自然条件下进行，既可在室外栽培，也可在室内栽培，投资少，效益高。很多食用菌还可在人工控制的条件下进行工厂化周期生产，使消费者一年四季均可食用新鲜的食用菌产品。

#### 4. 食用菌生长周期短

一般菌类播种后 12~40d 可开始采收。草菇生产周期最短，一年可多次栽培，提高了设备、场地的利用率。

#### 5. 食用菌产品可供出口，促进国家经济增长

食用菌产业是我国正在崛起的一个新兴产业。统计结果显示，2002 年中国食用菌产量为 860 万吨，占世界总产量的 65% 以上，出口量占亚洲出口总量的 80% 以上。2006 年中国食用菌出口则约占全球的 40%，创汇至少在 2.3 亿美元以上。

#### 6. 食用菌栽培促进了农村经济的发展

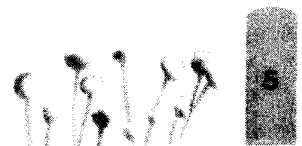
在国内种植业中，食用菌产业仅次于粮、棉、油、菜、果，居第 6 位。据农业部统计显示，全国食用菌总产量由 1978 年的 40 万吨猛增到 2006 年的 1038 万吨，占到世界总产量的 70% 以上。有资料显示，1996 年我国就已有 1000 多万农民掌握了食用菌生产技术，利用大棚、温室、阳畦、田间等方式栽培食用菌，全国出现食用菌总产值超过 5 亿元的有 2 个县，超过 2 亿元的有 9 个县，并建起一批食用菌厂，深加工保鲜的食用菌达 10 大系列 700 多个品种，已投入批量生产，销往国内外市场。

食用菌除了具有食用、药用和经济价值 (economic value) 外，有些食用菌还因其形态奇特、色彩绚丽，具有观赏价值，有的可制成盆景，如灵芝盆景工艺品，有的还被设计为邮票图案。

### 第三节 食用菌的研究和应用

食用菌既是现代生态农业的重要组成部分，在生物多样性系统中起着重要作用，同时也是食品工业和医药保健工业的重要原料，在改善人类食物结构、提高人体免疫功能方面有着巨大的应用前景。由于食用菌产业是农业与工业、生产与消费、城市与农村紧密结合的综合性新兴产业，目前已受到人们的高度重视。

从认识到加以应用，半人工栽培食用菌在我国已具有悠久的历史。史记《龟策列传》有





栽培利用茯苓之记载；苏恭《唐本草注》记述了木耳栽培法；朱熹留下了赞美紫萁、白萁、天花萁风味之诗句；陈仁玉、吴林写下了《菌谱》、《吴菌谱》等专著；王桢的《农书》和贾思勰的《齐民要术》记载了香菇砍花栽培法和菌的加工保藏法，此乃半人工栽培阶段。B. M. 达格尔（1902年）发明双孢蘑菇纯菌种制作技术并公布于世，开创了纯菌种人工接种栽培食用菌的新阶段。20世纪30年代相继用纯菌种接种栽培香菇、金针菇成功，促进了野生食用菌驯化利用的研究。20世纪50~60年代，我国野生菌的驯化栽培出现了新进展。20世纪70~80年代，有近10个种类的食用菌进入了商业性生产过程。当人类向21世纪迈进时，食用菌的研究与生产跨入了蓬勃发展的时代，成为了一项世界性的产业，食用菌学科已形成一门独立的新兴学科。随着生物科学的发展，食用菌科学与其他学科的交叉渗透，其生产与供销的更多更高要求，以及它的独特风味、高营养价值、明显的生物学效应，使食用菌的研究与利用在人类的生存与发展中将显示出巨大作用。

### 一、食用菌菌种资源

菌种资源是国家的珍贵财富，被广泛收集保藏。重点开发菌种资源，无论是从当前和长远考虑，均是一项十分重要的任务。

我国由北向南地跨五个气候带，山林较多，由此形成了海拔、植被、土壤、降雨量以及气温差等生态环境因素的多样性，其中所蕴藏的食用菌资源甚为丰富。20世纪50年代初，我国野生食用菌尚未进行广泛考察研究，有记载的约50种左右，驯化利用者甚少，用于生产的纯培养食用菌菌种只有双孢蘑菇。50~60年代初出现了新进展，银耳、猴头菌、灵芝驯化栽培成功，并开展了蜜环菌及黄伞等多种野生食用菌的驯化试验，此时已知国产野生食用菌约100种。70年代对野生食用菌进行了较为广泛的调查研究，已知约250种，开展了竹荪、侧耳属、柱状田头菇、亚侧耳等多种野生食用菌的驯化，并先后获得成功。80年代后我国菌种资源的研究与利用有了更快的发展，已知国产野生食用菌720种，144属，46科，并编写出版了《食用蘑菇》、《食用菌菌种志》等多本资源专著和《食用菌菌种目录》。很多省（市自治区）出版了地方食用菌资源专著，如《云南食用菌》。

十多年的时间内，相继驯化成功了茶耳（血耳）、金顶侧耳（金顶蘑）、阿魏侧耳、灰树花（圆孢地花）、银丝草菇、假蜜环菌、毛头鬼伞、毛木耳、长裙竹荪、短裙竹荪、红托竹荪、棘托竹荪、金耳、银白木耳及羊肚菌等20余种。但已人工驯化成功的食用菌均属腐生菌，菌根菌类食用菌和一些生态习性极为特殊的食用菌，国内外真菌工作者经过了近30年的努力，尚无驯化成功之先例。由于这是一类风味独特、极为鲜美的珍贵食用菌，有的又具有重要的药用和滋补价值，这类食用菌的驯化利用已成为研究的热点。菌根菌的驯化研究涉及共生现象最本质的内容，其共生活动是建立在各个层次代谢产物的利用或相互利用的基础上的，采用菌种回接于共生主的方法可加速其繁衍来获取更多的子实体。此法在松茸、松乳菇等已有成果，但达到人工栽培难度很大。而松茸等菌根菌子实体产品在国际市场中属珍稀菌物，人们“急功近利”、“竭泽而渔”的做法，掠夺性地采尽其子实体，再加上生态环境条件和地下菌系的破坏，严重影响了其繁衍，长此下去，这些珍贵的菌种将会消失。如此而来，对菌种资源仅偏重于简单的采摘利用，而较少重视保护和保藏，从资源是国家财富的观点出发，势必不利，故必须重视菌种资源库的建设和资源永续利用的措施。

### 二、生态农业与食用菌栽培

生物多样性是现代生态农业所亟力维护与追求的目标。把食用菌生产和植物生产与动物