

# 蕈菌生物学

MUSHROOM BIOLOGY

郭成金©编著



科学出版社

介 绍 内 容

# 蕈菌生物学

## Mushroom Biology

郭成金 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

真菌生物学主要由真菌学与真菌生物技术两部分有机组成。以真菌产业化、标准化、食品安全、高效益、生态环保为主线构建全新内容和完整的结构体系,具有通俗易懂、深入浅出、可操作性强等特点。本书首次提出植物种植、动物养殖、菌物培植、病毒繁殖的生物学概念。全书共分33章,阐述了50种真菌的培植生物技术与理论,其中重点为34种真菌,并且编写了全书习题集放在网络上。全书按照种菇过程中所包括的13个因素,即种、水、肥、气、热、光、pH,以及风、虫、蝇、鼠、烟、杂诸多因素综合治理,进行基本概念、基本理论、基本技术、基本实践的阐述,力图将学科发展最新成果应用到生产实践,达到理论与实践的统一;生产与经济效益的统一;安全食品生产与生态环境保护的统一;标准化生产与国际市场的统一;自主学习与实践创新的统一。为培养专业人才,为解决“三农”问题,以及建设社会主义新农村提供有力支持。

本书可以作为涉农高等院校教材,可供生物学、农业微生物学、农学、食品加工等专业相关的学生、教学科研人员、真菌专业的技术人员、农业技术推广人员、农业生产人员,以及其他读者使用和自主学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

真菌生物学/郭成金编著. —北京:科学出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-03-042406-8

I. ①真… II. ①郭… III. ①食用菌-生物学 IV. ①S646.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 259044 号

责任编辑:席 慧 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:霍 兵 / 封面设计:铭轩堂

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年11月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年11月第一次印刷 印张:25 3/4

字数:659 000

定价:59.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

真菌生物学(mushroom biology)是 20 世纪 90 年代独立出来,以大型高等真菌为对象的一门新兴学科。它是真菌学的重要分支,主要由真菌学和与真菌生物技术两部分有机组成。真菌生物学是研究真菌生命运动规律及运用这一规律为人类服务,保护生态环境的一门新兴科学。它充分体现了与其他学科的相互渗透、融合、支持。

在中国,迄今为止还没有完整地开设真菌生物学这门课程。真菌产业的快速发展,迫切需要中国教育、教材的改革,对传统教材进行结构性的改革。本书试图达到理论与实践的统一;生产与经济效益的统一;安全食品生产与生态环境保护的统一;标准化生产与国际市场的统一;教育创新与自主学习的统一。也是编者继 2005 年编著出版《真菌生物学》以来,又一次实践总结,试图反映学科发展最新成果和最高水平,以培养能与经济主战场迅速对接的实用人才为此书建设尝试和目标。

食药真菌之所以成为国际性产业,是因为它能为人类提供优质保健食品,符合联合国粮食及农业组织和世界卫生组织倡导的 21 世纪食品“天然、营养、健康”的主题。致力于真菌产业的志士同仁们依靠科技进步、勇于探索、奋力攀登,推动了真菌生物学的深入研究与发展,利用真菌链接了植物种植、动物养殖、菌物培植、病毒繁殖四大学科,使物质和能量得到了高效、优质、有益的转化,从而诞生了一种低投入、高产出的生态环保、循环经济的真菌产业。

真菌产业也是中国的优势产业,中国是真菌产品生产和出口大国,正在向真菌产业强国迈进。急需理论的升华,与其他学科渗透、融合,更需懂技术、善管理、会经营的专业人才的培养,以及与其相配套的教材。目前,有的院校和科研院所已培养了部分专业硕士和博士,为中国乃至人类作出了贡献。

中国是农业大国,“三农”问题是实现小康社会的关键问题,而农民稳步增收则是重中之重。亟须探索一条规模化、设施化、产业化、标准化、智能化、高效、生态环保、循环经济模式的农业现代化新路,转变农业经济生产方式,甩掉靠天吃饭的传统农业旧帽子,为实现小康社会作贡献。

真菌生物学的内容体系与结构,注重基本概念、基本理论、基本技术、基本实践;注重知识经济在当今社会的作用;注重知识的立体化认知和多媒体教学;注重培养具有创新思维、创造能力强的创新教育;注重培养将知识升华为智慧与才能的教育。在编著过程中,试图以真菌的产业化、标准化、智能化、食品安全、高效益、生态环保、循环经济为主线,探索构建全新的内容结构体系。本书共分 5 篇 33 章,阐述了 50 种真菌培植生物技术与理论,着重于 34 种真菌,并且由刘西周和宋洋编写了全书习题集,放在网络上。

总之,本书按照资源利用→产品生产→商品销售等物流构建教材纵向体系;按照生命科

学与其他学科渗透、交叉、融合建立教材的横向体系；按照物质和能量有益、优质、高效转化，体现低耗、丰效建立三维体系，符合宽口径厚基础的要求，深入浅出，适应不同对象，具有广谱性；强调物质和能量高效、优质、有益转化的循环经济；体现培养具有创新思维和创造能力人才的教育，以便于大学生或其他读者自主学习和参考。但是，由于编者阅历、能力有限，难免有错误，在此，诚恳地希望所有读者提出批评指正。

郭成金

2014年6月18日

# 目 录

前言 ..... 1

**第 1 章 绪论** ..... 1

1.1 蕈菌的概念 ..... 1

1.2 研究的对象与内容及涉及的学科 ..... 4

1.3 蕈菌生物学的发展现状与意义 ..... 4

小结 ..... 21

思考题 ..... 22

## 第一篇 蕈菌基础知识

**第 2 章 蕈菌的形态结构** ..... 24

2.1 子实体 ..... 24

2.2 担孢子和子囊孢子 ..... 26

2.3 菌丝体 ..... 29

小结 ..... 33

思考题 ..... 33

**第 3 章 蕈菌的生态环境** ..... 34

3.1 蕈菌的生物环境 ..... 34

3.2 蕈菌的非生物环境 ..... 38

小结 ..... 40

思考题 ..... 40

**第 4 章 蕈菌的生理** ..... 41

4.1 蕈菌细胞的化学组成及其亚细胞结构特点 ..... 41

4.2 蕈菌的生长与繁殖 ..... 43

4.3 蕈菌的营养生理 ..... 46

4.4 蕈菌吸收营养物质的转运方式 ..... 57

4.5 蕈菌的抗性生理 ..... 59

4.6 蕈菌抗性生理通论 ..... 60

4.7 蕈菌生产其他物品 ..... 61

4.8 培植场地的选择与棚室建设 ..... 64

小结 ..... 65

思考题 ..... 65

## 第二篇 常见蕈菌培植技术

**第 5 章 侧耳培植技术** ..... 68

5.1 概述 ..... 68



5.2	侧耳生长分化的条件	71
5.3	侧耳培植技术	75
5.4	姬菇的培植技术特点	85
	小结	86
	思考题	87
<b>第6章</b>	<b>香菇培植技术</b>	<b>88</b>
6.1	概述	88
6.2	香菇生长分化的条件	90
6.3	香菇的培植技术	93
6.4	花菇的培植技术	100
	小结	103
	思考题	103
<b>第7章</b>	<b>黑木耳培植技术</b>	<b>104</b>
7.1	概述	104
7.2	黑木耳生物特性	107
7.3	黑木耳生长分化条件	108
7.4	黑木耳培植技术	109
	小结	112
	思考题	112
<b>第8章</b>	<b>银耳培植技术</b>	<b>113</b>
8.1	概述	113
8.2	生物学特征	113
8.3	银耳培植技术	117
	小结	120
	思考题	120
<b>第9章</b>	<b>金针菇培植技术</b>	<b>121</b>
9.1	概述	121
9.2	金针菇生长分化的条件	122
9.3	金针菇的培植技术	124
9.4	白色金针菇工业化生产关键技术	128
	小结	128
	思考题	128
<b>第10章</b>	<b>猴头菇培植技术</b>	<b>129</b>
10.1	概述	129
10.2	猴头菇生长分化条件	130
10.3	猴头菇的培植技术	131
	小结	134
	思考题	134
<b>第11章</b>	<b>双孢蘑菇培植技术</b>	<b>135</b>
11.1	概述	135

11.2	生活史	136
11.3	双孢菇生长分化条件	137
11.4	双孢菇培植技术	139
	小结	145
	思考题	145
<b>第 12 章</b>	<b>草菇培植技术</b>	<b>146</b>
12.1	概述	146
12.2	草菇生长分化的条件	148
12.3	草菇的培植技术	148
	小结	153
	思考题	153
<b>第 13 章</b>	<b>滑菇培植技术</b>	<b>154</b>
13.1	概述	154
13.2	滑菇生长分化的条件	155
13.3	滑菇的培植技术	156
13.4	滑菇箱式培植技术	156
13.5	采收与保鲜	157
	小结	157
	思考题	158
<b>第 14 章</b>	<b>鸡腿菇培植技术</b>	<b>159</b>
14.1	概述	159
14.2	生长分化条件	160
14.3	鸡腿菇的培植技术	160
	小结	161
	思考题	161
<b>第 15 章</b>	<b>鲍鱼菇培植技术</b>	<b>162</b>
15.1	概述	162
15.2	生长分化条件	162
15.3	鲍鱼菇的培植技术	163
	小结	165
	思考题	165
<b>第三篇 珍稀蕈菌培植技术</b>		
<b>第 16 章</b>	<b>白灵菇培植技术</b>	<b>168</b>
16.1	概述	168
16.2	白灵菇生长分化的条件	169
16.3	白灵菇培植技术	172
16.4	育菇菌棒的制作	177
	小结	182
	思考题	182



<b>第 17 章 巴西蘑菇培植技术</b> .....	183
17.1 概述 .....	183
17.2 巴西蘑菇生长分化的条件 .....	185
17.3 巴西蘑菇培植技术 .....	186
小结 .....	190
思考题 .....	190
<b>第 18 章 茶树菇培植技术</b> .....	191
18.1 概述 .....	191
18.2 茶树菇生长分化的条件 .....	192
18.3 茶树菇培植技术 .....	193
小结 .....	194
思考题 .....	194
<b>第 19 章 杏鲍菇培植技术</b> .....	195
19.1 概述 .....	195
19.2 杏鲍菇生长分化的条件 .....	196
19.3 杏鲍菇的培植技术 .....	197
19.4 杏鲍菇工业化生产设计 .....	199
小结 .....	201
思考题 .....	202
<b>第 20 章 玉蕈培植技术</b> .....	203
20.1 概述 .....	203
20.2 生长分化的条件 .....	204
20.3 玉蕈培植技术 .....	206
小结 .....	207
思考题 .....	207
<b>第 21 章 灰树花培植技术</b> .....	208
21.1 概述 .....	208
21.2 灰树花生长分化的条件 .....	210
21.3 灰树花培植技术 .....	212
小结 .....	216
思考题 .....	216
<b>第 22 章 灵芝培植技术</b> .....	217
22.1 概述 .....	217
22.2 灵芝生长分化的条件 .....	221
22.3 灵芝的培植技术 .....	222
22.4 灵芝盆景制作 .....	224
小结 .....	224
思考题 .....	225
<b>第 23 章 大球盖菇培植技术</b> .....	226
23.1 概述 .....	226

23.2	大球盖菇生长分化条件	227
23.3	大球盖菇养殖技术	227
	小结	230
	思考题	230
<b>第 24 章</b>	<b>竹荪养殖技术</b>	<b>231</b>
24.1	概述	231
24.2	竹荪生长分化条件	234
24.3	竹荪养殖技术	234
	小结	237
	思考题	237
<b>第 25 章</b>	<b>正在商业化生产的蕈菌养殖技术</b>	<b>238</b>
25.1	虎奶菇养殖技术	238
25.2	黄伞养殖技术	241
25.3	大白口蘑养殖技术	246
25.4	灰离褶伞养殖技术	250
25.5	长根菇养殖技术	253
25.6	大杯蕈养殖技术	256
25.7	猪苓养殖技术	259
25.8	茯苓养殖技术	262
25.9	蛹虫草养殖技术	266
	小结	273
	思考题	275
<b>第 26 章</b>	<b>正在攻关的蕈菌驯化技术</b>	<b>276</b>
26.1	冬虫夏草	276
26.2	松口蘑	289
26.3	羊肚菌	291
26.4	鸡枞	297
26.5	有毒蕈菌	299
	小结	308
	思考题	309
<b>第四篇 蕈菌生物技术</b>		
<b>第 27 章</b>	<b>蕈菌菌种制作技术</b>	<b>312</b>
27.1	菌种厂的基本内容	312
27.2	灭菌与消毒技术	320
27.3	菌种的制作与提纯复壮技术	324
27.4	纯菌种的制备技术	331
27.5	菌种保藏技术	333
	小结	336
	思考题	337

<b>第 28 章 蕈菌育种技术</b> .....	338
28.1 蕈菌的生活周期 .....	338
28.2 蕈菌的生殖方式 .....	341
28.3 蕈菌育种技术 .....	342
小结 .....	361
思考题 .....	362
<b>第 29 章 蕈菌食品加工与贮藏技术</b> .....	363
29.1 蕈菌食品加工概念 .....	363
29.2 蕈菌食品加工的意义 .....	363
29.3 细胞衰老的分子机制 .....	363
29.4 蕈菌鲜品的保鲜技术 .....	363
29.5 蕈菌的干制技术 .....	366
29.6 蕈菌的冻干技术 .....	367
29.7 蕈菌的腌渍与贮藏技术 .....	368
小结 .....	368
思考题 .....	368
<b>第 30 章 蕈菌食品工程技术</b> .....	369
30.1 概念与意义 .....	369
30.2 摇瓶培养基制备 .....	370
30.3 深层培养工艺流程 .....	371
30.4 蕈菌食品安全卫生标准 .....	373
小结 .....	374
思考题 .....	374

**第五篇 其他技术**

<b>第 31 章 蕈菌有害微生物和动物的病害与防治技术</b> .....	376
31.1 常见竞争性杂菌病害与防治 .....	376
31.2 有害微生物和动物的综合防治 .....	384
小结 .....	386
思考题 .....	386
<b>第 32 章 蕈菌食品安全质量控制体系 HACCP 的建立</b> .....	387
32.1 概述 .....	387
32.2 实现 HACCP 食品安全质量控制体系的基本条件 .....	387
32.3 HACCP 基本原理 .....	387
32.4 危害食品安全的主要因素 .....	388
32.5 GMP 的主要内容 .....	388
32.6 蕈菌食品安全质量控制体系(HACCP)的建立 .....	389
小结 .....	389
思考题 .....	389



# 第 1 章 绪 论

## 1.1 蕈菌的概念

蕈菌是能形成显著子实体或菌核组织(如茯苓),并能为人们食用、药用或作其他用途的一类大型高等真菌。所谓大型,是指其子实体肉眼可见,双手可摘者,其子实体大小一般为(3~18)cm×(4~20)cm,而且子实体的形状、大小各异;所谓高等是其生活史中,细胞经质配后,需经历较短时间(子囊菌),或较长时间(担子菌)的生殖菌丝细胞双核阶段,然后才发生核配。蕈菌子实体有肉质、胶质、软骨质、海绵质、革质、木栓质、木质等之分。蕈菌区别于一般小型真菌,如霉菌及非丝状酵母菌等。

蕈菌营养体细胞是分枝的丝状体管状结构。它的细胞壁不同于细菌和植物细胞壁。细菌细胞壁主要为黏肽、肽聚糖等;植物细胞壁主要是纤维素、半纤维素、果胶等。蕈菌的细胞壁主要是几丁质( $\beta$ -1,4-N-乙酰葡萄糖胺)和葡聚糖(如 $\beta$ -1,3-葡聚糖和 $\beta$ -1,6-葡聚糖)。不同种群的蕈菌细胞壁,其几丁质的成分也不同,如担子菌类的香菇、蘑菇等,其细胞壁几丁质的主要成分是岩藻糖;而子囊菌类的羊肚菌等,其细胞壁几丁质的成分则是D-半乳糖。蕈菌细胞内同样有明显的细胞核(平均1.68~4.2 $\mu$ m)、线粒体、核糖体等其他细胞器,没有叶绿体。细胞中,常常同时存在着不同遗传特性的两个细胞核,细胞内所含糖类物质是糖原,区别于绿色植物,因其有细胞壁,也区别于动物细胞,属于微生物真菌中的大型高等真菌。

蕈菌实属异养生物,仅就蕈菌营养的类型而言,可分为腐生菌(saprophytic fungus)、共生菌(symbiotic fungus)、寄生菌(parasitic fungus)三大类。

蕈菌大多是腐生菌,又可细分为草腐菌(straw rotting fungus)(如草菇)和木腐菌(wood rotting fungus)(如香菇)。有的能从已死的有机体中获得营养,有的则将树木变腐朽。

有一些则是共生菌,如菌根真菌(mycorrhizal fungus)松茸和美味牛肝菌等。它们所需的营养物质是从活的赤松和桦树科的树根部获得,二者营养之间是彼此有益的。有些又可细分为兼性腐生菌(facultative parasitism)(如密环菌,既能在树木上生长,又能侵入天麻等植物的根内寄生)和兼性寄生菌(facultative saprophytism)两类。

纯寄生菌(parasitism)十分罕见,如冬虫夏草。虫草菌侵染的寄主是鳞翅目,蝙蝠蛾科(Hepialidae)的昆虫。冬虫夏草由虫草蝙蝠蛾(*Hepialus armoricanus* Oberthur)幼虫上的子座与虫尸体(实质为菌核)经干燥而得,故简称为虫草。确切而言,为夏虫夏草。

蕈菌的性细胞可进行有性繁殖,产生有性孢子,也能产生无性孢子,进行无性繁殖。蕈菌(担子菌)的体细胞多为双核细胞,也能进行无性繁殖。

在中国,由于地域不同,历史上蕈菌的名称也不统一。有的称菇、有的叫蘑菇、有的称蕈、有的叫菌、有的称耳等。随着时间的推移,科学技术的发展与提高,人们通过不断地实践认识都给予了它们确切的名称,如双孢蘑菇、大肥菇、大球盖菇、香菇、草菇、卵钉菇、木耳、银耳、金耳、血耳、榆耳、槐耳、侧耳、青冈菌、滑菇、猴头菇、玉蕈、口蘑、柱状田头菇、茶树菇、牛肝菌、羊肚菌、鸡枞、鸡油菌、金针菇、鸡腿蘑、长根奥德蘑、竹荪、松茸、巴西蘑菇、茯苓、密环菌、灰树花、灵芝、云芝、树舌、冬虫夏草、竹黄、桑黄、马

勃、猪苓、雷丸、黄伞等。目前，可人工培植的蕈菌有 100 种之多。

1992 年 6 月，在巴西里约热内卢召开的 153 个国家元首参加的联合国环境与发展大会上制定了《全球生物多样性公约》。中国具有优越的地理位置及生态地貌，被确认为世界生物多样性最丰富的 12 个国家和地区之一，列第 8 位。我国地理位置南北向跨越 5 个气候带，为蕈菌的多样性提供了优越的自然条件。多数菌物学家估计地球上的菌物有 150 万种以上，现已知有 10 万余种，其中大型高等真菌有 1 万多种，有 5000 余种具有商业和经济价值，有 2000 多种基本上可以食药。中国已知达 3000 种以上。2008 年出版的《菌物学词典》第 10 版将菌物界划分为 6 门 36 纲 140 目 560 科 8238 科 97 861 种。

18 世纪，瑞典博物学家林奈(Carolus Linnaeus, 1707~1778)将生物界分成动物和植物两界。后来出现了三界系统、四界系统。1969 年，Robert H. Whittaker 首先提出了五界系统。1979 年，根据中国学者陈世骧的提议，无细胞结构的病毒应视为一界，故构成了生物六界系统，见表 1-1。Cavalier Smith (1888~1989)提出八界系统，包括细菌总界(Empire Bacteria)：①真细菌界(Kingdon Eubacteria)、②古细菌界(Kingdom Archae Bacteria)；真核总界(Empire Eukaryota)：①原始动物界(Kingdom Archezoa)、②原生动物界(Kingdom Protozoa)、③植物界(Kingdom Plantae)、④动物界(Kingdom Animalia)、⑤菌物界(Kingdom Fungi)、⑥藻物界(Kingdom Chromista)。

表 1-1 大型高等真菌在生物六界系统中的地位

生物界名称	主要结构特征	微生物类群名称
病毒界(Kingdom Virus)	无细胞结构，大小纳米级	病毒、类病毒等
原核生物界 (Kingdom Procaryota)	为原核生物，细胞中无核膜与核仁的分化，大小微米级	细菌、蓝细菌、放线菌、支原体、衣原体、立次氏体、螺旋体等
原生生物界 (Kingdom Protozoa)	细胞中具有核膜与核仁的分化，为小型真核生物	单细胞藻类、原核生物等
菌物界(真菌界) (Kingdom Fungi)	单细胞或多细胞，细胞中具有核膜与核仁的分化，无叶绿体为小型或大型真核生物	酵母菌、霉菌、蕈菌等
植物界 (Kingdom Plantae)	细胞中具有核膜与核仁的分化，为大型非运动真核生物	不赘述
动物界 (Kingdom Animalia)	细胞中具有核膜与核仁的分化，为大型运动真核生物	不赘述

1992 年，Patterson 和 Sogin 对 75 类有代表性生物分类单元的 16S rDNA 及其相关基因序列进行系统分析，提出了“域”的概念，出现了生物二域八界。它反映了当代人们的认识水平，也反映追求系统的客观自然性。

细菌域(Domains Porotaryota)：

1. 真细菌界(Kingdom Eubacteria)；
2. 古细菌界(Kingdom Archaeobacteria)。

真核生物域(Domains Eukaryota)：

3. 原始动物界(Kingdom Archezoa)；
4. 原生动物界(Kingdom Protozoa)；



5. 植物界(Kingdom Plantae);
6. 动物界(Kingdom Animalia);
7. 菌物界或真菌界(Kingdom Fungi);
8. 藻物界(Kingdom Chromista)。

按分子系统分类方法(Alexopoulos&Mins, 1996), 基于核 SSU rRNA 基因和存在的线粒体嵴的类型(具有片层状嵴的线立体), 现代概念的真菌物界可分为 4 个主要类群, 即接合菌门(Zygomycota)、子囊菌门(Ascomycota)、担子菌门(Basidiomycota)、壶菌门(Chytridiomycota), 见表 1-2。关于菌物分类地位的检索, 可登录 <http://www.Indexfungorum.org/Names.asp> 网站查找每个物种的详细的分类系统学信息。

表 1-2 真菌界简明分类

真菌界分类	主要特征
壶菌门(Chytridiomycota)	有性生殖性细胞结合方式有 3 种类型, 合子发育成休眠孢子进而进行减数分裂产生游动孢子; 游动孢子无性繁殖形成孢子囊, 具有单一的后尾型鞭毛。它含有 1 纲 4 目, 按 Ainsworth 等(1973)的分类系统, 属于低等真菌
接合菌门(Zygomycota)	菌体丝状, 无隔; 有性孢子为接合孢子, 无能动的孢子。它含有 2 纲 11 目 37 科 173 属约 1056 种, 按《真菌字典》(1995), 属于低等真菌
子囊菌门(Ascomycota)	菌体丝状, 有横隔; 少数单细胞; 有性孢子为子囊孢子。它含有 6 纲约 20 目约 97 科 1950 属, 约 15 000 种, 按 Ainsworth 等(1973)的分类系统, 多属于大型高等真菌
担子菌门(Basidiomycota)	菌体丝状, 大多数有锁状联合; 有性孢子为担孢子。它含有 3 纲 41 目 165 科 1428 属约 22 244 种, 按《真菌字典》(1995), 多属于大型高等真菌

蕈菌主要是菌物界(Kingdom Fungi)中担子菌门(Basidiomycota)和子囊菌门(Ascomycota)两大类群, 一般认为担子菌(Basidiomycete)起源于子囊菌(Ascomyceta)。

本书介绍的真菌分类遵循了 1969 年, Robert H. Whittaker 首先提出的五界系统。他的菌物界实际上只有壶菌、接合菌、子囊菌、担子菌和半知菌类。1 万多种蕈菌中估计有 5000 余种具有商业和经济价值, 有 2000 多个种基本上可以食药两用。

《中国食用菌》杂志英文为 *Edible Fungi of China*。国际上食用菌英文统称为 mushroom。狭义的食用菌指伞形子实体, 俗称蘑菇。香港中文大学的张树庭(奥籍华人)先生将 mushroom 译为蕈菌, 是菌物界(Kingdom Fungi)中的大型高等真菌类群。公元 1703 年吴林著的《吴蕈谱》中记载“出于林者为蕈, 地者为菌”。实际上除了木生菌、土生菌外, 还有粪生菌、虫生菌及外生菌根菌等。

蕈与菌, 皆指具有显著子实体的大型高等真菌。张树庭和迈尔斯(1992)认为蕈菌包括食用蕈菌(edible mushroom)、非食用蕈菌(unedible mushroom)、药用蕈菌(medicinal mushroom)、有毒蕈菌(poisonous mushroom){如春生鹅膏菌[*Amanita verna* (Bull ex Fr) Pers ex vitt]、磷柄白鹅膏菌(*Amanita viraso* Lam. ex Secr)、绿盖鹅膏菌[*A. phalloides* (Fr.) Link.]、蛤蟆菌[*Amanita Muscaria* (L. ex Fr) Pers ex Hook]等}, 以及未被发现的其他蕈菌(other mushroom)。这五大类的区别是相对的, 有的则是食药兼用的。有毒蕈菌研究开发的潜力很大, 基本上还是一块处女地。本书所讨论的蕈菌主要是食用蕈菌、药用蕈菌及有毒蕈菌三类。

## 1.2 研究的对象与内容及涉及的学科

**蕈菌学**(mushroomology)是隶属于真菌学中的一个重要分支学科。国际上,蕈菌学创立于1934年。日本称之为菌草学。蕈菌学研究的对象是广义蕈菌,主要研究蕈菌的培植原理及生产实践,是一门应用性极强的学科。

**蕈菌生物学**(mushroom biology)主要研究的是蕈菌生命活动规律及合理地开发利用,是20世纪90年代独立出的一门新兴学科。一般认为,蕈菌生物学研究的主要内容有蕈菌学和蕈菌生物技术两部分构成,具体包括蕈菌的形态、结构、分类、遗传、育种、生理、生化、生态环境;菌种的生产与保藏;菌类的驯化与高产培植技术;蕈菌的集约化、机械化、自动化、规模化、产业化、周年化、标准化生产;资源的科学利用与环境保护,可持续发展、循环经济;蕈菌的发酵工程与生产工艺创新;蕈菌产品的精深加工与鲜品保鲜技术;蕈菌的烹饪与科学膳食、蕈菌市场与营销、产业结构优化,以及机械化、自动化、智能化、数字化的生产设计等。所以,它是一门综合性较强的学科。

蕈菌生物学所涉及的学科主要有微生物学、真菌学、细胞生物学、生物化学、生物物理学、蕈菌生理学、生物工程学、分子遗传学、环境地理学、土壤学、气象学、生态学、食品学、食品营养学、食品卫生学、计算机科学、经济管理学、市场营销学等。

## 1.3 蕈菌生物学的发展现状与意义

### 1.3.1 蕈菌生物学发展现状

#### 1.3.1.1 人类正在积极寻找新的优质蛋白源

据报道,当今世界约5亿人口患有蛋白质营养不良症,主要存在于发展中国家。一些发达国家也需改善膳食结构,寻找优质蛋白质。判定人体蛋白质是否缺乏,简便的指标是血浆蛋白质的含量。血浆蛋白质(g/100ml)的正常值为总蛋白质6.8(5.8~7.8)g/100ml,其中,白蛋白为4.3(3.5~5.6)g/100ml、球蛋白为2.2(1.6~3.1)g/100ml、纤维蛋白原为0.3(0.2~0.4)g/100ml。当蛋白质营养缺乏时,血浆总蛋白质含量降低,其中白蛋白的含量降低更为明显。当白蛋白含量低于3.5g/100ml时,表明蛋白质缺乏;低于1.5g/100ml则为严重缺乏。美国国家科学院食品营养局建议的每人每日蛋白质需要量见表1-3。

表 1-3 美国国家科学院食品营养局建议每人每日蛋白质需要量表 (单位: g)

儿童				成人	
12岁以下	蛋白质需要量	12岁以上		区分	蛋白质需要量
1~3	40	女孩	16~20	男性	80
4~6	50		13~15	女性	75
7~9	60	男孩	16~20	孕妇	85
10~12	70		13~15	哺乳期妇女	100

发展蕈菌产业是人类开发工农业资源,生产优质蛋白源的新兴产业。它符合联合国粮食及农业组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)倡导的21世纪食品的主题——“天然、营养、健康”;它符合食品营养学家对21世纪食品提出的“三低三高”的要求,即“低盐、低糖、低脂

肪, 高蛋白、高维生素、高膳食纤维”, 以及“素、粗、野、杂”的现代食品营养理念。随着人们生活水平的不断提高, 正在从温饱型向科学营养健康型发展。中国著名的保健专家洪昭光也提出“一荤、一素、一菇”为健康合理的饮食结构。1997年4月10日, 中国营养学会常务理事会通过新的《中国居民膳食指南》。国家卫生部颁布了2007年版《中国膳食指南》(图1-1)。

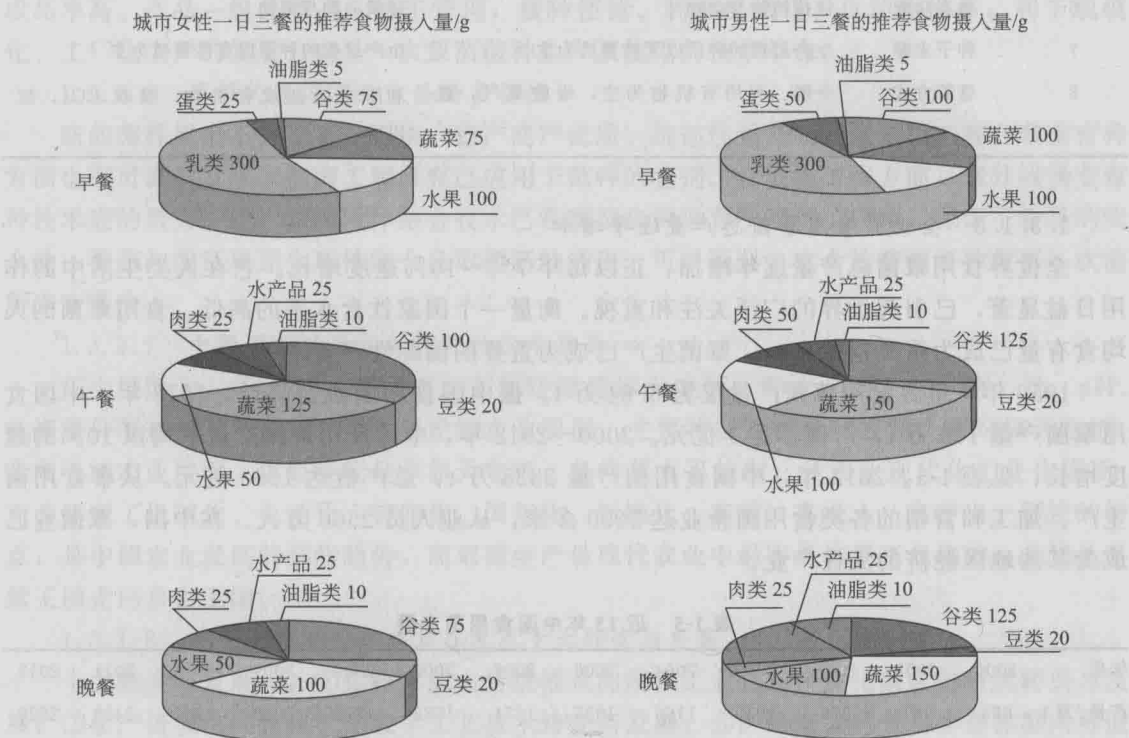


图1-1 2007年版《中国膳食指南》男女一日三餐推荐食物摄入量

### 1.3.1.2 蕈菌产业是朝阳产业, 具有独特优势

科学家们认为发展蕈菌产业是21世纪利用有机废物开发优质蛋白源的途径之一。植物种植、动物养殖、菌物培植、病毒繁殖是现代农业中的四大重要支柱产业。它也是今后中国农业发展优势产业之一, 是高效农业、生态农业、节水农业、观赏农业、精品农业、创意农业等的一个重要组成部分。

蕈菌产业既是古老产业, 又是朝阳产业; 具有独特优势, 即适宜性强、多为暗生长、劳动强度小、生产周期短; 不与粮争地、不与农争时, 为人增粮、为地增肥; 原料资源丰富, 价格低廉; 单位复种指数高、单位效益高、食品保健, 有利于农业的集约化、工厂化生产, 有利于循环经济的发展。蕈菌与经济植物(包括蔬菜)的区别见表1-4。

表1-4 蕈菌与经济植物(包括蔬菜)的区别

序号	项目	蕈菌	经济植物
1	学科分类	菌物(高等真菌)学科	经济植物(园艺)学科
2	产业分类	蕈菌产业	经济植物产业
3	营养类型	异养型	自养型