

MUSHROOM CULTIVATION  
AND PROCESSING TECHNIQUES

# 食用菌 栽培与加工技术

张智 符群◎主编



中国林业出版社

## 内容简介

本书分为食用菌栽培与食用菌加工两大部分。第一部分主要讲述食用菌的形态与分类,食用菌的遗传及育种,食用菌的营养与生理、生态,食用菌菌种生产,香菇、双孢蘑菇等常见食用菌的生物学特性及栽培技术。第二部分主要讲述食用菌的保鲜、干制、腌渍和糖渍,食用菌饮品加工,食用菌休闲食品加工,食用菌多糖功能成分提取分离方法,食用菌核苷酸等风味成分提取方法等。

本书在讲述食用菌栽培技术的同时,更侧重于讲述其营养和药用价值及产品的开发技术,主要用于林业、农业、医药、轻工食品类高等院校相关课程的教材与参考书,同时可供食用菌研究人员和生产厂家参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培与加工技术 / 张智, 符群主编. —北京: 中国林业出版社, 2011. 12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6429-2

I. ①食… II. ①张… ②符… III. ①食用菌—蔬菜—园艺—高等学校—教材 ②食用菌—蔬菜加工—高等学校—教材 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 253024 号

### 中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑: 高红岩

电话: 83221489 83220109

传真: 83220109

---

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jaocai@public.163.com 电话: (010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店  
印 刷 北京市昌平百善印刷厂  
版 次 2011年12月第1版  
印 次 2011年12月第1次  
开 本 850mm × 1168mm 1/16  
印 张 17.5  
字 数 404千字  
定 价 35.00元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

# 前 言

我国食用菌产业是一项生产周期短、投资少、见效快、附加值高的重要农林产业，并逐步向品种多样化、菇种稀有化、加工精深化、产品标准化方向发展，这对于食用菌产业的关键技术纵向延伸和产品种类横向拓展都提出了新的研究任务。目前，有关食用菌书多以栽培技术和加工技术分别介绍为主，对于农林院校的食品科学与工程、森林保护、植物资源、林学等专业的授课不甚适用，基于此种前提，我们组织编写了这本《食用菌栽培与加工技术》。

本书全面、系统地对食用菌栽培与加工技术进行了阐述。全书共8章，前6章为食用菌栽培技术部分，分别对大宗及稀有食用菌的分类、生理、生态及栽培技术进行了归纳总结和论述，后2章是食用菌加工部分，涵盖了常规加工技术及精深加工技术。本书作者为食用菌栽培学与加工学的主讲教师及科研工作者，在编写过程中，尽可能参阅国内外前沿的研究文献，查阅最新的产业动向，对食用菌栽培与加工技术作了比较系统的阐述，力求覆盖全面、阐述明晰，同时兼顾应用性，各院校可根据自己的需要和学时，选择性地讲授全书部分内容。

本书第1章由张介驰编写；第2章、第3章、第4章由孟俊龙编写；第5章由张智编写；第6章的6.1和6.8由宋长军编写，6.2、6.5、6.6、6.7、6.9由张介驰、张丕奇编写，6.3、6.4由孟俊龙编写；第7章的7.1、7.2、7.3、7.4、7.6、7.7由符群编写，7.5由孙爱东编写；第8章的8.1由刘荣编写，8.2由张智编写，8.3由范俊峰、王丰俊、杨春华编写，8.4由张柏林、吕兆林编写，8.5由孟丹编写。

本书可作为植物资源专业、食品科学与工程专业、林学专业、森林保护专业、微生物专业和各相关专业的教材，也可供食用菌栽培、食用菌加工、食用菌功能成分提取、农业、林业等相关领域生产、科研和管理工作者参阅。

由于编者水平有限，书中难免存在谬误之处，恳请广大读者批评指正！

编 者

2011年9月于哈尔滨

# 目 录

## 前 言

<b>第1章 绪 论</b> .....	1
1.1 食用菌的价值 .....	1
1.1.1 食用菌的定义 .....	1
1.1.2 食用菌的食用价值 .....	5
1.1.3 食用菌的药用价值 .....	6
1.1.4 食用菌的生态学价值 .....	8
1.2 食用菌业的历史与现状 .....	9
1.2.1 食用菌栽培历史 .....	9
1.2.2 食用菌产业现状 .....	11
1.2.3 食用菌产业发展趋势 .....	13
<b>第2章 食用菌的形态结构与分类</b> .....	15
2.1 食用菌的形态结构 .....	15
2.1.1 菌丝与菌丝体 .....	15
2.1.2 菌丝的组织体 .....	17
2.1.3 子实体 .....	18
2.2 食用菌的分类 .....	23
2.2.1 食用菌在生物中的分类地位 .....	23
2.2.2 食用菌标本的采集与保藏 .....	24
2.2.3 食用菌的种类 .....	25
<b>第3章 食用菌的生理与营养</b> .....	31
3.1 生长与发育 .....	31
3.1.1 孢子萌发 .....	31
3.1.2 菌丝体生长 .....	31

3.1.3	子实体发育 .....	32
3.2	营养类型与营养物质 .....	32
3.2.1	营养类型 .....	32
3.2.2	营养物质 .....	34
3.3	营养代谢与代谢产物 .....	36
3.3.1	营养代谢 .....	36
3.3.2	营养代谢产物 .....	37
<b>第4章</b>	<b>食用菌的生态环境 .....</b>	<b>39</b>
4.1	食用菌的生态习性 .....	39
4.1.1	木生菌 .....	39
4.1.2	粪生菌 .....	39
4.1.3	土生菌 .....	40
4.1.4	虫生菌 .....	40
4.1.5	菌根菌 .....	40
4.2	食用菌的理化环境 .....	40
4.2.1	温度 .....	41
4.2.2	水分与湿度 .....	43
4.2.3	光照 .....	44
4.2.4	空气环境 .....	45
4.2.5	酸碱度 (pH 值) .....	46
4.3	食用菌的生物环境 .....	47
4.3.1	食用菌与微生物 .....	47
4.3.2	食用菌与植物 .....	48
4.3.3	食用菌与动物 .....	49
<b>第5章</b>	<b>食用菌的菌种生产 .....</b>	<b>51</b>
5.1	菌种的制作 .....	51
5.1.1	菌种类型及制种设备 .....	51
5.1.2	食用菌的培养基 .....	53
5.1.3	食用菌菌种分离 .....	55
5.1.4	食用菌接种培养 .....	59
5.2	食用菌菌种质量鉴定 .....	61
5.2.1	菌种质量鉴定的内容 .....	61
5.2.2	菌种质量鉴定的方法 .....	62
5.2.3	母种质量的鉴定 .....	63
5.2.4	原种和栽培种质量的鉴定 .....	63

5.3	食用菌菌种退化、复壮与保藏	64
5.3.1	菌种退化	64
5.3.2	菌种复壮	64
5.3.3	菌种保藏	64
<b>第6章</b>	<b>食用菌的栽培技术</b>	<b>67</b>
6.1	平菇栽培	67
6.1.1	平菇生物学特性	67
6.1.2	平菇栽培技术	70
6.2	香菇栽培	76
6.2.1	香菇生物学特性	76
6.2.2	香菇栽培技术	79
6.3	蘑菇栽培	85
6.3.1	蘑菇生物学特性	86
6.3.2	蘑菇栽培技术	88
6.4	草菇栽培	97
6.4.1	草菇生物学特性	98
6.4.2	草菇栽培技术	101
6.5	金针菇栽培	104
6.5.1	金针菇生物学特性	104
6.5.2	金针菇栽培技术	107
6.6	黑木耳栽培	112
6.6.1	黑木耳生物学特性	112
6.6.2	黑木耳栽培技术	115
6.7	猴头栽培	125
6.7.1	猴头生物学特性	125
6.7.2	猴头栽培技术	127
6.8	鸡腿菇栽培	130
6.8.1	鸡腿菇生物学特性	130
6.8.2	鸡腿菇栽培技术	132
6.9	滑菇栽培	137
6.9.1	滑菇生物学特性	137
6.9.2	滑菇栽培技术	139
<b>第7章</b>	<b>食用菌的常规加工</b>	<b>147</b>
7.1	食用菌保鲜与干制	147
7.1.1	食用菌保鲜技术	147

7.1.2	食用菌干制技术	151
7.2	食用菌罐藏加工	155
7.2.1	食用菌罐藏加工原理	155
7.2.2	食用菌罐藏工艺	157
7.2.3	食用菌罐藏加工实例	160
7.3	食用菌盐渍加工	166
7.3.1	食用菌盐渍加工原理	166
7.3.2	食用菌盐渍工艺	168
7.3.3	食用菌盐渍加工实例	170
7.4	食用菌糖渍加工	174
7.4.1	食用菌糖渍加工原理	174
7.4.2	食用菌糖渍工艺	175
7.4.3	食用菌糖渍加工实例	177
7.5	食用菌饮品	179
7.5.1	食用菌茶饮料加工工艺	180
7.5.2	食用菌保健酒加工工艺	183
7.5.3	食用菌饮料加工工艺	187
7.6	食用菌调味品	192
7.6.1	食用菌酱油	192
7.6.2	食用菌醋	193
7.6.3	食用菌油	194
7.6.4	食用菌调味精	195
7.6.5	食用菌酱	196
7.6.6	食用菌汤料	198
7.7	食用菌休闲食品	199
7.7.1	食用菌糖果	199
7.7.2	食用菌即食菜	201
7.7.3	食用菌糕点	203
7.7.4	食用菌脆片	206
7.7.5	膨化食用菌	209
7.7.6	其他休闲食品	210
<b>第8章</b>	<b>食用菌的精深加工</b>	<b>214</b>
8.1	食用菌多糖	214
8.1.1	食用菌多糖的化学性质	214
8.1.2	食用菌多糖的提取	215
8.1.3	食用菌多糖的分离	217

8.1.4	食用菌多糖的纯化	217
8.1.5	食用菌多糖的生产方法	223
8.2	食用菌核苷酸	225
8.2.1	食用菌核苷酸概述	225
8.2.2	食用菌核苷酸的化学组成	226
8.2.3	核苷酸的基本性质	226
8.2.4	食用菌核酸及核苷酸测定	227
8.2.5	食用菌核苷酸的提取方法	231
8.2.6	食用菌核苷酸的应用	235
8.3	食用菌风味物质	236
8.3.1	食用菌中的非挥发性滋味物质	236
8.3.2	食用菌中挥发性呈味物质	240
8.3.3	食用菌风味物质生产方法	241
8.4	食用菌其他成分及应用	244
8.4.1	食用菌蛋白质及氨基酸	245
8.4.2	食用菌脂溶类营养成分	247
8.4.3	食用菌矿物元素和维生素	248
8.4.4	食用菌膳食纤维	249
8.4.5	食用菌美容制品	250
8.5	食用菌药用功能开发	252
8.5.1	食用菌的抗癌作用	253
8.5.2	食用菌的增强免疫力作用	257
8.5.3	食用菌对心血管系统及抗心律失常作用	257
8.5.4	食用菌的抗氧化作用	258
8.5.5	食用菌的其他功效	260
	参考文献	263



# 第1章

---

## 绪论

食用菌虽是一个小的农业品种，但它在农业产业中的地位却是不可低估的。食用菌产业是农业循环经济的重要一环，是生态农业的重要组成部分。

食用菌培育是通过原材料发酵和复杂的生物转化生产出各品种的食用菌产品，它的生产模式是应用生物工程技术开发微生物资源的工业型农业生产新方式。食用菌生产不仅具有劳动密集型、技术密集型、资源密集型的综合性特点，更是一项“短、平、快”的农民快速致富项目。食用菌生产是以农林副产物为原料、无废生产，不与粮争地、不与农争时，是农业脱困、林业治危和惠及“三农”的优势产业。在大农业生态系统中，由于食用菌独特的生产特性，使其在与林业、种植业、养殖业及其加工业的联系中占有重要地位。

### 1.1 食用菌的价值

现代医学研究表明，食用菌具有高蛋白、低脂肪、低热量的特点，同时具有多种功效物质，是人类重要的营养源，具有重要的食药两用价值。当前，人们对食用菌这种有机健康食品的需求迅速增长，使其市场空间潜力巨大。因此，从事食用菌栽培生产的经济效益十分显著，既能让农民增收又能让当地农业增效，还可促进农村剩余劳动力的转移。

食用菌能实现真正意义上的农业生产大循环，即完成农业生产(粮食和其他作物)—秸秆利用—食用菌—食用菌栽培基料—有机肥料—还田进行农业再生产。食用菌不仅有一般真菌的作用，而且还能在循环过程中为人类生产出安全健康食品。同时，发展食用菌产业有利于缓解耕地资源匮乏、水资源匮乏等问题，因此，在资源、能源匮乏地区发展食用菌生产是一举多得，具有重要意义的事情。

#### 1.1.1 食用菌的定义

##### 1.1.1.1 食用菌的概念

食用菌(edible mushroom)是指子实体肉质或胶质可供人们食用的一类大型真菌，它们具有肉眼可见、徒手可采、不同形状的子实体，子实体生于地上的倒木树桩、粪草土壤、植物根茎上面或者生于地下的土壤中，俗称“菇”“蕈”“蘑”“菌”“耳”“芝”“伞”等，

如平菇、大杯蕈、口蘑、羊肚菌、木耳、灵芝、黄伞等。广义上的食用菌包括食用、药用和食药兼用3类大型真菌。

中文的食用菌一词来自英文“edible mushroom”，香港中文大学著名食用菌学家张树庭教授认为“mushroom”应译为蕈菌。蕈菌是指那些具有显著子实体以资鉴别的一类大型真菌，其中肉质或胶质可食用的称为“食用蕈菌”，具有药用价值专门入药的为“药用蕈菌”，一些具有毒性的种类则称为“有毒蕈菌”。据此，蕈菌(mushroom)可分为食用蕈菌(edible mushroom)、药用蕈菌(medicinal mushroom)、有毒蕈菌(poisonous mushroom)和其他蕈菌(other mushroom)四大类(张树庭，1995)。

### 1.1.1.2 食用菌的种质资源

2008年年底全世界共报道大型真菌约1.5万种，其中食用菌约2700种。我国有967种食用菌，常见种类约240种，商业化栽培种类约60种(李玉，2010)。目前，我国驯化和半人工栽培食用菌种类达100种，见表1-1(张金霞，2009)。

表 1-1 我国驯化或半人工栽培(仿生栽培)出菇的食用菌种类

序号	品种	拉丁学名	记载文献	性质
1	双孢蘑菇	<i>Agaricus bisporus</i> (J. E. Lange) Pilát	20世纪30年代国外引进	引进
2	大肥菇 (双环蘑菇)	<i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.) sacc.	Vedder, 1978	引进、驯化
3	巴士蘑菇	<i>Agaricus blazei</i> Murrill	黄大斌, 1994	引进
4	褐蘑菇	<i>Agaricus brunneus</i> Peck	田绍义, 1988	驯化
5	蘑菇	<i>Agaricus campestris</i> L.: Fr.	王元正, 1960; 刘延安等, 2006	驯化
6	圆孢蘑菇	<i>Agaricus gennadii</i> (Chatin & Boud) P. D. Orton	王俊燕, 1995	驯化
7	草地蘑菇	<i>Agaricus pratensis</i> Schaefl.: Fr	王俊燕, 2004	驯化
8	茶薪菇	<i>Agrocybe chaxingu</i> N. L. Huang	黄年来, 1984	驯化
9	柱状田头菇	<i>Agrocybe cylindracea</i> (DC) Gillet	洪震, 1981	驯化
10	杨柳田头菇	<i>Agrocybe salicicola</i> Zhu L. Yang, M. Zang & X. X. Liu	汪欣等, 2004; 田国延, 2004	驯化
11	黄绿蜜环菌	<i>Armillaria luteovirens</i> (Alb. & Schwein.) Sacc.	李渝珍, 2005	半人工栽培
12	假蜜环菌	<i>Armillariella mellea</i> (Vahl.) P. Karst.	张永祥, 1983	驯化
13	星孢寄生菇	<i>Asterophora lycoperdoides</i> (Merat) Gray	王建东等, 2004	驯化
14	黑木耳	<i>Auricularia auricula</i> (L.: Hook.) Underw	苏恭, 659年报道	驯化
15	角质木耳	<i>Auricularia cornea</i> Ehrenb.	颜淑婉等, 1985	驯化
16	皱木耳	<i>Auricularia delicata</i> (Fr.) Henn.	陈士瑜等, 1999	驯化
17	褐黄木耳	<i>Auricularia fuscusuccinea</i> (Mont) Henn.	林汝楷等, 2005	驯化
18	毛木耳	<i>Auricularia polytricha</i> (Mont) Sacc.	王惠民, 1981	驯化
19	银白木耳	<i>Auricularia polytricha</i> var. <i>argentea</i> D. Z. Zhao & Chao J. Wang	王朝江, 1991	驯化
20	大秃马勃	<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd	李俊明, 1989	半人工栽培

(续)

序号	品种	拉丁学名	记载文献	性质
21	麦角菌	<i>Claviceps microcephala</i> (Wallr.) Tul.	陈师义等, 1959	半人工栽培
22	杯伞	<i>Clitocybe in fundibuliformis</i> (Schaeff.) Fr.	曾金凤, 1985	驯化
23	大杯伞	<i>Clitocybe maxima</i> (Gaertn. & G. Mey) P. Kumm	曾金凤, 1991	驯化
24	毛头鬼伞	<i>Coprinus comatus</i> (Müll.; Fr.) S. F. Gray	吴淑珍, 1987	驯化
25	小孢毛头鬼伞	<i>Coprinus ovanus</i> (Schaeff.) Fr.	秦利利等, 1990	驯化
26	蛹虫草	<i>Cordyceps militaris</i> (L.) Link	苑贵华, 1987	驯化
27	隐孔菌	<i>Cryptoporus volvatus</i> (Peck) Hubb	屠六邦, 肖慈英, 1998	驯化
28	短裙竹荪	<i>Dictyophora duplicata</i> (Bosc) E. Fischer	陈仲春等, 1980; 余定萍, 1980	驯化
29	棘托竹荪	<i>Dictyophora echinovolvata</i> M. Zang, D. R. Zheng & Z. X. Hu	陈仲春等, 1980; 余定萍, 1980	驯化
30	长裙竹荪	<i>Dictyophora indusiata</i> (Vent; Pers.) E. Fischer	陈仲春等, 1980; 余定萍, 1980	驯化
31	红托竹荪	<i>Dictyophora rubrovolvata</i> M Zang, D. G. Ji & X. X. Liu	纪大千, 19983	驯化
32	牛排菌	<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	纪大千, 19982	驯化
33	金针菇	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	朱慧真, 1982; 单耀忠, 1981	驯化
34	桦褐孔菌	<i>Fuscoportia obliqua</i> (Ach. ex Pers.) Aoshima	陈艳秋等, 2006	驯化
35	树舌	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	陈国良, 1978	驯化
36	灵芝	<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst	陈国良, 1978	驯化
37	密纹薄芝	<i>Ganoderma tenue</i> Zhao, Hsu et Zhang	陈国良, 1978	驯化
38	松杉灵芝	<i>Ganoderma tsugae</i> Murrill	王柏, 1996	驯化
39	榆耳	<i>Gloeostereum incarnatum</i> S. Ito & S. Imai	张金霞, 1988	驯化
40	铆钉菇	<i>Gomphidius viscidus</i> (L.) Fr.	计柄生等, 2001	驯化
41	灰树花	<i>Grifola forndosa</i> (Dickson) S. F. Gray	赵占国, 1983	驯化
42	猪苓	<i>Grifola umbellata</i> (Pers.) Pilát	山西省古县猪苓场, 1978; 张言良等, 1981	驯化
43	橘黄裸伞	<i>Gymnopilus spectabilis sensu</i> A. H. Smith	包海鹰等, 2002	驯化
44	分枝猴头菌	<i>Hericium clathroides</i> (Pall.) Pers.	黄年来, 2000	驯化
45	珊瑚状猴头菌	<i>Hericium eoralloides</i> (Scop.; Fr) Pers. ex Gray	徐静彬等, 1984	驯化
46	猴头菇	<i>Hericium erinaceus</i> (Bull.) Pers	河南南阳环城公社北 关七队, 1975; 唐福圃, 1980; 邵忠文, 1980	驯化
47	勺状亚侧耳	<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer	傅俊杰, 1995	驯化
48	亚侧耳	<i>Hohenbuehelia serotina</i> (Pers.) Singer	杨淑荣等, 1988; 李凤春, 1988	驯化
49	斑玉蕈	<i>Hypsizygus marmoreus</i> (Peck) H. E. Bigelow	黄年来, 1990	驯化

(续)

序号	品种	拉丁学名	记载文献	性质
50	松乳菇	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	刘亚, 1982	仿生栽培
51	硫黄菌	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull) Murrill	吴锡鹏, 1993	驯化
52	朱红硫黄菌	<i>Laetiporus sulphureus</i> var. <i>miniatus</i> (Jungh.) Imazeki	曾先富等, 2005	驯化
53	香菇	<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	王祯 1271—1368 年报道	驯化
54	合生斗菇 (爪哇斗菇)	<i>Lentinus connatus</i> Berk. (= <i>Lentinus javanicus</i> Lév.)	陈荃英, 1985	驯化
55	虎皮斗菇	<i>Lentinus tigrinus</i> (Bull.) Fr.	吴祖银, 1988	驯化
56	白环柄菇	<i>Lepista alba</i> (Bres.) Sacc.	贺新生等, 1998	驯化
57	紫丁香磨	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	戴彩云等, 1994	驯化
58	花脸蘑	<i>Lepista sordida</i> (Fr.) Singer	李琮铉, 1981	驯化
59	肥脚环柄菇	<i>Leucocoprinus cepistipes</i> (Sowerby) Pat.	何介元等, 1996	驯化
60	虎乳灵芝	<i>Lignosus rhinocerus</i> (Cooke) Ryvarden (= <i>Polyporus rhinocerus</i> Cooke)	黄年来, 1999	驯化
61	簇状离褶伞	<i>Lyophyllum aggregatum</i> (Schaeff.) Kühner	暴曾海, 1996	驯化
62	荷叶离褶伞	<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	王家, 1993	驯化
63	榆生离褶伞	<i>Lyphyllum ulmarium</i> (Bull.) Kümer [= <i>Hypsizygus ulmarius</i> (Bull.) Redhead]	王柏等, 1991	驯化
64	高大环柄菇	<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer	徐维杰等, 1992	驯化
65	尖顶羊肚菌	<i>Morchella conica</i> Krombh.	姚秋生, 1991	覆土栽培
66	羊肚菌	<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers.	李素玲, 1998	仿生栽培
67	长根小奥德蘑	<i>Oudemansiella radicata</i> (Relhan) Singer	纪大千, 1982	驯化
68	鳞柄长根菇	<i>Oudemansiella radicata</i> var. <i>furfuracea</i> (Peck) Pegler & T. W. K. Young	姚秋生, 1992	驯化
69	粗柄侧耳	<i>Pleurotus platypus</i> (Cooke et Massee) Sacc.	于富强, 2005	驯化
70	肺形侧耳	<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél.	王松良, 1980	引进
71	钟形斑褶菇	<i>Panaeolus campanulatus</i> (L.) Quél.	贺新生, 2000	驯化
72	桑黄菌	<i>Phellinus igniarius</i> L. ex Fr.	陈艳秋, 1997	驯化
73	暗褐网柄牛肝菌	<i>Phlebopus portentosus</i> (Berk. & Broome) Boedijn	纪开萍等, 2007	半人工栽培
74	黄伞	<i>Pholiota adiposa</i> (Batsch) Kummer	赵占国等, 1985; 苗长海, 1985	驯化
75	白鳞伞	<i>Pholiota destruens</i> (Brond.) Gillet	常骥等, 2002	驯化
76	滑菇	<i>Pholiota nameko</i> (T. Ito) S. Ito et Imai	娄隆后, 1982; 李胜俊, 1982	驯化
77	尖鳞伞	<i>Pholiota squarrosoides</i> (Peck) Sacc.	常骥等, 2000	驯化
78	鲍鱼菇	<i>Pleurotus abalones</i> Y. H. Han, K. M. Chen & S. Cheng	林捷能, 1981	驯化

(续)

序号	品种	拉丁学名	记载文献	性质
79	榆黄蘑	<i>Pleurotus citrinopileatus</i> Singer	沈剑虹, 1981; 李喜范, 1982	驯化
80	白黄侧耳	<i>Pleurotus cornuopiae</i> (Paul.) Rolland	葛文芬, 1987	驯化
81	囊盖侧耳	<i>Pleurotus cystidiosus</i> O. K. Mill	郭禧椒等, 1989	驯化
82	桃红侧耳	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. Ex Fr.) Boedijn (= <i>Pleurotus salmoneostramineus</i> L. Vass)	樊泉源, 1989	驯化
83	刺芹侧耳	<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Gillet	牟静川等, 1984	引进、驯化
84	阿魏侧耳	<i>Pleurotus fuscus</i> var. <i>ferulae</i> lanzi	牟静川等, 1986; 陈忠纯, 1986	驯化
85	糙皮平菇	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Fr.) Sacc.	胡宁拙 1978; 姚世华, 1978	驯化
86	紫孢侧耳	<i>Pleurotus sapidus</i> (Schulzer) Sacc.	袁毅等, 1986	驯化
87	长柄侧耳	<i>Pleurotus spodoleucus</i> (Fr.) Quél.	韩邵英等, 1989	驯化
88	菌核侧耳	<i>Pleurotus tuber-regium</i> (Rumph. ex Fr.) Singer	李荣同, 2001; 林戎斌, 2001; 江枝和等, 2001	驯化
89	裂褶菌	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	陈国良, 1986	驯化
90	绣球菌	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr.	孙朴等, 1985	驯化
91	皱环球盖菇	<i>Stropharia rugosoannulata</i> Farlow	颜淑婉等, 1995	驯化
92	金耳	<i>Tremella aurantialba</i> bandoni & M. Zang	郑淑芳等, 1987	驯化
93	银耳	<i>Tremella fuciformis</i> Berk	吴世珍, 1926	驯化
94	血耳	<i>Tremella sanguinea</i> Y. B. Pang	陈士瑜, 1992	驯化
95	巨大口蘑	<i>Tricholoma giganteum</i> Massee [ = <i>Macrocybe gigantea</i> (Massee) Pegler & Lodge ]	周修赵, 2004; 刘月廉等, 2004	驯化
96	紫皮口蘑	<i>Tricholoma personatum</i> (Fr.) P. Kummer [ = <i>Lepista personata</i> (Fr.) Cooke ]	李琮铨, 1981	驯化
97	黑孢块菌	<i>Tuber melanosporum</i> Vittad	王云, 1988	仿生栽培
98	银丝草菇	<i>Volvariella bombycina</i> (Schaeff.) Singer	王兆辉, 1989	驯化
99	草菇	<i>Volvariella volvacea</i> (Bull.) Singer <i>Wolfiporia cocos</i> (F. A. Wolf) Ryvardeen & Gilb.	阮元等, 1822	驯化
100	茯苓	[ = <i>Wolfiporia extensa</i> (Peck) Ginns = <i>Poria cocos</i> (Schw.) F. A. Wolf ]	胡天放, 1957	驯化

### 1.1.2 食用菌的食用价值

食用菌是一类高蛋白、低脂肪、氨基酸种类齐全的健康食品, 还可以用做保健品或药品, 有“素中之荤”和“健康食品”之称, 对改善人类食物结构、维持人体营养平衡具有重要的意义。张树庭教授将食用菌的价值高度概括为“可食、可补、可药”。

食用菌的蛋白质含量约占鲜重的 1.5% ~ 6%，比芦笋和卷心菜高 2 倍，比柑橘高 4 倍，比苹果高 12 倍；按干重计，蛋白质含量更是高于稻米和小麦，是公认的优质蛋白质来源。几乎所有的食用菌都含有人体必需氨基酸，其中赖氨酸和亮氨酸的含量尤为丰富，可平衡膳食中人体对必需氨基酸的需求。

食用菌含有丰富的核酸，可补充人类对核酸的需求。香菇、金针菇等品种中核苷酸含量很高，可起到保鲜作用。

食用菌中脂肪含量较低，平均含量约为 2%。其脂肪组成有益于人类健康，所含非饱和脂肪酸占 70% 以上，其中 85% 以上是人体必需的油酸和亚油酸，利于心脑血管健康。食用菌不含胆固醇，含有丰富的甾醇，可以降低血液中胆固醇的含量。经常食用食用菌，既能满足人体对不饱和脂肪酸的需要，又能避免饱和脂肪酸过多所造成的危害。

维生素一般不能在人体内合成，必须由食物供给。食用菌中富含多种维生素，如维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 D、维生素 C 和烟酸等。每克干子实体维生素 B<sub>1</sub> 的含量：草菇为 0.35 mg、双孢蘑菇为 1.14 mg、香菇为 7.8 mg。食用菌含有钾、钙、锌、硒、磷、铁等多种矿物质，如黑木耳中铁含量极高，达 185 mg/100 g，是普通绿色蔬菜的 20 倍、猪肝的 7 倍，是贫血患者首选食品。

此外，食用菌重要组成成分碳水化合物含量一般占干重的 60% 左右。其中不仅含有与植物相同的单糖、双糖和多糖，而且还有一些植物所少有的糖类，如氨基糖、糖醇、糖酚、多糖蛋白等，具有一定的生理功能。食用菌的粗纤维含量较多，有利于人类健康，如高纤维素膳食可以减少糖尿病人对胰岛素的需要量，并稳定患者的血糖浓度。

由于生态环境不断恶化，水土流失和沙漠化以及工业用地和住房建设用地的不断增加，使我国每年都有大量耕地消失。耕地减少和人口总量增加导致食物短缺、蛋白质供应不足，突出了保障食品安全、满足人类食物需求的重要性。食用菌主要利用绿色植物的秸秆、木屑等光合作用产物作为原料，生产富含多种营养的子实体作为人类食物。食用菌产业是一项“点草成金”的神奇产业，也是保证食品安全的实用农业技术。

食用菌的生长不需要土壤，也不需要耕地，可进行立体栽培，如层架栽培和叠放墙式栽培，土地利用率高。如每个标准大棚(667 m<sup>2</sup>)栽培平菇可消耗农林废弃物 15 ~ 20 t，栽培周期 3 ~ 4 个月，可产鲜菇 15 ~ 20 t。我国每年产生秸秆皮壳、枝丫材、木屑、禽畜粪便等农林牧废弃物 30 × 10<sup>8</sup> t 左右，如果利用 5%，可产生 1 000 × 10<sup>4</sup> t 干食用菌，相当于 1 600 × 10<sup>4</sup> t 牛肉的蛋白质总量，相当于全国直接粮食消费的 4%；按照我国的平均饲养水平，相当于增加 0.17 × 10<sup>8</sup> hm<sup>2</sup> 的饲料粮耕地，在我国粮食安全保证中起到了重要作用。

### 1.1.3 食用菌的药用价值

#### (1) 抗肿瘤活性

抑制肿瘤试验统计表明，有 100 多种担子菌类中提取的多糖对肉瘤抑制率在 80% ~ 90%，如灵芝多糖具有抗肿瘤作用。千原吴郎(1968)发现鲜香菇子实体提取液有强烈抗癌作用，灵芝多糖、茯苓多糖、槐栓多糖、云芝多糖和香菇多糖都已在临床应用。

### (2) 增强免疫功能

免疫学研究表明,食用菌可增强人体免疫功能,是很好的免疫功能促进剂。食用菌多糖活性成分有活化细胞免疫,促进淋巴细胞的转化,激活T细胞和B细胞以及提高巨噬细胞的吞噬功能的作用,能防病、治病。沈阳医学院等通过云芝多糖刺激淋巴细胞转化试验,证明云芝多糖能刺激T淋巴细胞转化为T淋巴母细胞。从担子菌中筛选免疫增强剂,可提高机体的免疫功能,增强清除病毒的能力,可能控制自身免疫损伤。除了激活细胞免疫功能外,食用菌多糖还能增强体液免疫作用,如云芝、灵芝、猪苓等菌类能显著促进脾脏抗体形成;香菇、灵芝、裂褶菌等可促使免疫球蛋白形成。

### (3) 抗流感病毒

山村(1974)等从香菇中分离出的一种多糖对流感病毒的增殖有抑制作用。食用菌中可分离出刺激抗体产生干扰素的物质,能刺激抗体产生干扰素,有抑制病毒增殖的作用,给人类带来抗流感病毒新的希望。

### (4) 预防和治疗心血管系统疾病

食用菌具有调节心脏功能、改善心血流动、增加冠脉血流量、降低心肌耗氧量和改善心肌缺血等功能。灵芝对心血管系统的作用已得到学术界的肯定,可使实验动物心脏收缩力增强,心输出血量增加;茯苓提取物可使动物试验中心肌收缩力增强,心率增快。1980年,美国 Hamamer Schmiat 博士证明黑木耳的提取物能抑制血小板聚集和阻断激活的血小板释放因子,有助于降低动脉粥样硬化症疾病的发生率。

灵芝、香菇等食用菌降低血脂和胆固醇等作用明显。银耳多糖可明显降低甘油三酯、 $\beta$ -脂蛋白的含量。香菇中的嘌呤衍生物香菇嘌呤功效比降血脂常用药安妥明强10倍。长根菇的长根菌素具有降血压作用,具降压功能的还有蘑菇、草菇、金针菇、银耳、黑木耳、毛木耳、松菇、长柄侧耳等。银耳孢子多糖可通过减弱四氧化碳嘧啶对胰岛 $\beta$ 细胞损伤而对四氧嘧啶引起的糖尿病有明显预防作用。

### (5) 保肝解毒

某些食用菌具有保肝解毒和抗溃疡等辅助治疗作用。动物试验表明,灵芝和香菇等食用菌多糖能降低四氯化碳、硫代乙酰胺、泼尼松对肝损伤引起的谷-丙转氨酶(GPT)升高,说明灵芝、香菇多糖具有保肝作用。东北师范大学和东北制药厂采用长白山野生云芝制成的“云芝肝泰”对治疗乙型肝炎有效。

### (6) 健胃作用

药理试验表明,猴头菇对吡啶美辛诱发的大白鼠胃溃疡、幽门结扎诱发的胃溃疡病和醋酸诱发的慢性胃溃疡均有不同程度的抑制作用。平菇子实体中含有丰富的氨基酸、菌糖、甘露醇等成分,对肝炎、胃溃疡、十二指肠溃疡、慢性胃炎、尿道和胆结石等都有防治作用。

### (7) 镇静催眠作用

灵芝发酵液对中枢神经系统具有抑制作用,蜜环菌与天麻同样对中枢神经系统具有镇静作用,可起到镇静催眠的效果。从担子菌中筛选出具有镇静作用的还有安络小皮伞、灵芝等。

#### (8) 抗衰老作用

自由基能诱导氧化反应,引起细胞结构和功能的改变,导致器官组织的损伤。灵芝热水提取物、灵芝多糖均具有清除自由基活性;银耳、茯苓等也有清除自由基的作用。超氧化物歧化酶具有对抗自由基的作用,可延缓人体组织的老化。黑木耳、银耳多糖等能明显增加小鼠脑和肝组织中超氧化物歧化酶的比活力,延缓衰老。

在真菌药物日益受到重视的今天,在人类与衰老和疾病作斗争过程中,食用菌将发挥越来越大的作用。从中医理论、化学成分,药理学、免疫学及分子生物学水平来研究食用菌防病和治病机理、开发食用菌新药具有重要意义。

### 1.1.4 食用菌的生态学价值

在自然界的物质循环中,植物是生产者,动物是消费者,真菌和细菌等微生物属于分解者。食用菌能直接利用和降解农林副产品中的主要成分——木质素、纤维素和半纤维素,在自然界生物学降解和物质循环中起着重要的作用。传统农业的资源结构是由植物和动物“二维”要素构成,是一种不平衡的消耗性结构。食用菌在自然界中属于还原者,是生产者和消费者之间物质和能量循环的纽带,可通过自身分泌的酶类降解木质素和纤维素物质,获得能量,完成其生育过程,实现自然界中的自然循环过程,是组建现代农业“三维”结构的构成要素。

食用菌是稳固自然循环链中不可缺少的一部分,是经济循环实现的前提条件。食用菌有助于形成一个多物种共生、多层次搭配、多环节相扣、多层次增值和多效益统一的物质和能量体系,有助于构成农业生态系统的良性循环,促进生态环境的可持续性和协调发展。

食用菌栽培是一项投资少、见效快、周期短、效益高的致富项目。各地的调查显示,食用菌栽培的经济效益远高于其他农作物和一般蔬菜,是粮食和蔬菜的几倍甚至几十倍。食用菌栽培已成为农业增效、农民增收的优势产业。通过发展食用菌生产,可大量利用作物秸秆和畜禽粪便作为原料,生产出营养丰富的蛋白质食品,具有明显的经济效益和社会效益。

食用菌生产可提高城乡纤维素废物在生态循环中的转化速度,增加产品输出,提高整个生态系统的生产能力,是建立生物能量和物质良性循环运转模式中的重要组成部分。通过食用菌栽培的多次反复循环利用,产生高营养子实体的同时,栽培废料可做肥料直接施入农田或作为猪、牛等家畜的添加饲料,也可再次用于其他菇类的生产,可大大节约成本、提高综合效益。

食用菌的生态学习性可与作物之间互相促进、互相补充,对改善作物的生长具有重要意义。食用菌生长发育过程中对光要求不高,在农业生产上可安排合理的种植模式,实现光能高效利用;食用菌生长发育过程释放的二氧化碳,可与植物生长实现气体互补。与农作物间作时,食用菌的代谢产物可通过灌水、施肥等措施促进植物根部营养物质吸收;作物施肥残留的氮、磷、钾等营养元素可补充食用菌养分需求。食用菌栽培用水量低,统计表明,以产生的生物量计,食用菌(平菇)栽培的水利用效率是粮食的37.5倍;以蛋白质生产效率计,则是粮食的100倍左右。



## 1.2 食用菌业的历史与现状

作为重要的食物资源和药物资源,人类对食用菌的利用经历了野外采集和人工栽培两个发展阶段。在长期采集野生食用菌的基础上,随着人们对食用菌生物学特性认识的提高,以及社会需要的逐渐增长,逐渐从野生采集发展到人工栽培。通过长期的生产实践,逐步形成了完整的栽培技术和生产工序,逐渐形成食用菌栽培业。随着栽培生产规模的扩大,食用菌栽培业分工越来越精细,专业化程度越来越高,形成了涵盖食用菌种质资源调查收集、良种选育、栽培技术研发推广、产品精深加工和市场贸易的现代食用菌产业。

### 1.2.1 食用菌栽培历史

#### 1.2.1.1 我国传统食用菌栽培

我国对食用菌的认识和利用最早可追溯到7000年前,1977年在浙江余姚河姆渡新石器时代遗址出土的稻谷、蘑菇和酸枣的化石是我国祖先以蘑菇为食粮的最早物证。我国很早就有人对蘑菇的生长原因、生长环境以及营养生理进行研究,公元前2世纪至5世纪的食用菌专著就多达100余种,汉代食用菌研究更是涉及农学、养生和宗教神学等多个领域。

食用菌作为美味食品,在周朝成为王室的尚方玉食,北魏时期已成为大众化食品。食用菌人工栽培的最初诞生与古代道家方术密切相关,道家种植灵芝方法的萌芽可追溯到公元1世纪。木耳人工栽培大约始于7世纪,《药性论》记载“煮浆粥安诸木上,草覆之,即生蕈”中所说的“蕈”,就是木耳。茯苓栽培约始于南北朝。陈仁玉《菌谱》(1245)标志着我国古代菌蕈学已开始从道教仙学走向生物学领域,对食用菌栽培的发展起到推动作用。宋朝时我国南方食用菌栽培业逐步兴起,香菇栽培业开始萌芽。12世纪末至13世纪初,浙西的天台、仙居已开始栽培香菇。至元代中叶,香菇栽培已成为山区农民足资谋生的一项重要副业。明代以后,我国的食用菌栽培已积累了丰富的经验,香菇、银耳、血耳、平菇等新的栽培品种相继出现。浙江的香菇、湖北的木耳、四川的银耳盛极一时,食用菌栽培技术也有明显改进,如香菇栽培的“晒山法”取代了沿用已久的“埋木法”,木耳产区已开始注意到耳树的培育;银耳、平菇栽培技术逐渐成熟。元、明之际,北方食用菌栽培业的发展比较缓慢,在山东、淮北等处,仍沿用古代“埋木法”栽培。

#### 1.2.1.2 我国近现代食用菌栽培

19世纪末至20世纪初,部分留学归国的知识分子开始在国内传播国外的先进科学知识和食用菌栽培技术,积极开展食用菌资源调查,考察国内菇业生产状况,举办各种工艺社、蕈菌园、讲习班,推动我国食用菌栽培业的进步。期间发表了大量有价值的研究报告,如吴冰心的《滋养品白耳之研究》,胡先骕《菌类鉴别法》,邓叔群《中国高等真菌志》等。上海农学会等以学习外国先进农业科技兴国为宗旨的团体翻译出版、刊载了多篇双孢蘑菇、香菇栽培方法的论著,推动应用近代科学技术来进行制种和栽培。部分