



21世纪高等职业教育规划教材
生物学系列

食用菌栽培学

SHIYONGJUN ZAIPEI XUE

■ 刘振祥 谭爱华 杨辉德 主编



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等职业教育规划课程教材。本书在简明、系统地介绍食用菌基本理论的基础上,重点阐述了各种常见食用菌的生物学特性和栽培管理技术,尤其是对 22 种食(药)用菌的栽培管理作了具体而详细的介绍。另外,对食用菌菌种制作,食用菌产品贮藏、保鲜与加工,食用菌周年立体栽培以及食用菌病虫害防治等方面也作了较为详尽的论述。由于吸收了近年来食用菌栽培方面所取得的最新研究成果和先进经验,因而本书具有较强的实用性、先进性和可操作性。每章末尾附有一定量的思考题,可供学生复习和练习之用。

本书可供普通本、专科院校或高职高专生物、园艺类专业作为教材使用,也可供中等专业学校作为教材和教学参考书,还可作为食用菌栽培技术培训教材及食用菌栽培爱好者、生产者自学使用。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培学/刘振祥 谭爱华 杨辉德 主编. —武汉:华中师范大学出版社,2006.8
(21 世纪高等职业教育规划教材·生物学系列)

ISBN 7-5622-3449-3

I. 食... II. ①刘... ②谭... ③杨... III. 食用菌类—蔬菜园艺—高等学校: 技术学校 — 教材 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079255 号

书 名: 食用菌栽培学

主 编: 刘振祥 谭爱华 杨辉德

选题策划: 华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027-67867362

出版发行: 华中师范大学出版社©

地 址: 武汉市武昌珞喻路 152 号 邮编:430079

销售电话:027-67867076 67863040 67867371 67861549

邮购电话:027-67861321 传真:027-67863291

网址:<http://www.ccnup.com.cn> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

责任编辑:顾晓辉 封面设计:罗明波 责任校对:罗 艺

印 刷 者:华中理工大学印刷厂 督 印:姜勇华

开本/规格:787mm×960mm 1/16 印 张:19.5 字 数:360千字

版次/印次:2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印 数:1—3100

定 价:30.00元

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027-67861321。

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。

《食用菌栽培学》编写人员名单

- 主 编：**刘振祥(湖北咸宁职业技术学院)
谭爱华(湖北三峡职业技术学院)
杨辉德(湖北黄冈职业技术学院)
- 副主编：**徐运清(湖北孝感学院)
王志勇(湖北咸宁职业技术学院)
梁玉勇(贵州铜仁职业技术学院)
张温典(承德民族师范高等专科学校)
韦文添(广西职业技术学院)
李晓宏(湖北咸宁职业技术学院)
李万德(湖北生态工程职业技术学院)
- 编 委：**刘振祥 谭爱华 杨辉德
徐运清 王志勇 梁玉勇
张温典 韦文添 李晓宏
李万德 郑 磊 刘秀娟
- 主 审：**罗信昌(华中农业大学)

前 言

食用菌营养丰富,口感鲜美,且具有一定的保健功能。人类采食食用菌已有数千年历史,规模栽培已达百余年。近20年来,食用菌产业以每年超过10%的增幅迅猛发展,已成为世界性生产、加工、消费的菌物食品。中国是世界上生产食用菌最多的国家,年产量由1978年的5万吨增加到2004年的1160万吨,已占世界产量的75%。据农业部统计,在我国种植业中,食用菌产值仅次于粮、棉、油、菜、果,居第6位。食用菌从过去靠野生采集,到后来进行段木栽培,再发展到今天的代料栽培,从少数品种的驯化试验到今天几十种食用菌的栽培成功,并形成了规模强大的食用菌产业,成绩是巨大的,也是来之不易的,是中国食用菌学者和广大栽培者长期坚持不懈地努力的结果,也是改革开放以来政府一系列政策引导的结果。如今,中国食用菌产业已从早期的脱贫致富和发展多种经营为目标逐渐走上合理开发利用资源、改善人类食物结构、保护生态环境、提高食用菌产品质量和经济效益的可持续发展之路,这与我国近期制定的国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要中提出的建设社会主义新农村、发展现代农业、增加农民收入的目标也是完全一致的。随着经济的发展和人们对食物营养观念的转变,食(药)用菌被利用的范围将越来越广,食用菌产业将具有更加广阔的发展前景。

食用菌栽培学是高等院校生物、园艺类专业的必修课,旨在通过本课程的教学,培养更多懂理论、会技术的食用菌高级专门应用型人才。据此我们共同编写了本书。在编写过程中,先由刘振祥同志拟定了编写提纲和编写体例,并征求多方意见达成共识,然后着手编写。参与本书编写的有湖北咸宁职业技术学院、黄冈职业技术学院、三峡职业技术学院、孝感学院、贵州铜仁职业技术学院、河北承德民族师范高等专科学校、广西职业技术学院、湖北生态工程职业技术学院等高校的教师,他们是刘振祥(第1章,第6章第2、3、4、5节,第9章第4节,第10章)、王志勇(第2章、第3章、第4章)、谭爱华(第5章、第6章第1节)、杨辉德(第7章)、徐运清(第8章)、梁玉勇(第9章第1、2、3节)。张温典、韦文添、李晓宏和李万德参加了全书的编写及统稿工作,郑磊、刘秀娟参加了本书部分文字的录入和书稿的校对、编排和整理工作。上述同志均为本书的作者。本书由刘振祥同志对部分章节进行了适当的补充和改写,并最后统稿。

在编写章节内容的安排过程中,对于竹荪应归属于木腐菌还是草腐菌,产生了不同的看法。考虑到竹荪在栽培过程中必须覆土才能出菇的特性与双孢蘑菇的特性相似,同时在自然状态下竹荪主要发生于竹林表层土壤,至今未见大量生长于树



木上的报道,因此我们将竹荪暂时归入草腐菌这一章。如此考虑是否合适,有待进一步探讨。

本书目录中标有*号者供本科院校学生课堂学习之用,专科院校可不作为讲授内容。

本书在编写过程中,得到了我国著名食用菌文史专家陈士瑜先生的亲切指导。华中农业大学博士生导师、中国菌物学会和中国食用菌协会副会长、湖北省食用菌协会理事长罗信昌教授在百忙中进行了本书的审稿工作。同时也得到了华中师范大学出版社有关领导和老师的大力支持,在此一并致以衷心的感谢!

由于编者水平有限,经验不足,本书肯定存在许多缺点甚至错误之处,恳请广大师生、同行和读者提出宝贵意见,以便再版时修正。

编者
2006年8月



目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 食用菌的概念及分类地位	(1)
1.2 食用菌发展简史	(1)
1.3 食用菌产业的现状与发展趋势	(3)
1.4 发展食用菌生产的意义	(4)
1.5 食用菌产业目前存在的主要问题与对策	(7)
1.6 如何学好食用菌栽培学	(9)
思考题.....	(9)
第 2 章 食用菌基础	(10)
2.1 食用菌的形态结构.....	(10)
2.1.1 孢子	(10)
2.1.2 菌丝体	(10)
2.1.3 子实体	(12)
2.1.4 菌核	(16)
2.2 食用菌的生长发育、繁殖与生活史	(16)
2.2.1 食用菌的生长发育	(16)
2.2.2 食用菌的繁殖	(18)
2.2.3 食用菌的生活史	(19)
* 2.3 食用菌的营养与吸收	(21)
2.3.1 食用菌的营养类型	(21)
2.3.2 食用菌的营养物质	(22)
2.3.3 吸收与转化	(24)
2.4 影响食用菌生长发育的环境条件.....	(24)
2.4.1 温度	(24)
2.4.2 湿度和水分	(26)
2.4.3 氧气和二氧化碳	(26)
2.4.4 光照条件	(27)
2.4.5 酸碱度(pH 值)	(28)
2.4.6 生物因子	(28)
* 2.5 食用菌遗传育种	(28)
2.5.1 食用菌遗传学基础	(29)



2.5.2 食用菌育种的几种方法	(32)
思考题	(35)
第3章 食用菌菌种生产	(36)
3.1 菌种生产的基本设备	(36)
3.1.1 环境条件	(36)
3.1.2 厂房设置和布局	(36)
3.1.3 设备设施	(37)
3.2 培养基	(38)
3.2.1 培养基类型	(38)
3.2.2 培养基配制的一般原则	(40)
3.2.3 常用培养基配制的一般方法	(42)
3.3 消毒与灭菌	(45)
3.3.1 消毒与灭菌的概念	(45)
3.3.2 消毒与灭菌的一般方法	(46)
3.4 接种与培养	(50)
3.4.1 接种工具及用品	(50)
3.4.2 接种与培养	(50)
3.4.3 菌种质量鉴定	(53)
3.5 菌种分离方法	(54)
3.5.1 孢子分离法	(55)
3.5.2 组织分离法	(56)
3.5.3 基内菌丝分离法	(56)
3.6 菌种的保藏与复壮	(57)
3.6.1 菌种的保藏	(57)
3.6.2 菌种的复壮	(59)
3.7 液体菌种生产简介	(60)
3.7.1 液体菌种的特点	(60)
3.7.2 液体菌种的生产设备	(61)
3.7.3 液体菌种制作工艺流程	(61)
3.7.4 液体菌种接种方法	(61)
思考题	(62)
第4章 食用菌病虫害防治	(63)
4.1 食用菌常见杂菌及防治	(63)
4.1.1 菌种培养期的杂菌及防治	(63)
4.1.2 培养料中的杂菌及防治	(67)
4.1.3 菇(耳)木上的杂菌及防治	(70)



4.2 食用菌常见害虫及防治	(72)
4.2.1 菇蚊蝇类	(72)
4.2.2 螨类、线虫和蛴螬	(75)
4.3 食用菌病虫害的综合防治	(79)
4.3.1 把好菌种质量关	(79)
4.3.2 搞好卫生	(80)
4.3.3 做好食用菌的栽培管理工作	(81)
4.3.4 农业防治措施	(81)
4.3.5 采用适当的化学防治措施	(82)
4.3.6 生态防治	(83)
思考题	(83)
第5章 食用菌产品的保鲜与加工	(84)
* 5.1 食用菌采后生理变化	(84)
5.1.1 后熟作用	(84)
5.1.2 水分散失	(84)
5.1.3 生化变化	(84)
5.2 食用菌保鲜	(85)
5.2.1 食用菌保鲜的原理	(85)
5.2.2 食用菌保鲜的方法	(86)
5.3 食用菌加工	(87)
5.3.1 食用菌的干制	(88)
5.3.2 食用菌的盐渍	(89)
5.3.3 食用菌的罐藏	(91)
5.3.4 食用菌其他加工方法	(93)
思考题	(93)
第6章 木腐型食用菌栽培	(94)
6.1 香菇栽培	(94)
6.1.1 概述	(94)
6.1.2 生物学特性	(95)
6.1.3 段木栽培管理技术	(99)
6.1.4 代料栽培管理技术	(104)
6.1.5 采收与分级	(111)
6.2 平菇栽培(附:姬菇栽培)	(113)
6.2.1 概述	(113)
6.2.2 生物学特性	(113)
6.2.3 栽培管理技术	(115)



6.3 黑木耳栽培(附:毛木耳栽培)	(123)
6.3.1 概述	(123)
6.3.2 生物学特性	(124)
6.3.3 段木栽培管理技术	(126)
6.3.4 代料栽培管理技术	(129)
6.4 银耳栽培	(134)
6.4.1 概述	(134)
6.4.2 生物学特性	(134)
6.4.3 栽培管理技术	(137)
6.5 金针菇栽培	(149)
6.5.1 概述	(149)
6.5.2 生物学特性	(150)
6.5.3 栽培管理技术	(154)
思考题	(162)
第7章 草腐型食用菌栽培	(163)
7.1 双孢蘑菇栽培	(163)
7.1.1 概述	(163)
7.1.2 生物学特性	(163)
7.1.3 栽培管理技术	(165)
7.2 草菇栽培	(175)
7.2.1 概述	(175)
7.2.2 生物学特性	(176)
7.2.3 栽培管理技术	(178)
7.3 鸡腿菇栽培	(183)
7.3.1 概述	(183)
7.3.2 生物学特性	(183)
7.3.3 栽培管理技术	(185)
7.4 竹荪栽培	(189)
7.4.1 概述	(189)
7.4.2 生物学特性	(189)
7.4.3 栽培管理技术	(193)
7.4.4 采收与加工	(194)
思考题	(195)
第8章 珍稀食用菌栽培	(196)
8.1 茶薪菇栽培	(196)
8.1.1 概述	(196)



8.1.2 生物学特性	(196)
8.1.3 栽培管理技术	(198)
8.2 巴西蘑菇栽培	(203)
8.2.1 概述	(203)
8.2.2 生物学特性	(204)
8.2.3 栽培管理技术	(205)
8.3 灰树花栽培	(212)
8.3.1 概述	(212)
8.3.2 生物学特性	(213)
8.3.3 栽培管理技术	(215)
8.3.4 采收和贮运	(220)
8.4 滑菇栽培	(220)
8.4.1 概述	(220)
8.4.2 生物学特性	(221)
8.4.3 栽培管理技术	(223)
8.4.4 采收	(230)
8.5 秀珍菇栽培	(230)
8.5.1 概述	(230)
8.5.2 生物学特性	(231)
8.5.3 栽培管理技术	(232)
8.6 真姬菇栽培	(236)
8.6.1 概述	(236)
8.6.2 生物学特性	(236)
8.6.3 栽培管理技术	(238)
8.7 大球盖菇栽培	(243)
8.7.1 概述	(243)
8.7.2 生物学特性	(243)
8.7.3 栽培管理技术	(246)
思考题	(251)
第9章 药用菌栽培	(252)
9.1 猴头菇栽培	(252)
9.1.1 概述	(252)
9.1.2 生物学特性	(252)
9.1.3 栽培管理技术	(254)
9.1.4 病虫害防治	(258)
9.1.5 采收与加工	(259)



9.2 灵芝栽培	(259)
9.2.1 概述	(259)
9.2.2 生物学特性	(260)
9.2.3 栽培管理技术	(262)
9.3 茯苓栽培	(265)
9.3.1 概述	(265)
9.3.2 生物学特性	(266)
9.3.3 栽培管理技术	(268)
9.3.4 采收、加工与贮存	(271)
9.4 蛹虫草栽培	(272)
9.4.1 概述	(272)
9.4.2 生物学特性	(273)
9.4.3 栽培管理技术	(275)
思考题	(279)
第10章 食用菌周年栽培与多层次综合利用	(280)
10.1 食用菌周年栽培	(280)
10.1.1 食用菌周年栽培的意义	(280)
10.1.2 食用菌周年栽培技术模式	(280)
10.2 食用菌多层次综合利用	(284)
10.2.1 田间多层次立体种植	(284)
10.2.2 食用菌废料的综合利用	(287)
10.2.3 工业生产废料的综合利用	(288)
思考题	(289)
附表1 农作物秸秆及副产品化学成分	(290)
附表2 各种培养料的碳氮比	(291)
附表3a 培养料含水量	(292)
附表3b 培养料含水量	(292)
附表4 食用菌的主要栽培体制与生物学效率	(293)
附表5 蒸汽压力与温度的关系表	(293)
附录1 食用菌菌种管理办法	(294)
附录2 食用菌卫生管理办法	(299)
主要参考文献	(300)

第1章 绪 论

1.1 食用菌的概念及分类地位

1.1.1 食用菌的概念

食用菌(edible fungi 或 edible mushrooms)是指一类可供食用的具有显著子实体的大型真菌,通常也称为“蘑菇”或“蕈”、“菌”、“蘑”、“耳”等。广义的食用菌一般也包括各种药用菌。

1.1.2 食用菌在生物学分类中的地位

按照生物分类学家的观点,可将形形色色的生物分为非细胞生物和细胞生物两大类。其中细胞生物又分为原核生物和真核生物两类,前者如细菌和蓝藻,后者如植物、动物、菌物。在近代分类学系统中菌物已独立成界(Kingdom Myceteeae),在真核生物中与动物界(Animalia)和植物界(Plantae)鼎足而立。菌物界又可分为三门,即裸菌门(Gymnomycota)[或称粘菌门(Myxomy)]、卵菌门(Oomycota)和真菌门(Eumycota)。真菌门下设五个亚门: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。

食用菌不是真菌分类学中的单位,而是人们对可食大型真菌的通称。目前已知的食用菌种类中,大多数属于真菌门中的担子菌亚门(约占90%),极小部分属于子囊菌亚门(约占10%)。所有食用菌均属于异养型生物,即吸收异养型。根据生活方式的不同,可将食用菌分为腐生、寄生、共生三种类型。其中以腐生型食用菌最常见,寄生型次之,少数为共生型。

1.2 食用菌发展简史

人类采食食用菌已有几千年的历史。从浙江余姚河姆渡新石器时代遗址出土的文物发现,我国人民对菇菌的利用,距今至少已有7 000多年(陈士瑜,2003)。在2 000多年前的《礼记》中,已详细介绍了金针菇的利用价值,这是我国最早关于食用菌的记载。南宋陈仁玉所著《菌谱》(1245),对11种食用菌进行了形态和生态上的描述,是世界上第一部菇菌区系志,比西方同类专著《菌物舞台》(Steerbeck,



1675)要早 400 多年。至于把食用菌作为药材,在我国也有悠久的历史。如我国最早的药书《神农本草经》(公元 100—200)记载有茯苓、猪苓、灵芝、雷丸、马勃、蝉花、虫草、木耳的利用价值。明代李时珍的《本草纲目》(1578),更是集历代菇菌知识之大全,基本上代表了中国古代对菇菌的认识水平,与同时代欧洲人(如 Clusius C, 1529—1609)对菇菌的认识水平相比,均有过之而无不及(余永年, 1998)。

我国也是世界上栽培食用菌最早的国家。公元 7 世纪唐苏恭的《唐本草注》已有关于栽培木耳的记载,而国外直到 16 世纪才试验成功杨木栽培鳞耳的方法。大约 800 多年前,我国已经开始采用“砍花法”人工栽培香菇。200 多年前,我国栽培草菇获得成功。这一切都说明我们的祖先是勤劳的、充满智慧的。

我国在食用菌的利用和栽培方面虽然起步较早,但由于历代统治者对比基本上采取放任自流的态度,加之战乱、灾荒等原因,食用菌栽培发展非常缓慢。1840 年鸦片战争以后,由于帝国主义列强入侵及清王朝的政治腐败,一些食用菌栽培从业者报国无门,纷纷远涉重洋,去国外谋生,草菇栽培技术也是从这时逐步传入东南亚一些国家的。虽然 1894 年和 1930 年我国黄范西等人也曾做过木屑瓶栽银耳和栽培平菇的试验,但这些技术因无人过问均销声匿迹。

新中国成立后,特别是改革开放以后,我国食用菌栽培技术得到了长足的发展。20 世纪 50 年代以前,世界上栽培的食用菌主要是双孢蘑菇,我国于 1955 年由上海农业试验区引种双孢蘑菇栽培获得成功。20 世纪 60 年代初,我国对银耳纯种的选育和驯化栽培获得了成功,带动了食用菌生产的迅速发展。70 年代末,猴头菇驯化栽培获得成功,同期还对灵芝人工栽培进行了系统研究,为大面积人工栽培灵芝打下了基础。80 年代初,在前人研究的基础上对金针菇进行了系统的研究,杂交菌种的问世,大幅度提高了金针菇的产量,使金针菇栽培得到了迅速的发展。同期,我国还从国外引进了凤尾菇,栽培成功后也得到了迅速推广。80 年代后期,相继成功驯化了红托竹荪、短裙竹荪、长裙竹荪等,但由于栽培条件苛刻,直到 1989 年发现抗逆性较强的棘托竹荪以后,竹荪的生产才真正步入了发展时期。1981 年,在武汉召开了全国食用菌会议,并正式出版了《食用菌》杂志。80 年代前后,华中农业大学、中国农业大学、吉林农业大学、南京农业大学、福建农业大学等高等院校相继创办了食用菌专业,有的高校还设立了食用菌方面的硕士点和博士点,为食用菌学科培养了大批技术人才和后备力量,促进了食用菌产业的发展。因此,20 世纪 70 年代中期到 80 年代末期是我国食用菌产业大发展的一个重要转折点,使我国食用菌产业从此步入了前所未有的快速发展新时期。

食用菌从经历漫长的野生采集,到少数种类的驯化成功,再到今天已能进行几十种食用菌的人工栽培并逐渐形成规模强大的食用菌产业,凝聚了我国历代食用菌学者和广大栽培者辛勤劳动的心血和汗水,也得益于我国改革开放政策的正确引导。



1.3 食用菌产业的现状与发展趋势

1.3.1 食用菌种质资源与栽培品种

食用菌是指无毒可食用的一类大型真菌。我国是目前世界上食(药)用菌物种最多的国家。据专家估计,自然界约有大型真菌14万种,迄今全世界已报道食用菌约2 000种,估计中国至少有食(药)用菌1 500种。目前我国已调查记载的有938种(卯晓岚,2002),其中能进行人工栽培的约60种,可进行菌丝体发酵的有30种,共计90种,居世界第一(王泽生,2005)。我国目前约有30种食用菌已进入商品化栽培,主要包括:双孢蘑菇、香菇、平菇、草菇、金针菇、黑木耳、银耳、猴头菇、茶薪菇、白灵菇、真姬菇、鸡腿菇、巴西蘑菇、大球盖菇、杏鲍菇、灰树花、榆蘑、竹荪等。这其中很多种类是20世纪80年代以后才驯化成功的,少数种类如真姬菇、杏鲍菇、巴西蘑菇、大球盖菇则是近年从国外引进的。

1.3.2 产量与产值

1982年全世界食用菌产量为120万吨,其中双孢蘑菇占80%。2002年世界食用菌产量增加到1 200万吨,其中双孢蘑菇25%,香菇25%,平菇25%,其他菇类25%。2003年世界食用菌产量为1 333万吨,产值390亿美元,其中栽培食用菌270亿美元,药用菌90亿美元,野生菌30亿美元。我国食用菌年产量1978年只有5万吨,1982年为30万吨,占世界总产量的25%;1986年我国食用菌产量为58.5万吨,占世界总产量的26.8%;到1990年,我国食用菌产量已突破100万吨,成为世界上食用菌生产的大国;1994年产量为264万吨,占世界总产量的53.8%;1998年为435万吨;至2001年,全国食用菌总产量达780万吨,占世界总产量的65%;2003年突破1 000万吨;2004年全国食用菌产量达1 160万吨,占世界食用菌总产量的75%。其中产量超过100万吨的种类有平菇(299万吨)、香菇(247万吨)和双孢蘑菇(156万吨),合计约占总产量的62%;年产量70万吨~90万吨的有毛木耳(90万吨)、黑木耳(77万吨)、金针菇(73万吨)。目前我国双孢蘑菇、香菇、平菇、木耳、金针菇、草菇等产量均居世界第一。我国食用菌产值2004年已达480亿元人民币。另外,我国食用菌出口量也逐年增加。1990年,我国食用菌出口量只有13万吨,1995年已达30.4万吨,2004年则达到58.2万吨,创汇9亿多美元。我国食用菌出口量已占亚洲的80%,世界的40%。数据表明,中国食用菌出口量虽然年年增加,但占全国总产量的比值却年年下降,说明支撑食用菌产业发展的主要市场在国内。

近几年的国内生产发展和市场动态表明,包括杏鲍菇、白灵菇、茶薪菇、大球盖



菇在内的珍稀菌类栽培规模不断扩大,已有逐步取代部分传统栽培种类的趋势。

1.3.3 栽培方式

人类利用菇菌经历了野生采集和人工栽培两个阶段。野生食用菌多为木腐菌,自然生长于枯木、倒木上。从我国发明人工栽培食用菌方法至今已有数百年历史,规模栽培也有将近百年。20世纪70年代以前,代表我国菇业被特色的香菇、木耳多采用段木栽培,树木被大量砍伐,大量木材资源消耗,造成了水土流失,给生态环境带来了严重影响。因此,发展食用菌生产与封山育林形成了一对矛盾。20世纪70年代到80年代,各种食用菌代料栽培方法研究相继获得成功,这是食用菌栽培方式的一个重大突破。首先是70年代初利用棉籽壳、锯木屑代替树木栽培平菇获得成功,促进了平菇栽培业的迅速发展;后来代料栽培又逐步扩大到香菇、金针菇、黑木耳、银耳等木腐菌类,也获得了成功。代用料也从棉籽壳、锯木屑发展到稻草、麦秸、玉米芯、甘蔗渣等多种原料,不仅大大调整了食用菌栽培对森林资源的依赖,而且大幅度降低了生产成本,促进了食用菌产业的迅猛发展,使食用菌产品成为大众化菌物食品得以实现。

随着塑料工业的发展,人们开始利用耐高温、高强度的聚丙烯和高密度聚乙烯塑料膜制成栽培袋栽培食用菌。袋栽不仅代用料装袋方便,而且方法简单易行,还缩短了栽培时间,提高了菇房利用率,并大幅度减少了杂菌污染。因此塑料袋代料栽培食用菌是对传统栽培方法的一个历史性变革,是当今和将来食用菌栽培的主要方式。

1.4 发展食用菌生产的意义

1.4.1 食用菌的营养价值与药用价值

食用菌营养丰富,味道鲜美,自古就被视为“山珍”。现代科学研究证明,食用菌中高质量蛋白质含量相当丰富,蛋白质含量一般占其子实体鲜重的3.5%~4%,分别比芦笋和卷心菜高2倍,比柑橘高8倍,比苹果高12倍;双孢蘑菇的蛋白质含量则是瘦肉的2倍,鸡蛋的3倍,牛奶的12倍。此外,食用菌还含有人体必需的8种氨基酸和多种维生素、矿物质,是提供理想膳食纤维的营养美味食品,被当今世界各国人民誉为“绿色食品”、“健康食品”、“植物性食品的顶峰”并受到青睐。现代人们崇尚“三低一高”食品,即低脂肪、低糖、低盐、高蛋白质,食用菌则被列为首选。国宴中以食用菌为原材料制作的“松茸烧鱼块”、“竹荪芙蓉汤”、“金耳鸡汤”等,都是招待来访外国元首的名菜佳肴。

有专家预测,21世纪的食品将由20世纪的植物蛋白和动物蛋白组成的二元



结构发展为以植物蛋白、动物蛋白和菌类蛋白组成的三元结构。所以,我国著名的保健专家洪昭光教授提出一荤、一素、一菌的健康合理饮食结构。

食用菌不仅营养丰富,是提供理想膳食纤维的美味食品,而且还有一定的营养保健和药用功能。食用菌所含的多种真菌多糖、糖蛋白、糖肽、腺苷、三萜类、甾醇、特殊蛋白质和脂肪酸等生物大分子,可有效地提高人体免疫机能,调节生理代谢,预防疾病,延缓衰老,增进健康。特别是近年医学研究发现了食用菌具有抗肿瘤、降血压、降血脂、降胆固醇、清除血液垃圾、软化血管、预防血管内壁粥样硬化、抗血栓、护肝、健肾、补血、促进肠蠕动、加速排毒、减缓艾滋病症状等诸多功能,如姬松茸、猪苓、茯苓、火木层孔菌、香菇、灵芝、冬虫夏草、云芝、树舌、松生拟层孔菌、裂褶菌、灰树花、猴头菇等等这些菌类中的多糖体都具有很高的抗癌活性。近年由日本东京大学医学部、国立肿瘤研究所、东京医科大学等单位从巴氏蘑菇中提取的高分子多糖体,对癌细胞的抑制率高达 99.4%,治愈率高达 90.0%,其效果令人震惊,引起了世界医学界的广泛重视。姬松茸、猪苓的提取物,对癌细胞的抑制率分别高达 91.3% 和 98.5%,治愈率均高达 90.0%。最近发现,从食用菌菌丝中提取的 LEM 糖蛋白,具有抑制艾滋病病毒侵袭淋巴细胞并在细胞中增殖的功能,引起了联合国教科文组织(UNESCO)的浓厚兴趣。

另外,食用菌中的蘑菇核糖核酸具有很好的抗病毒作用,为人类预防各种病毒带来了新的希望,以此来开发制造新的抗流感病毒和其他病毒的药物,前途是光明的。这些医学特性的发现使全人类对食用菌喜爱非凡,据此联合国粮农组织(FAO)将食用菌推荐为 21 世纪的健康食品。

1.4.2 发展食用菌生产,可拓宽就业门路,增加农民收入

我国是一个农业大国,发展食用菌生产的生物资源非常丰富,食用菌生产倡导不占用耕地,充分利用河滩地、荒地、坡地、林间、山洞等自然环境条件,结合各地蔬菜生产的园艺设施,实行高效仿野生自然栽培。食用菌以人类不能直接食用的各类植物秸秆、皮壳和木屑木渣为原料,能净化环境;在严格的技术条件控制下,产出优质营养保健美味的有机食品,投入少,见效快,产出比值高,经济效益好,是农民脱贫致富、增加收入的短、平、快项目,“要想富,种蘑菇”,是农民从内心发出的最朴实的语言。食用菌生产符合人类期望与环境发展双赢的观念和要求,不但是一项利国富民的产业,而且是一项保护环境的产业工程,符合人类和社会发展的趋势和要求,从而成为实现我国农业结构战略性调整的主要项目。

食用菌产业的发展,促进了农村经济的发展,增加了农民收入。据统计,目前全国共有食用菌主产县 499 个,其中栽培食用菌产值过 5 亿元的县有 2 个,过 2 亿元的县有 9 个,过 1 亿元的县有 12 个,产值千万元以上的县有 13 个。如浙江寿宁县 1996 年累计总产值 14 亿元,当年栽培香菇 1 亿袋,创产值 5.7 亿元,占当地农



业总产值的 53.3%，形成“半县花菇半县茶”的农业新格局。全县靠种菇摘掉了 9 个贫困乡的贫困帽子，人均收入达 2 200 元。另外，福建古田，浙江庆元、磐安，河南泌阳、西峡，山东烟台、莘县，湖北随州的曾都等地，通过菇业的发展，都不同程度地推动了当地经济的发展，食用菌产业已成为当地的支柱产业。

发展食用菌生产还为农村富余劳动力找到了就业门路。我国是一个人口众多的国家，农业人口占 13 亿人口中的 80%，劳动力资源极为丰富。食用菌生产是劳动密集型产业，发展食用菌生产为安排农村富余劳动力就业找到了出路。据统计，我国目前直接从事食用菌相关产业的人数约有 3 500 万人，有些食用菌主产乡镇从事食用菌生产的人数已占当地总人口的 70%~80%。

食用菌产业的发展也激活了其他相关行业的活力，如餐饮业、运输业、塑料行业、粮棉加工厂、制药厂等，大大促进了地方经济的发展。

1.4.3 有利于维持生态平衡，走可持续发展之路

食用菌产业同时也是一项保护环境、维持生态平衡的产业。生物资源在自然界中的循环再生主要表现为碳素和氮素的循环。碳素循环主要通过产氧光合作用和呼吸与燃烧作用两种方式进行，绿色植物通过光合作用将 CO_2 和 H_2O 合成为碳水化合物，并放出氧气；食用菌则通过呼吸作用使有机物分解再产生 CO_2 和 H_2O ，又为光合作用提供原料。氮素循环则是在大气中的氮气和微生物、植物、动物之间通过固定(合成)和释放(分解)作用进行的。食用菌可以大量分解木质纤维素或动物遗体，供自己及其他微生物或植物利用，在自然界物质循环中扮演了重要角色。

地球生物圈中，植物是生产者，动物是消费者，微生物是分解者，三者相互依存，共同维持自然界的物质循环和生态平衡。全球绿色植物利用太阳能进行光合作用提供的生物量约有 1 550 亿吨干物质，其中森林的生物量约占 44%，农作物占 6%，海洋生物占 33%，农作物秸秆(禾谷类、豆科类、锦葵类)及森林物质有 70% 在加工过程中浪费了。

自然界主要依靠真菌分解纤维素、木质素等再生生物物质。木霉等低等丝状真菌分解纤维素的能力虽然很强，但分解木质素的能力远不如以食用菌为代表的高等真菌。它们能产生几组复合酶，可以将大量的木质纤维素等再生物质转化生成一系列多样化的物质，如菇类食品、保健功能食品、医疗药品等。我国的一些农村利用农作物秸秆、棉籽壳、棉秆、木屑等原料来栽培平菇、银耳、木耳、香菇、双孢蘑菇、金针菇、猴头菇等，试行栽培料多级多层次综合利用的生态平衡模式并取得了成功。如利用栽培过食用菌的菌渣(也称菌糠)用作饲料发展猪、牛等养殖业；牲畜粪便可以用于沼气发酵为人类提供能源；其污泥和栽培废料又是栽培作物和花卉的优质有机肥料。实施这种生态平衡的有机模式，不仅可以把大量含有木质纤