

食用菌栽培学

黄健屏主编
湖南科学技术出版社



食用菌栽培学

主 编：黄健屏
副主编：黄飞龙 邓芳席 何淑芝
编 委：（以姓氏笔划为序）
邓芳席 刘春如 何淑芝
余昌俊 杨 祥 张 谓
周德群 周德明 周国英
唐 明 黄飞龙 黄健屏
黄林根 谢卿楣

湖南科学技术出版社

湘新登字 004 号

食用菌栽培学

黄健屏 主编

责任编辑：彭少富

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路 3 号)

湖南省新华书店经销

湖南农学院印刷厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1993 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:20.75 插页:1 字数:518000

印数:1—6600

ISBN 7—5357—1338—6
S·200 定价:10.50 元



长裙竹荪[*Dictyophora indusiata*
(Vent. ex pers.) Fischer]

左图为开伞的子母体;上图为菌蛋

谢脚榻供稿

长裙竹荪[*Dictyophora indusiata*
(Vent. ex pers.) Fischer]

谢脚榻供稿



木耳[*Auricularia auricula* (L. ex Hook) Underw.]

杨祥供稿



猴头菇 [*Hericium erinaceus* (Ball.) pers.]

黄健屏供稿



羊肚菌 [*Morchella esculenta* (L.) pers.]

杨祥供稿



金针菇 [*Flammulina velutipes* (Fr.) sing.]

周国英供稿



前 言

近些年来,由于我国人民生活水平的不断提高,传统的营养观有了很大的改变,对食谱有了新的要求:在配比上要求营养综合化,在结构上要求成分多样化,在质量上要求高能低热化,在作用上要求保健益智化。由于食用菌积诸要求于一身,于是导致了食用菌的消耗量大增,从事食用菌生产的队伍迅速扩大,生产方式层出不穷,生产的原料越来越广,而且经营体制从传统的农业部门逐步扩大到林业部门。在国外,一些食用菌消耗量大的国家,食用菌的生产与利用已发展成一种产业。为了适应这一形势,满足市场的需要,全国各农林院校、师范院校和综合大学生物系,相继开设了“食用菌栽培学”这一课程。由于各院校情况不一,至今仍无一本适合大家需要的正式教材,为此,由中南林学院牵头,组织全国 11 所院校中长期从事食用菌教学、科研和生产的专家教授,经过两年多的共同努力,编写了这本书。

本书除了从多方面阐明食用菌有关的理论外,还全面总结了菇农和编写者栽培食用菌的生产经验。在编写过程中力求做到深入浅出,通俗易懂,以满足教学、科研和生产者的需要。

本书共分七部分,计二十四章。第一部分为基本理论,分别阐述了食用菌的形态和分类、生理和生态、遗传和育种、菌种的分离和制作;第二部分为食用菌的栽培技术,着重介绍了蘑菇、平菇、香菇、木耳、银耳、金针菇、草菇、猴头、竹荪、滑菇、杨树菇、茯苓、灵芝和天

麻等 14 种主要食用菌的形态特征、生理特性和栽培技术;第三部分为正在驯化中的主要食用菌,简单地介绍了松茸菇、口蘑、牛肝菌、松乳菇、羊肚菌、灰树花、鸡纵菌、虫草菌和猪苓等 9 种菌的形态特征和摸索出来的一些栽培技术;第四部分为食用菌主要病虫害及其防治方法;第五部分为毒蘑菇,分别讲述了毒蘑菇的识别、利用以及中毒后的解毒方法;第六部分为食用菌的保鲜与加工;为了进一步提高食用菌工作者的科研能力,特撰写了第七部分食用菌的研究方法。

本书是各位编委和编写工作人员集体智慧的结晶,是科学和技术、友谊和进步、协作和希望的象征。参加编写的有广西农学院黄飞龙、湖南农学院邓芳席、福建林学院谢卿楣、河北林学院何淑芝、西南林学院周德群、西北林学院杨祥和唐明、浙江林学院董林根、贵州农学院张渭、湖南林业专科学校刘春如、湖北宜昌林业学校余昌俊以及中南林学院周德明、周国英和黄健屏。本书的插图由周德群、黄健屏和余昌俊绘制。

由于编写者水平有限,书中难免有谬误和不妥之处,敬请广大读者提出宝贵意见,我们表示衷心的感谢。

黄健屏

中南林学院 株洲

1993 年 7 月

目 录

前 言.....	(1)	四、栽培方法	(132)
第一章 绪论.....	(1)	五、管理	(139)
一、食用菌和药用菌的概念	(1)	第八章 香菇.....	(142)
二、我国食用菌的栽培历史和现状	(1)	一、概述	(142)
三、食用菌的食用和药用价值	(6)	二、形态特征	(143)
四、食用菌发展的前景.....	(11)	三、生物学特性	(144)
第二章 食用菌的形态和分类	(13)	四、栽培方法	(147)
一、食用菌的形态.....	(13)	五、增产新技术	(159)
二、食用菌的分类.....	(21)	第九章 木耳.....	(161)
第三章 食用菌的生理和生态	(51)	一、概述	(161)
一、食用菌的生理.....	(51)	二、生物学特性	(161)
二、食用菌的生态环境.....	(64)	三、菌种的制备	(167)
第四章 食用菌的遗传育种	(72)	四、段木栽培木耳	(167)
一、遗传的基本理论.....	(72)	五、代料栽培木耳	(171)
二、食用菌生活史及生殖特征.....	(75)	六、毛木耳栽培	(173)
三、食用菌育种的基本方法.....	(78)	七、紫木耳稻田套栽	(174)
第五章 食用菌菌种的制备	(85)	第十章 银耳.....	(175)
一、常用设备、仪器和药品	(85)	一、概述	(175)
二、消毒灭菌.....	(87)	二、形态特征	(175)
三、菌种的分离.....	(91)	三、生物学特性	(176)
四、菌种的制备.....	(95)	四、栽培方法	(178)
五、菌种质量检查	(104)	第十一章 金针菇.....	(183)
六、菌种的保藏	(108)	一、概述	(183)
七、菌种的衰退与复壮	(112)	二、形态特征	(183)
第六章 蘑菇.....	(114)	三、生物学特征	(184)
一、概述	(114)	四、栽培方法	(185)
二、形态特征	(114)	五、管理	(186)
三、生物学特性	(115)	第十二章 草菇.....	(189)
四、栽培方法	(117)	一、概述	(198)
五、管理	(124)	二、形态特征	(189)
第七章 平菇.....	(128)	三、生物学特性	(190)
一、概述	(128)	四、栽培方法	(192)
二、形态特征	(128)	第十三章 猴头菌.....	(199)
三、生物学特性	(130)	一、概述	(199)

二、形态特征	(200)	二、形态特征	(237)
三、生物学特性	(201)	三、生物学特性	(238)
四、栽培方法	(203)	四、栽培方法	(239)
五、管理	(204)	五、管理	(241)
第十四章 竹荪	(206)	六、采收与加工	(241)
一、概述	(206)	第十九章 天麻	(242)
二、形态特征	(207)	一、概述	(242)
三、生物学特性	(208)	二、形态特征	(242)
四、栽培方法	(210)	三、生物学特性	(243)
五、管理	(211)	四、栽培方法	(245)
六、采收加工	(212)	五、管理	(248)
第十五章 滑菇	(213)	六、采收与加工	(248)
一、概述	(213)	第二十章 几种野生食用菌简介	(249)
二、形态特征	(213)	一、菌根菌类	(249)
三、生物学特性	(214)	二、其他野生菌类	(252)
四、栽培管理方法	(216)	第二十一章 食用菌病虫害及防治	(261)
五、采收与加工	(222)	(261)
第十六章 杨树菇	(223)	一、食用菌病虫害的特点	(261)
一、概述	(223)	二、食用菌主要病害、杂菌及防治	(261)
二、形态特征	(224)	(261)
三、生物学特性	(224)	三、食用菌主要害虫及防治	(279)
四、菌种的制作	(225)	四、食用菌病虫害的综合防治	(285)
五、栽培方法	(225)	第二十二章 食用菌的保鲜与加工	(290)
六、管理	(225)	(290)
七、病虫害防治	(226)	一、食用菌的保鲜	(290)
第十七章 茯苓	(227)	二、食用菌的加工	(291)
一、概述	(227)	第二十三章 食用菌研究法	(298)
二、形态特征	(228)	一、食用菌野外研究方法	(298)
三、生物学特性	(229)	二、食用菌室内研究方法	(301)
四、栽培方法	(231)	第二十四章 毒蘑菇	(312)
五、管理	(234)	一、概述	(311)
六、采收与加工	(235)	二、毒菌毒素及中毒症状	(318)
第十八章 灵芝	(237)	三、毒菌中毒的抢救处理	(320)
一、概述	(237)	主要参考文献	(322)

第一章 绪 论

一、食用菌和药用菌的概念

按词面通俗的理解,能食的菌都叫食用菌,吃了能治疗疾病的菌都叫药用菌。但食用菌和药用菌的实际含义并没有那么笼统。从古至今,人们一般认为食用菌只是指那些能食用的并能形成大型子实体的真菌,如香菇、黑木耳、草菇和金针菇……,而毛霉、根霉……等中的一些种虽也能食用,但人们并未将它们列入食用菌;药用菌只是指那些食用之后对疾病有一定治疗效果的并能形成大型子实体或菌核或与植物形成共生体的真菌,如灵芝、冬虫夏草、茯苓和天麻……,而放线菌、青霉菌……等中的一些种虽食用之后对疾病也有一定治疗效果,但人们并未将它们列入药用菌。因此,张树庭先生曾建议,将人们一般确认的那些能食用并能形成大型子实体的真菌称为“食用蕈菌”,而那些食用之后对疾病有一定治疗效果的并能形成大型子实体或菌核或与植物形成共生体的真菌称为“药用蕈菌”。这一建议是有一定道理的,也已被一些人默认。但为了适应目前人们一般的通俗叫法,本书中仍采用了食用菌和药用菌这一习惯名词。由于食用菌和药用菌并无明显的界限和标志加以区别,只是各自在功能和用途上有些主次之分,所以我们对于那些功能和用途偏于药用的一些菌,也一并作为食用菌在本书中加以阐述。

二、我国食用菌的栽培历史和现状

(一)我国食用菌的栽培历史

中国是世界上最早的文明古国之一,伟

大的中华民族创造了光辉灿烂的古代文化,科学技术的成就也是有口皆碑的。据记载,我国食用菌栽培技术的历史由来已久。公元前300年左右的《礼记·内则》中载有“食所加庶,羞有芝栭”,“芝栭菱棋。”其中的“栭”、“芝”是指朽木上所生的蕈类。到了公元前239年的《吕氏春秋》,又载有“味之美者、越骆之菌”。公元534年的东魏,贾思勰撰著《齐民要术》一书,较完整的记载了构菌(即金针菇)(*Flammulina velutipes*)的栽培方法。到了早唐时期,韩鄂著的《四时纂》中就有种菌子的描述:“取烂构木及叶,于地理之。常以泔浇,令湿,两三日即生。”对食用菌的栽培方法和管理技术简要地作了叙述。到公元七世纪,唐代医学家唐苏恭等著的《唐本草经》,最早阐述了黑木耳的栽培方法:“桑、槐、楮、榆、柳此为五木耳”、“惟鬻浆粥安其上,以草覆之,即生蕈耳。”把栽培黑木耳的树种、方法说得较为详尽。这比西方最早记述栽培木耳的意大利人大约早900年。1062年北宋人苏颂撰的《图经本草》和南宋人周密撰的《癸辛杂识》,都记述了茯苓的栽培和采收方法,可见茯苓在我国已有1900余年的栽培历史。同一年代,吴三公发明了砍花栽培香菇的方法。这种方法载入了何澹等1208年所写的《龙泉县志》。这种方法起源于龙岩村,流传于浙江龙泉、庆元和景宁一带,不向外传。吴三公死后,群众为他修了菇神庙,封他菇神。老百姓的大门上还贴了“朱皇帝封龙庆景,国师讨来种香菇”的对联。龙庆景的种菇方法,后来被元代农学家王桢撰入《农书》内:“取向阳地,择宜木伐倒,用斧碎砍之,以土复压之,经年树朽,从蕈砍铤,匀布坎内……”。这足以说明我国

劳动人民栽培香菇的历史已有 800 余年。龙庆景种菇方法不仅传遍了南方各省，还飘洋过海启发了日本。1796 年，佐藤成裕依据我国许多有关的著作，写了《惊蕈录》，它是日本最早的最优秀的香菇栽培专著。由此可见，日本人栽培香菇的历史要比我国晚近 600 年。1245 年，南宋人陈仁玉写了《菌谱》一书，专门介绍了稠膏菌、栗壳菌等 11 种菌的形态、生态环境和味道等。到了清代，蒋延锡等著的《古今图书集成草本》，载有蘑菇栽培的方法：“用朽桑木……截成一尺长段，腊月播烂叶，择肥阴地和木堆于深畦，春月用米泔水浇之，不时菌出。逐日灌以三次，即大如拳……”。杨巩撰的《农学合编》载：“麻菌……于春夏刈麻后，将剩下之外皮及梗层积土面，令其上常荫，促之腐烂，常以米泔泼之，不令干，至七月便生菌，可食……。”关于灵芝的传说及栽培方法始载于清朝陈洪子撰的《花镜》中。草菇，外国人叫“中国蘑菇”，在清朝，广东、广西和福建一带的农民有栽培的习惯，当列强入侵中国时，民不聊生，纷纷外逃至东南亚一些国家，草菇的栽培技术也随之传入他乡异国，到目前，种草菇的方法和技术仍只有中国和东南亚一些国家掌握。据四川通江县涪阳区挖掘出的碑文记载，证实银耳是 1894 年由通江县人首次自发栽培成功。历史上这些对食用菌栽培的记述，为我国后来食用菌的生产起了一定的推动作用，但由于过去连年战火，人们处于水深火热之中，科技得不到发展，食用菌的栽培一直处于原始状态，以野生为主，少量人工段木栽培，大大落后于西方和日本等国。

（二）我国食用菌的现状

中华人民共和国成立之后，生产得到了飞跃的发展，食用菌的栽培技术得到普及，主要表现在：

1. 科技队伍不断壮大

过去从事食用菌研究工作的科技人员寥寥无几，50 年代中期，一些省市开始专门对

部分食用菌专业人员进行培训，但范围不大，仍禁锢在少数几个部门。由于食用菌的开发不但可以调节人们的食物结构，而且可以迅速地引导人们致富，大批大批的人转向搞食用菌生产，城市、乡村掀起了一股食用菌生产热，形成了一支食用菌开发的产业大军。据不完全统计，全国专门从事食用菌研究的科技人员有 3 万余人，从事食用菌生产的超过 50 万人。如福建省古田县 1989 年从事过食用菌生产的农民有 3 万余户。浙江省 1988 年统计，加入食用菌协会的会员就有 6700 余人，当然，没有入会的人数不会比会员少。由于现在许多农林院校开设了食用菌栽培课，德高望重的教师还培养了食用菌方面的硕士研究生，因此，从事食用菌的科技人员越来越多，为大力开发食用菌生产，提高食用菌生产水平，增加食用菌产量打下了坚实的基础。

2. 机构不断完善

随着从事食用菌的科技队伍的不断扩大，为了适应形势的发展，一些省市率先成立了食用菌研究所，如上海市食用菌研究所、陕西省食用菌研究所、三明食用菌研究所以及商业部在云南办的昆明食用菌研究所等，国家也成立了中国食用菌研究所，直属中国科学院领导。不久在全国各省市（区）县也陆续成立了相应的食用菌研究所。据 1988 年统计，浙江省成立的县市级食用菌研究所就有 16 个。这样，全国从中央到地方基本上形成了一个逐步完善的食用菌研究网络。科技队伍的发展壮大，使技术得到了积累、进步，进而研究出新的技术成果，促成食用菌发展的良性循环。

3. 科技信息的交流不断加快

任何一种科学技术的发展离不开科技信息的迅速交流。食用菌事业在全国蓬勃发展，客观地要求有良好的科技信息。目前国内外提供信息最快的手段是无线电广播、电视和联网的电子计算机，但最落实、效果最好的信息手段还是杂志、报刊和有效的学术会

议。我国办得最好的专业性的杂志之一，是1983年由商业部昆明食用菌研究所、全国食用菌科技情报中心主办的《中国食用菌》和1979年由农业部农业局、中国食用菌技术开发集团等单位主办的《食用菌》，它们的特点是：内容富有科学性、通俗性、趣味性，既有研究性的论文，又有生产经验的总结，既有高深的理论，又有浅显的俗说。专家教授、工农兄弟都喜欢阅读。除此之外，一些省市也办有食用菌杂志，如《江苏食用菌》、《浙江食用菌》，以及上海市农业科学院、河北省食用菌研究所等单位主办的《国外食用菌》等刊物，为共同推进我国食用菌的发展起了积极的作用。全国性的食用菌会议，我国已开过4次，国际性的食用菌会议也开过一次，这对信息的交流和学术水平的提高无疑起了直接的积极作用。

4. 野生种不断被驯化，杂交种培育成功

过去，由于食用菌栽培技术的落后，所有食用菌都是采集野生的，从未采用过分离培养的纯种来栽培。如培植香菇是采用祖传的自认为是先进的木引法，就是用斧头把段木砍成深坑，然后镶进长了香菇菌丝的新鲜楔形木片，作为菌种的接种；栽培茯苓是采用肉引法，就是把新鲜的茯苓切成片，直接贴在松木的横断面上，作为菌种的接种。到了50年代中期，我国食用菌科技工作者开始驯化野生菌。1956年，自制了蘑菇纯种；1960年，我国学者陈梅朋分离出猴头菌纯种；同年上海农业科学院食用菌研究所从福建的耳棒上分离出了银耳的纯种；1970年，湖北、福建等地从茯苓上分离出了茯苓纯种；1983年，珍贵食用菌——金耳驯化栽培成功；1984年，四川、云南、贵州等省的科研人员，不仅分离到竹荪的纯种，而且经过艰苦努力，在室内外栽培成功，这种过去贵如黄金的竹荪，现在已在云南、贵州、福建、江西、湖南和浙江等省大面积栽培。这些菌的纯种得到分离和驯化成功，结束了专靠采收野生菌的历史，采用纯种制备的人工种培

养食用菌，使各种食用菌菌种的制作和栽培专业化，神奇般地使产量猛增且趋于稳定，这是食用菌生产过程中的一次飞跃，它不仅节约了大量的劳动力，而且使价格更加便宜。例如，银耳，1976年还是采捡野生的，每公斤需300多元，到了1986年，因大量人工栽培而降至每公斤不到20元，这一价格到现在已维持不变；又如竹荪1989年也还采捡野生的，每公斤高达1800元，由于大量进行了人工栽培而降到现在每公斤不到300元，这一价格可能还会下降。

生产的发展和科学的进步永远不会停留在一个水平上，它启发了人们进一步从事新的工作，这一新的工作就是利用遗传学的理论，用细胞质融合的方法进行属间和种间杂交来培育新品种，这项工作在我国显然取得了成功。1988年贺建超等用蜗牛酶和纤维素酶配合成的混合酶，获得了侧耳菌属的糙皮侧耳和佛罗里达菌系的原生质体，并进行融合，培育出了杂交新菌株；1989年，河北农业大学刘振岳等用侧耳菌属的平菇原生质体与香菇属的香菇原生质体进行远缘杂交，培育出了具有平菇产量高、生长周期短、易于栽培管理、抗逆性强的和具有香菇独特香味、品质好的新品种。这一新品种的子实体，在形态、色泽、生长期、生活习性、同功酶等方面显然都与杂交前的两个种不同。属间的远缘杂交成功，使我国在食用菌的杂交育种工作处于国际领先地位。同年，继贺建超等之后，湖南师范大学张志光等人又用侧耳菌属的糙皮侧耳和佛罗里达进行了原生质体融合，培育出平杂5个新品种。这些新品种的育成，又把我国食用菌的生产和科学研究提高到一个新水平。

5. 细料栽培逐步代替段木栽培

用段木栽培香菇、木耳、灵芝等，是我国的一种传统方法，这种方法浪费原料、人力，生物转化率低，经营不集约，造成成本高。在栽培蘑菇方法的启发下，栽培平菇改用棉子壳，栽培香菇、木耳、银耳改用木屑，

产生了良好的经济效益和社会效益。原料得到了充分的利用，生物转化率大大的提高，由原来段木栽培食用的最高生物转化率15%提高到木屑混料栽培的150%或更高；管理集中、方便和可以机械化，保证了稳产、高产和早产；节约了木材，锯木屑、不能作正用的废木料、边料和枝桠等都可以用来作食用菌生产的原料；为农业生产的农副产品找到了出路，以前农村中的棉籽壳、甘蔗渣、棉花杆、麦秆、稻草、谷壳等大量作燃料烧掉，事实证明，这些农副产品用来培养食用菌，能得到很好的效益。例如，用棉籽壳和配料培养平菇，生长周期只需50天，其生物转化率最高可达200~250%，用稻草栽培木耳，生物转化率可高达100%；能不

断地提高产量，细料栽培不但在管理方面能较好的控温和调湿，而且在原料配比方面可以不断的加以改变，使之趋于合理化、理想化，以达到最高产量，这一点对段木栽培食用菌来说是办不到的；细料栽培食用菌可以全过程机械化，且机械化、工厂化培育食用菌是必然的趋势。

6. 产量不断增加

近几年来，由于对食用菌的研究水平不断地提高，人们对食用菌的需求量不断地增加，我国食用菌的产量年复一年地猛增。1986年与1989~1990年相比，鲜重由69.6万吨增加到191.6万吨，共增加2.74倍。几种主要食用菌1986年与1989~1990年相比的情况见表1—1。

表1—1 1986与1989~1990年我国几种主要食用菌产量比较

(单位：×1,000吨)

菌名	1986		1989~1990		增长率(%)
	鲜重	%	鲜重	%	
双孢蘑菇	185	26.6	170	8.9	-2.7
香菇	120	17.2	210	11.0	75
草菇	100	14.4	110	5.7	10.0
平菇	100	14.4	800	41.2	700.0
木耳	80	11.5	360	18.8	350.0
银耳	50	7.2	100	5.2	100.0
猴头	50	7.2	90	4.7	80.0
金针菇	10	1.4	40	2.1	300.0
滑菇	0.8	0.1	32	1.7	3,900.0
金菇			3.5	0.2	
灰树花			0.20	0.01	
竹荪			0.04	0.002	
总计	695.8	100.0	1,915.74	99.412	275.3

从上表可以看出，除了双孢蘑菇产量有所下降之外，其他各种食用菌在我国都有较大幅度的增加。除美国之外(美国1989~1990年度比1986年增加3.15倍)，我国食用菌增加的量比日本、南朝鲜、法国、前西德和前苏联等主要食用菌生产国都高。据美国国际贸易委员会的一份调查报告称，1986

~1987年度中国曾成为美国蘑菇加工的最大供应者。我国食用菌的产量虽高，但人均食用量只有0.2~0.3公斤，只有西欧人均食用量的十分之一。

7. 部分原种或生产种液体化

因为液体种培养方便，量大、时间短，接种均匀，所以一些人试图将原种或生产种

的固体培养改为液体深层培养。广西灵川县食用菌厂，作了香菇液体菌种发酵试验，深层培养了大小47灌，接种17810块菌砖，效果很好，平均每块菌砖产鲜菇1.1公斤；湖南益阳用大罐深层培养木耳菌种，培养好后，再压灌到以棉籽壳、稻草为主要原料的袋装培养基中，菌丝长好后卖给农民出耳，效果很好。原种和生产种由固体转向液体，是个方向，值得重视。

8. 从平面型向立体型发展

从段木栽培食用菌转变成细料栽培食用菌，已是一种不可逆转的趋势，很受欢迎。有菇农说：“一块砖一根棒，春天玩了秋天玩。”这种用菌砖和菌棒栽培香菇、木耳或银耳等的方法，是属平面型种植。现在有人提出立体型种菇，而且作了试验，效果是好的。所谓立体型种菇实质上就是食用菌与其他作物的套种。

(1) 粮食作物—食用菌套种 山西省农科院玉米所1985年在玉米下套种凤尾菇，不仅每亩增加菇收入2,000多元，还使玉米增产10%；河北省兴隆县大河南村，玉米下套种平菇，在亩产鲜菇2,100多斤同时，玉米还增收了18.7%；湖南省零陵地区一些县，在水稻田中套种高温平菇和紫木耳，普遍反映好，能使粮、菇获丰收；全国许多地方采用高粱、葵花、小麦、蓖麻、甘蔗等高秆作物与食用菌套种，都收到了好的效果。

(2) 蔬菜—食用菌套种 蔬菜—食用菌套种的成功例子很多，江西省宜春市食用菌研究所的试验例子较典型。初春，在土中种下四季豆，叶子长出之后，下面摆发好菌的紫木耳，四季豆快完之前又种下南瓜，紫木耳快收完之后又播下高温平菇或草菇，以后再播种香菇式低温平菇。这样常年不暇永续作业，在1平方面积的地面上可收入100元左右。

(3) 林木—食用菌套种 林木—食用菌套种是一种自然生态的反映，林木—食用菌套种比较多的是将竹荪种在郁闭度大的杉木

幼林竹林下，竹荪在林内长得好，是很成功的。

9. 从地上向地下发展

在60年代，毛泽东同志根据当时的国际形势，提出了“深挖洞广积粮”的口号，全国所有大中城市都挖了许多防空洞，里面冬暖夏凉，湿度大，为食用菌生产提供了非常适宜的环境条件。夏季，除草菇外几乎所有的食用菌难以在炎热的时候出菇，冬季，北方几乎所有的食用菌难以在湿度过低的严寒下生菌，防空洞解决了夏季炎热，冬季严寒不能出菇的问题。湖南省株洲市是全国人防工程搞得较好的地方，株洲市的防空洞几乎都栽种了平菇、灵芝、天麻、木耳等，而且收入较为可观。

10. 食用菌的深加工在逐步发展

目前，食用菌的产品多为鲜菇、干菇和盐水菇，但这些产品价格低廉，经过深加工后，可以使一种资源多次利用。1公斤平菇产品，经深加工后，可使产值增加5~10倍，而且增加了食用菌制品的花色品种，从饮料到糕点，从食品到药剂，渗透到了生活的各个方面，显著地扩大了消费范围。食用菌产期较短，较集中，产期一到，常常供过于求，造成较大的浪费，深加工可以缓和这一突出的矛盾。

现在市面上食用菌的深加工产品也较多，如草菇虾片、香菇增味素、香菇鲜椒酱、香菇咸面包、茯苓饼干、茯苓膏、茯苓糕、素味五菇汤、佛国紫菇汤、健乐饮、健儿增智晶、老年乐饮料、菇味鲜梨汁、增智速泡粥、益寿速泡粥、平菇果酱、菇味蜜饯、灵芝酥糖、灵芝糖浆……，已层出不穷，但这些产品都不定型。

目前，我国食用菌生产还存在不少问题，急待解决。

(1) 产量不大，质量欠佳 我国食用菌产量的绝对数字是位居世界主要产菇国前列，但平均所消费的量并不大，应该在产量上更上一层楼，使中国在21世纪能真正成

为食用菌的超级强国。我国产的菇虽也有一定的质量，但质量不高，常常在日本和南朝鲜之下。质量差表现在：由于烘烤、晒的技术较差，使色泽不鲜艳；分级不严，花菇率不高，造成价格低廉。在香港市场上，日本香菇每公斤售价 400 港元左右，而我们产的每公斤只售 100 港元左右，在香港市场上出售的所谓日本香菇，有一部分是日本人从我们手里买去之后，经过精选和分级，然后加上日本装璜和商标而成的。选后剩下的一些质量较差的菇再做成“即食面”的调料。结果，我们自己的香菇却卖不了高价，而钱却流到外国人的腰包中去了。

(2) 利用资源过之，保护资源不足 我们这里讲的资源是指森林资源。许多地方为了发展食用菌生长，滥用森林资源。湖南西部某县，为了发展木耳生产，将全县绝大部分油桐树砍掉，造成第二年油桐完全失收；湖南西部某乡，为了发展茯苓生产，对松林进行了皆伐，上百年的马尾松也全砍掉，带来了严重的森林破坏，水土流失。福建古田县为了发展食用菌生产，1986 年全县森林总生长量是 28.7 万立方米，可当年用于食用菌生产的森林蓄积量就达 10.5 万立方米，占年总生长量的 37%，其中阔叶林消耗量为 5 万立方米，超过阔叶林年平均生长量 1.4 万立方米的 3 倍多。这样的采伐速度如不迅速补偿，将加祸子孙。

(3) 国内外市场开拓不够 我国食用菌的内外市场开发是极不够的，这有主观原因，也有客观原因。国内市场开发不够的原因在于：人们的习惯食谱没多大改变，认为桌上有鱼、肉、鸡就是好席；其次是有关部门对食用菌的营养价值和药用价值宣传不够，大部分人不知道食用菌是一种高能低热食品，其中含有硒和锗能防治多种疾病，是在其他食品中难以得到的人体必需的微量元素。国外市场难开发的原因在于产品质量差；宣传工作做得不够，象刚驯化的营养价值非常高的竹荪，市场还未打开，就形成滞消局

面。

三、食用菌的食用和药用价值

近年来，由于许多国家都把食用菌当作一种主要蔬菜，当作食谱更新的一个重要内容，我国又把它当作菜篮子工程中的一个主要项目来建设，所以，对食用菌的食用和药用价值自然深表关注，研究也愈来愈深入。如日本早就对蘑菇和香菇所含氨基酸作了详尽的分析，并与牛肝、鸡蛋等作了比较；西德着重研究了食用菌对各种疾病的疗效；美国则对食用菌中的核酸作了测定，所有数据都成为评估食用菌的食用和药用价值的宝贵资料。

(一) 食用菌的食用价值

研究食用菌的食用价值的结果表明：

1. 蛋白质含量高，脂肪含量低

食用菌中蛋白质和脂肪的含量，有人曾对香菇、银耳等 12 种菌作过综合性测定，蛋白质平均含量为 3.69%，脂肪平均含量为 0.47%。日本人研究过鲜蘑菇、香菇、草菇和平菇中的蛋白质含量，分别为 3.06%、1.75%、3.37% 和 3.63%。英国人把食用菌中的蛋白质含量与一些果蔬作过比较，新鲜食用菌中蛋白质平均含量是龙须菜和卷心菜的 2 倍，是桔子的 4 倍，是苹果的 12 倍。

2. 氨基酸和核酸的含量高

人对氨基酸的需求包括必需氨基酸和非必需氨基酸两类。必需氨基酸包括：亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸、酪氨酸和色氨酸 9 种（也有些人认为必需氨基酸只 8 种，不含酪氨酸）。这 9 种人体所必需的氨基酸在食用菌中都有，而且亮氨酸和赖氨酸是谷类食物中所没有的。河北省科学院微生物研究所曾对 16 种食用菌子实体的氨基酸进行过分析，结果见表 1—2。

表 1-2

16 种栽培食用菌子实体氨基酸分析结果

(单位: 毫克/100 毫克样品)

氨基酸含量 菌名	氨基酸名																氨基酸总量	必需氨基酸	必需氨基酸总量	必需氨基酸%
	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	蛋氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	缬氨酸	酪氨酸	色氨酸	天门冬氨酸	丝氨酸	谷氨酸	甘氨酸	丙氨酸	脯氨酸	组氨酸				
草 菇	0.89	1.44	1.28	0.74	0.98	1.14	1.71	0.77	2.11	1.13	4.76	1.00	1.40	0.47	1.17	0.77	21.76	8.12	37.32	
糙皮侧耳	0.65	1.02	0.85	0.58	0.77	0.82	1.25	0.56	1.69	0.81	2.78	0.80	0.99	0.37	0.96	0.52	15.42	5.60	42.15	
紫孢侧耳	0.89	1.41	1.23	0.56	0.93	1.07	1.38	0.65	2.51	1.12	4.60	1.10	1.47	0.50	1.49	0.72	21.63	8.12	37.54	
佛罗里达	0.80	1.25	1.10	0.83	0.81	0.94	1.17	0.54	2.07	1.01	3.06	0.94	1.11	0.40	1.15	0.65	17.83	7.44	41.73	
凤尾菇	0.78	1.22	1.03	0.50	0.82	0.86	1.26	0.52	1.79	0.85	3.31	0.86	1.19	0.38	1.12	0.68	17.17	6.99	40.71	
金顶侧耳	0.84	1.31	1.01	1.02	0.86	1.01	1.67	0.64	1.89	1.04	3.83	1.06	1.31	0.49	1.26	0.91	20.15	7.69	38.20	
玉 蕈	0.69	1.61	1.00	0.55	1.18	0.91	1.72	0.68	1.88	0.93	3.08	0.88	1.14	0.45	1.30	0.71	18.11	7.21	39.48	
香 菇	0.40	0.73	0.52	0.34	0.61	0.70	1.58	0.48	1.24	0.74	3.72	0.60	0.76	0.28	0.64	0.38	13.67	4.88	35.69	
光帽鳞伞	0.73	1.09	0.64	0.30	0.80	0.94	1.31	0.50	1.79	0.88	2.87	0.84	1.08	0.41	0.84	0.76	15.78	5.81	36.81	
双孢蘑菇	1.06	1.72	1.48	0.31	0.99	1.43	1.59	0.80	2.83	1.28	6.33	1.19	2.31	0.60	2.04	1.71	27.67	8.58	31.00	
猴 头	0.90	1.73	1.71		1.12	1.15	2.12	0.76	2.65	1.00	6.49	1.11	1.91	0.68	1.33	0.79	25.45	9.49	36.81	
银丝草菇	0.91	1.49	1.24	0.42	0.88	1.04	1.76	0.73	2.04	1.03	3.57	0.98	1.30	0.46	1.30	0.92	20.07	7.74	38.56	
银 耳	0.24	0.39	0.33	0.22	0.36	0.32	0.42	0.33	0.60	0.33	0.72	0.33	0.36	0.13	0.58	0.19	5.85	2.28	40.86	
毛 木 耳	0.34	0.63	0.54	0.09	0.47	0.55	0.92	0.35	0.92	0.41	1.14	0.44	0.66	0.24	0.51	0.34	8.55	3.89	45.50	
黑木耳	0.41	0.77	0.52	0.18	0.52	0.63	0.77	0.39	1.06	0.55	1.29	0.49	0.86	0.31	0.57	0.39	9.71	4.19	43.15	
构 菌	0.57	1.00	0.95		0.95	0.70	1.61	0.45	1.25	0.72	2.94	0.68	0.99	0.42	0.48	0.64	13.99	5.42	40.33	
平 均	0.69	1.18	0.96	0.47	0.79	0.89	1.39	0.57	1.77	0.86	3.41	0.83	1.18	0.41	1.05	0.69	17.10	6.29	38.68	

从表 1—2 可以看出：不同的食用菌其子实体中的氨基酸含量不同；在 16 种食用菌子实体中，双孢蘑菇、猴头菌的氨基酸含量最高，草菇、紫孢侧耳、金顶侧耳和银丝草菇次之。因此，多吃食用菌对增进人体健

康，特别是对那些因缺乏某种氨基酸而引起生理功能不正常的人更是有极大的好处。有人曾根据人的必需氨基酸指标、氨基酸比数和营养指标，将食用菌与人们认为是好的多种食物作过综合性比较，结果见表 1—3。

表 1—3 食用菌和几种食物的营养价值比较

必需氨基酸指标		氨基酸比数		营养指标	
猪肉、牛肉	100	猪肉	100	鸡	59
奶	99	鸡、牛肉	98	牛肉	43
食用菌	98	奶	91	猪肉	35
马铃薯、菜豆	91	食用菌	89	大豆	31
玉米	88	甘蓝	68	食用菌	28
黄瓜	86	马铃薯	59	菠菜	26
花生	79	花生	58	奶	25
菠菜、大豆	76	玉米	50	菜豆	21
萝卜	69	菜豆	46	花生	20
胡萝卜	54	黄瓜	42	甘蓝	17
蕃茄	44	萝卜	33	黄瓜	14
		胡萝卜	31	玉米	11
		菠菜	28	萝卜	10
		大豆	23	马铃薯	9
		蕃茄	19	蕃茄	8
				胡萝卜	6

从表 1—3 可以看出，食用菌中所含的必需氨基酸指标、氨基酸比数和营养指标分别为所列食物的第三位、第四位和第五位，所以食用菌无疑是一种营养价值很高的食品。

核酸是生物物质代谢和能量代谢磷酸成糖途径的产物。每人每天摄入的核酸以 4 克左右为宜。食用菌生长快，比一般的食物含核酸量高。例如，蘑菇的核酸含量为 7.4%，平菇为 6.2%，香菇为 6.0%，草菇在食用菌中含的核酸量最高，达到 8.8%。而肉和鱼的核酸含量只有 2.2~5.7%，因此，食用菌可以成为人类所需核酸的主要营养源之一。

3. 含糖种类多

食用菌菌体中的糖主要包括：糖醇、单糖、二糖、低聚糖及多糖等。科学家曾对蘑菇的幼菇和老菇中的总糖量作过分析，发现从幼菇到老菇的生长过程中，总糖量和酮糖在不断增加。其中较简单的糖包括：葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖、戊糖以及其他复合糖，如核糖、醛糖和酮糖等，刚采取的新鲜蘑菇中，还含有极丰富的甘露糖醇。

4. 含有丰富的硒元素

硒是一种贵重的稀有金属，它对重金属汞和镉有解毒作用。1957年，被证实为人体必需微量元素。而且有抗衰老，增强免疫力，抗肿瘤和防心血管病等作用，是人体中需要的、最为神奇的元素之一。不

同的食用菌含硒量不同,有人曾对上海栽培的9种菇的含硒量作过测定,双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*) 2.9537 ± 0.1575 ppm;香菇(*Lentinus edodes*) 0.5276 ± 0.1150 ppm;银耳(*Tremella fusiformis*) 0.2687 ± 0.0156 ppm;平菇(*Pleurotus ostreatus*) 0.2547 ± 0.0680 ppm;猴头(*Hericium caput-medusae*) 0.1900 ± 0.0040 ppm;毛木耳(*Auricularia polytricha*) 0.1438 ± 0.0154 ppm;金针菇(*Collybia velutipes*) 0.1025 ± 0.0173 ppm;草菇(*Volvarilla volvacea*) 0.0689 ± 0.0055 ppm;最低为黑木耳(*Auricularia auricula*) 0.0269 ± 0.0090 ppm。最高和最低的含硒量约110倍。

硒在子实体的部位含量也不同。菌褶高于菌肉,菌肉高于菌柄,如美味牛肝菌(*Boletus edulis*)干菇,菌褶含硒量为16.30ppm,菌肉为7.65ppm,菌柄为6.35ppm。也有人曾对上海人工栽培的香菇、平菇和金针菇作过测定,菌盖(包括菌肉和菌褶)分别为0.5766、0.4418和0.2307ppm,平均为0.4185ppm;菌柄分别为0.2984、0.2919和0.1162ppm,平均为0.2347ppm。菌盖的含硒量高于菌柄的含硒量。

5. 含有人体必需的维生素

人的生命活动除了需要蛋白质、氨基酸、糖类和各种无机元素之外,还需要一些维生素,否则健康受到威胁。经测定,食用菌中含有人体需要的各种维生素,不同的菌所含的维生素量不同。如100克鲜菇中所含维生素D,草菇为0.4克,蘑菇为0.23克,香菇为0.2克。

(二) 食用菌的药用价值

食用菌的药用价值在我国历代的文献中亦有记载。

约在2500年前,民间便知用“神曲”治疗“饮食停滞,胸膈满闷”;秦汉时一托名为“神农”的人,所著《神农本草》中,记载的365种中草药中,就准确地提到了芝草、茯苓、马勃、银耳及蝉花等菌类的性味、功能

和主治范围等内容;唐朝苏恭所著的《唐本草》(又名《新修本草》)中,载有“楮耳人常食,槐耳疗痔……”;到了明朝,潘之恒所著的《广菌谱》中,载明“柳耳主补胃理气,治反胃吐痰,用五七个煎汤服,即愈”;明末,我国杰出的医学家李时珍的科学巨著《本草纲目》就多处阐述了食用菌的药用价值,菜部第二十八卷记载了香菇、木耳、灵芝、桑耳、槐耳、榆耳、柳耳、地耳、石耳、杉菌、鸡枞、灌菌等的药用价值;木部第三十七卷记载了茯苓、猪苓、雷丸等的药用价值。现将其中最熟悉的几种菌摘录如下。

“香蕈 主治:益气不饥,治风破血,治洩浊不禁,食之有效。”

“木耳 主治:益气不饥,轻身强志。断谷治痔。”若与它物混用,还可以治“眼流冷泪、血注脚疮、崩中漏下、新久泄痢、血痢下血。”

“灵芝 并入本经青、赤、黄、白、黑、紫六芝。

青芝一名龙芝 主治:明目,补肝气,安精魂,仁恕。轻身不老,延年神仙。不忘强志。

赤芝一名丹芝 主治:胸中结,益心气,补中,增智慧,不忘。久食,轻身不老,延年神仙。

黄芝一名金芝 主治:心腹五邪,益脾气安神,忠信和乐。久食,轻身不老,延年神仙。

白芝一名玉芝 主治:咳逆上气,益肺气,通利口鼻,强志意,勇悍,安魄。久食,轻身不老,延年神仙。

黑芝一名玄芝 主治:癰,利水道,益肾气,通九窍,聪察。久服,轻身不老,延年神仙。

紫芝一名木芝 主治:耳聋,利关节,保神,益精气,坚筋骨,好颜色。久服,轻身不老延年。疗虚劳,治痔。

“茯苓 主治:胸胁逆气,忧患惊邪恐悸,心下结痛,寒热烦满咳逆,口焦舌干,利小