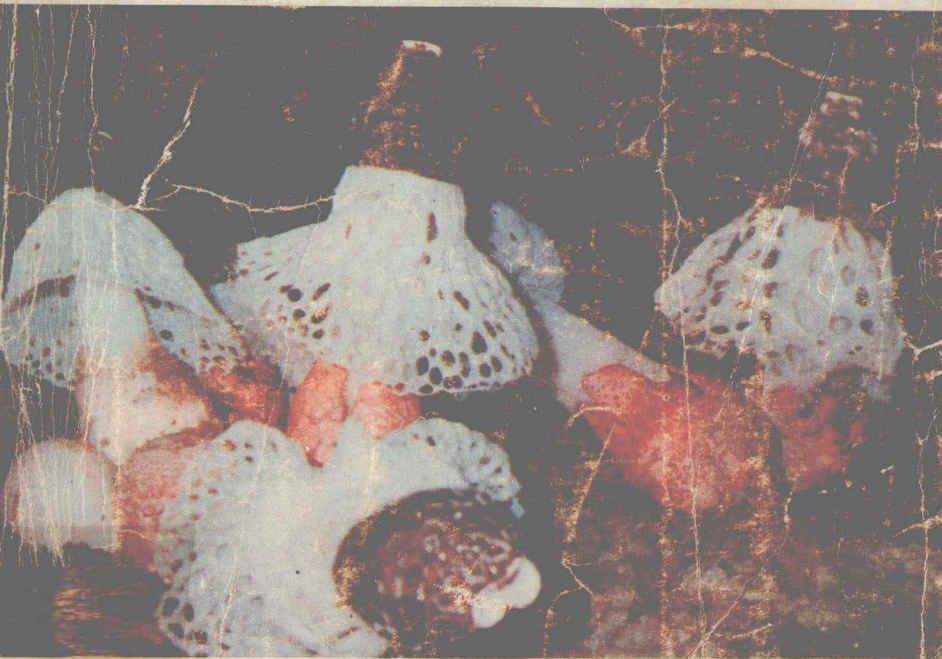


食用菌生产理论与实践

黄毅 编著



厦门大学出版社

食用菌生产理论与实践

黄毅 编著

内 容 提 要

食用菌生产是一门技艺，也是一门科学。作者以二十年来从事食用菌栽培、教学和科研所积累的知识和经验为基础，编写成本书。

全书包括四篇共二十章，分别介绍有关食用菌的基本知识、各类菌种的制备技术、主要的木腐生菌类（香菇、黑木耳、银耳、金针菇、平菇等）、草腐生菌类（双孢蘑菇、草菇）栽培技术，重点说明利用农副产品下脚料进行塑料袋栽培食用菌以及病虫害防治和产品加工方法。本书内容丰富，理论与实践相结合，突出实用，技术的介绍和难点的剖析均相当详尽。

本书可作为大中专院校、职业学校教材，食用菌科研参考书，也可供技术推广人员及生产科技示范户从事生产实践的指南。

食用菌生产理论与实践

黄 毅 编著

厦 门 大 学 出 版 社 出 版
福 建 农 学 院 印 刷 厂 印 刷
福 建 农 学 院（福州）代 发 行

开本 787×1092毫米 1/32 12.63印张 283.6千字

1987年4月第一版 1987年4月第一次印刷

印数：00001—10160

书号 ISBN 7-5615-0001-7 定价 2.75元
16407·001

序 言

食用菌是美味的素食之一。近年来国内食用菌生产迅速发展,栽培用料逐渐从段木改为农副产品下脚料。这一改革缓和了食用菌栽培与山林抚育的矛盾,但也带来了栽培技术较难掌握等问题。为了帮助食用菌生产者更好地掌握这套新技术,作者根据二十年来从事食用菌生产、教学和科研的体会,参考国内外有关资料,几经易稿,酿成此书。

本书包括了四篇共二十章。基础篇对食用菌生产必须具备的基本生物学知识作简略介绍,为便于阅读后续实践性较强的篇章打好基础。制种篇专门叙述各种菌种的制备方法,对制种中所需的设备、操作技术和成功的关键作了系统的说明。栽培实践篇重点介绍了木腐生、草腐生各食用菌类栽培的原理和解决实际困难的技术。本书特别注重介绍有关用农副产品下脚料进行代料栽培的技术和难点,以便读者举一反三,融汇贯通。食用菌病虫害防治及成品加工篇以能解决问题为目标,介绍了有用的方法,以期获得高产值。

全书的编排和叙述,力求系统而周全,简明而切合实用;生产技术的介绍和难点的剖析详细、透彻,决不留一手。本书标题《食用菌生产理论与实践》总的意图在于突出实用。

本书内容曾以讲义方式打印过二次,用于作者的教学并部分供应友邻院校作为教材,受到良好的评价和鼓励。为了适应提高教学质量和促进生产的需要,现将全部内容重新

修订并增补了栽培新方法、新技术，予以正式出版，以便读者参阅。

本书适合于大、中专职业院校有关专业作为教材，也可供食用菌科研工作者作参考资料。对从事食用菌生产示范户、专业户、业余食用菌栽培者均有较高的实用参考价值。

本书编著过程中得到我院李家慎教授关怀和支持，受到食用菌学业开拓者——华中农业大学杨新美教授的鼓励，又承三明真菌研究所黄年来所长指导。使本书内容得更臻完备。成书过程得到厦门大学黄厚哲教授精心审阅和修订，陈子钦同志承担全书底稿的誊写工作。作者谨借此敬表谢忱。

由于作者学识水平有限，书中难免有差错，恳请读者予以批评指正。

作者 于福建农学院
(福州)

一九八七年四月

统一符号注释

重 量	毫克——mg	克——g
	公斤——kg	
容 量	微升—— μl	毫 升——ml
	升, 公斤——l	
长 度	毫米——mm	厘 米——cm
	米, 公尺——m	
	微米—— μm	毫微米——nm
时 间	秒——sec	分 钟——min
	小时——h	
面 积	平方毫米—— mm^2	
体 积	立方毫米—— mm^3	立方厘米—— cm^3
	立方米—— m^3	

封面设计：黄 毅

封面彩图：蘑菇“皇后”——竹荪

摄影：肖方生

(摄自陈起谷的竹荪试验床)

封二彩图：自上而下

香菇 金针菇 草菇 银耳 天麻 红菇 榆黄
蘑

摄影：黄 毅

13		态主菌真壁大	章五第
17		类代菌真壁大	章六第
17		要	目
67		目菌真	章二第
58		第一篇 基础理论篇	
1	第一章 真菌概述.....		(1)
1	第一节 真菌在自然界的位置.....		(1)
6	第二节 食用菌营养与药用价值.....		(6)
11	第二章 大型真菌的形态.....		(11)
11	第一节 菌丝.....		(11)
11	菌丝(11) 菌丝构造(12) 特殊菌丝体(14)		
16	第二节 子实体.....		(16)
17	子实体形态(17) 子实体发育形式(24)		
25	第三章 食用菌的生活史.....		(25)
25	第一节 营养菌丝阶段.....		(25)
25	孢子萌发形式(25) 单核菌丝(26) 双核菌丝(27)		
28	同宗结合(28) 异宗结合(29)		
31	第二节 生殖菌丝阶段.....		(31)
31	担子形成(31) 担孢子释放(33)		
36	第四章 大型真菌的生理.....		(36)
36	第一节 水分与湿度对食用菌的效应.....		(36)
39	第二节 温度对食用菌发育的效应.....		(39)
42	第三节 光对食用菌的效应.....		(42)
45	第四节 食用菌的呼吸代谢.....		(45)
47	第五节 食用菌对 pH 值的要求.....		(47)
48	第六节 大型真菌的营养生理.....		(48)
48	营养类型(48) 营养物质(52) 分解与吸收(62) 代谢途径(62)		

第五章 大型真菌的生态	(64)
第六章 大型真菌的分类	(71)
第一节 真菌门分类.....	(71)
第二节 多孔菌目.....	(75)
第三节 伞菌目.....	(82)
第四节 鬼笔目、马勃菌目.....	(88)
第五节 毒蘑菇.....	(92)

第二篇 制种篇

第七章 制种流程与布局	(95)
第一节 菌种生产流程.....	(95)
第二节 制种设备.....	(97)
第三节 菌种场布局.....	(101)
第八章 培养基配制技术	(105)
第一节 培养基类型.....	(105)
第二节 母种培养基制作.....	(109)
第三节 原种培养基制作.....	(113)
木腐菌原种制作(113) 草腐菌原种制作(116)	
第四节 栽培种培养基制作.....	(120)
木腐菌栽培种配制(121) 草腐菌栽培种配制(123)	
第九章 灭菌与消毒	(125)
第一节 灭菌.....	(125)
第二节 常压湿热蒸汽灭菌.....	(128)
常压灭菌锅的类型与建筑(128) 推拉周转筐式灭菌锅(131)	
推车式灭菌锅(135) 影响灭菌效果探讨(135)	
第三节 高压灭菌.....	(140)
高压灭菌锅(140) 操作探讨(143) 影响灭菌因素(145)	

灭菌效果检验(147)	
第四节 消毒	(148)
消毒剂(148) 接种前消毒(152) 栽培房消毒(154)	
培养料消毒(156)	

第十章 菌种分离、提纯、扩大、培养、保存…… (158)

第一节 菌种分离与提纯	(158)
菌种资源(168) 菌种分离(164) 提纯(179)	
第二节 菌种扩大与培养	(183)
菌种接种与扩大(183) 菌种培养(188)	
第三节 菌种质量鉴定	(190)
第四节 担子菌类保存方法	(196)

第三篇 栽培实践篇

第十一章 香菇栽培…… (201)

第一节 概述	(201)
第二节 香菇栽培生物学要点	(204)
形态(204) 生活史(205) 生活习性(206)	
第三节 香菇木屑菌筒栽培实践	(211)
原料准备(211) 料筒制作(214) 接种(219) 脱筒、转色(225) 出菇管理(228) 采收(231)	
第四节 香菇段木栽培实践	(232)
适合栽培的树种(232) 段木砍伐(237) 接种(239) 伐困山(241) 困山(243) 出菇管理(244) 采收(250)	

第十二章 黑木耳栽培…… (251)

第一节 概述	(251)
第二节 黑木耳栽培生物学要点	(253)
形态(253) 生活史(254) 生活习性(254)	
第三节 黑木耳袋栽实践	(257)
吊栽(257) 其它栽培方式(262) 毛木耳筒栽(264)	

第四节	黑木耳段木栽培实践	(265)
	段木栽培准备(265) 段木栽培与管理(268)	
第十三章	银耳栽培	(272)
第一节	概述	(272)
第二节	银耳栽培生物学要点	(274)
	形态(274) 生活史(274) 生活习性(275)	
第三节	银耳筒(袋)栽培技术	(276)
	菌筒栽培(277) 接种与培养(278) 出耳管理(279)	
第四节	银耳段木栽培	(280)
第十四章	金针菇栽培	(282)
第一节	概述	(282)
第二节	金针菇栽培生物学要点	(284)
	形态(284) 生活史(284) 生活习性(284)	
第三节	金针菇栽培实践	(286)
	袋栽技术(286) 床栽技术(289) 问题探讨(291)	
第十五章	侧耳(平菇)栽培	(292)
第一节	概述	(292)
第二节	侧耳类栽培生物学要点	(294)
	形态(294) 生活史(294) 生活习性(294)	
第三节	侧耳类栽培	(296)
	营养菌丝阶段(296) 子实体形成及出菇管理(298) 采收(299) 其它(299)	
第十六章	双孢蘑菇栽培	(300)
第一节	概述	(300)
第二节	蘑菇栽培生物学要点	(302)
	形态(302) 生活史(302) 生活习性(303)	
第三节	蘑菇栽培实践	(306)
	菇房(307) 堆肥(309) 前发酵(312) 后发酵(316)	

播种(321) 覆土(324) 菇蕾形成(329) 后期管理(330)

问题探讨(331)

第十七章 草菇栽培..... (333)

第一节 概述..... (333)

第二节 草菇栽培生物学要点..... (335)

形态(335) 生活史(335) 生活习性(337)

第三节 草菇栽培实践..... (340)

栽培季节(340) 稻草室外栽培法(340) 泡沫板菇房栽培(344) 地棚栽培(346) 其它(347) 研究动态(348)

第四篇 食用菌病虫害防治及成品加工

第十八章 杂菌与病害防治..... (349)

第一节 菌种培养过程中常见的杂菌..... (349)

常见污染杂菌类型(350) 菌袋(筒)制作常见杂菌(355)

第二节 木腐生菌类栽培中常见杂菌及防治... (357)

菇筒杂菌(357) 段木杂菌(359) 杂菌的防治(366)

第三节 粪草腐生菌真菌性病害及防治..... (367)

培养料层杂菌(367) 覆土层杂菌及病原菌(369)

第四节 细菌性病害及防治..... (372)

第十九章 食用菌常见害虫及防治..... (374)

昆虫害防治(374) 螨害及防治(378) 线虫危害及防治(381)

第二十章 食用菌加工..... (384)

第一节 盐渍法..... (384)

盐渍原理(384) 盐水菇生产工艺(385)

第二节 食用菌烘烤技术..... (389)

干制机理(389) 干制方法(390) 鲜菇软包装(393)

附录: 常用培养基配方..... (394)

第一篇 基础理论篇

食用菌是一门实践性很强的学科，也是一项实用技艺。

食用菌依靠分解有机物而生存，菌体的生长繁殖受外界条件所左右。食用菌栽培成败关键在于人工提供最适的菌丝生长繁殖条件，其中培养基质的制备和灭菌消毒彻底是主要的，为此，必须运用到微生物学知识和技术。要获得高产栽培，就必需了解食用菌生理学知识，特别是营养生理知识。食用菌均是由野生菌驯化而来，略知它们在真菌分类学中的地位，是不可少的。大量野生菌资源尚有待于开发和利用，这还需要了解大型真菌的形态及生态学知识。

本篇对食用菌的基础知识作概略介绍。我们相信，通过这组介绍将为读者、生产者提供有益的引导。

第一章 真菌概述

第一节 真菌在自然界的位置

地球表层从洋底到高空，生活着大约二百万物种。每个物种有不同的形态、结构、生活特点和适应的环境。它们在地球表层生生息息共存共荣，构成了万紫千红的生物界。

以前认为生物界只有动物和植物两大类群。上世纪中人们从动物和植物之中分出了第三个类群称为原生生物。对细菌进行了较多研究之后，又将它们归为第四个类群。1969年，德国学者魏泰克（Whittaker）总结了生物进化和生物学研究成果，将粘菌和真菌划成另一个类群，提出了五界学说。这是当代生物学界普遍承认的生物分界法。

五界学说将总生物界分为下列的五个界。

原核生物界 地球上最先繁盛的生物类群。个体由小型细胞构成，细胞结构简单，没有定形的细胞核。代表型：细菌、蓝绿藻。

原生生物界 个体由单个真核细胞构成。真核细胞有定形的细胞核，细胞质含有多种细胞器。代表型：衣藻、变形虫。

植物界 含有光合色素的多细胞真核生物；能进行光合作用以合成淀粉，细胞壁有纤维素成份的生物类群。代表型：石莼、海带（水生植物），凤尾蕨、马尾松、小麦、（陆生植物）。

动物界 依赖摄取外界有机物营生的生物，个体由多细胞构成，细胞间分化较深刻，胚胎发育较复杂。代表型：珊瑚虫、虾、海星、鱼（水生动物），蜂、鸟、兽（陆生动物）。

真菌界 依赖腐生或寄生生活从分解外界有机体获得营养的真核生物，个体由单细胞或低级分化的多细胞构成。代表型：霉菌、菇类。

细胞是生物的基本结构单位和生命活动单位。全生物界细胞分为原核细胞和真核细胞两个基本类型。常见的各种细菌、放线菌和蓝绿藻的细胞属于原核型。它们各自成为一

界。以真核细胞为基础的生物，包括原生生物、植物、动物和真菌四个界，细胞均有定形的细胞核和细胞器。我们所要论及的食用菌是属于真菌界的范畴，就是真核生物的一大类群。

什么是真菌呢？真菌是一大群具有真核，能产孢子，无叶绿素的有机体。它们是异养型的生物，个体只能借分解外界有机物来取得营养，不能进行光合作用。它们进行无性繁殖和有性生殖。绝大部份真菌是由多细胞的丝状物（称为菌丝）构成的，菌丝按各种方式编成营养体，称为菌丝体。典型的菌丝具有纤维质、几丁质或两者兼有的细胞壁，极少为原生质团。

自然界真菌种类的总数，各行家的估计不一致。G.M. Mdrtin(1951)估计有二十五万种，G.C.Ainswoth认为报道的真菌总数为四万五千种，比动、植物界的总数少得多。为了便于认识真菌界这一庞大家族，分类学家将真菌界划分为粘菌门和真菌门；再根据菌丝有无横隔，有性和无性孢子发育过程的特点以及形态特征，将真菌门划分为五个亚门。各个亚门又根据子实层着生位置、孢子形态等一系列宏观或微观特征，再依次细分为纲、亚纲、目、科、属、种。

真菌生活以腐生或寄生为主。腐生是指以死亡的有机体为营养源；寄生是指以活的有机体为营养源。不论是寄生或腐生，都要有外界存在相当大量有机体为先行条件。根据古生物学研究，总生物界约在距今九亿年出现有性生殖体制。真菌界多数具有原始然而完整的有性生殖方式（半知菌亚门有性生殖尚未明了），可知最先的真菌只能在九亿年之后发生。据化石资料，也证实真菌是在距今九亿年前后出现的。

关于真菌的起源，学术界有不同的提法。有一种提法，

认为真菌各门类分别起源于几种丝状藻。这些祖藻类由于突变，失去叶绿体机能，不能进行光合作用，先后演变为不同的真菌。另一种提法，认为真菌起源于原始单细胞的鞭毛生物，它们本无叶绿体，只能营异养生活。它们经过演化过程，发展为低等藻菌纲，由此演化出子囊菌，进一步演化成担子菌。再有一种提法，认为真菌是多起源的。从实用观点来看，真菌中一些种类由众多菌丝体编织成肥大个体，并分化出具有不同功能的器官，人们称它们为大型真菌。

大型真菌有的有剧毒，通称毒菇或毒蕈，其种类相当多。使我们感兴趣的是另外两类大型真菌：一类可供食用的食用菌，另一类是菌丝体含有药用成分的药用菌。有些种类是食用与药用并兼种，可见这个划分也不是绝对不可过渡的。

人们习惯上将大型真菌中具有肥大多肉器官，木质化程度低，不含毒素，烹调后无异味者，称为食用菌。

本书所要介绍的食用菌，绝大多数属于担子菌亚门，小部分属于子囊菌亚门。

据调查，我国食用菌种质资源十分丰富。据卯晓岚统计（1985. 12），已知可食用的达550种左右。它们分属于124个属，40个科。在这些菌种中，担子菌占95%以上（524种），子囊菌占5%弱（26种）。

可食大型真菌的品质高低决定于它们烹调后味道是否鲜美。根据各地食用习惯及文献记载，在550种食用菌资源中，味鲜而优良的种类至少有100种；50余种可药用；90多种有抗癌作用。另外，有27种含有不同程度的毒素，经加工处理后可食，它们可作为“条件食用菌”对待。

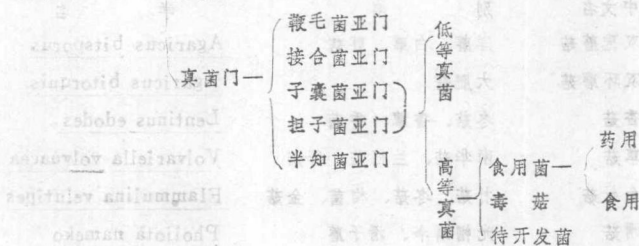
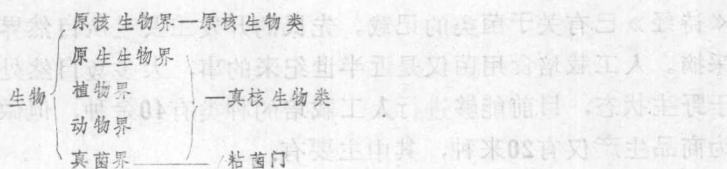
我国是食用菌开发最早和最多的国家。二千多年前的

《诗经》已有关于菌类的记载。先民的开发主要是从自然界采摘。人工栽培食用菌仅是近半世纪来的事，大多数自然处于野生状态，目前能够进行人工栽培的种类有40余种，但做为商品生产仅有20来种，其中主要有：

中文名	别名	学名
双孢蘑菇	洋蘑、白蘑、蘑菇	<u>Agaricus bisporus</u>
双环蘑菇	大肥菇	<u>Agaricus bitorquis</u>
香菇	冬菇、香覃、香菌	<u>Lentinus edodes</u>
草菇	南华菇、兰花菇、秆菇	<u>Volvariella volvacea</u>
金针菇	朴菇、冬菇、枸菌、金菇	<u>Flammulina velutipes</u>
滑菇	光帽鳞伞、滑子蘑	<u>Pholiota nameko</u>
平菇	北风菌、糙皮侧耳	<u>Pleurotus ostreatus</u>
凤尾菇	环柄斗菇、环柄侧耳	<u>Pleurotus sajor-caju</u>
金顶菇	俞黄蘑、玉皇蘑	<u>Pleurotus citrinopileatus</u>
栉平菇	裂皮侧耳	<u>Pleurotus dryinus</u>
鲍鱼菇	亚栉平菇、囊盖侧耳	<u>Pleurotus cystidiosus</u>
银耳	白木耳	<u>Tremella fuciformis</u>
黑木耳	房耳、云耳、川耳、木耳	<u>Auricularia auricula</u>
毛木耳	枸耳、黄背木耳	<u>Auricularia polytricha</u>
猴头菌	猴头	<u>Hericium erinaceus</u>
茯苓	扶灵	<u>Poria cocos</u>
灰树花		<u>Polyporus frondosus</u>
长裙竹荪		<u>Dictyophora indusiata</u>
短裙竹荪		<u>Dictyophora duplicata</u>
灵芝	万年芝、青芝、红芝	<u>Ganoderma lucidum</u>

除了上列二十种食用菌外，另有相当多的种类，它们还处于自然生长状态，偶而被人采摘，其中很多是优质菌，尚有待筛选驯化、研究和利用。

现将本小节归纳如下：



第二节 食用菌营养与药用价值

(一) 食用菌的营养价值

动物和人类营养要素包括脂肪、碳水化合物、少量无机盐、维生素和蛋白质。随着世界人口不断增长，人类对蛋白质食品的需求量也日益增加。伴随着生活水准提高，食谱也逐渐地从侧重淀粉类食物转向侧重蛋白质食品。蛋白质食品供应已成为全球共同关心的问题。世界各国以往较注重于发展牧、渔业，以提高动物性蛋白质供应量。现在，从菌类中寻找可食蛋白食品，也逐渐成为热门研究课题。

食用菌栽培、管理一般均较为粗放。栽培用料范围广泛，成本低廉，仅要富含纤维素的农副产品下脚料，如木屑、甘蔗渣、甜菜丝、棉籽壳、废棉、稻草……甚至垃圾等均可使用。菌类的栽培原料易于加工，经过短期管理，就能获得菌类蛋白质及富含维生素食品。它可作为蛋白质食品补充来源，也是增加食谱中佐料品种途径之一。因此，食用菌