

食用菌栽培学

龙耀华 编著



食用菌栽培学

龙耀华 编著

天则出版社

食用菌栽培学

龙耀华 编著

天则出版社出版发行

陕西·杨陵

陕西省岐山彩色印刷厂印刷

开本 787×1092mm 1/32 12.8 印张 278 千字

1990年7月第一版 ~~1990年7月~~第一次印刷

~~印数 1-3000册~~

ISBN ~~7-80559-024-9/~~ 43

定价 ~~3.80元~~

前 言

近年来国内外食用菌事业发展很快。随着食用菌生产的发展，我国在近二十年来，在食用菌基础理论的研究和应用技术的推广方面，取得了显著的进展，不少的院、校也相继开设了食用菌栽培课程。为了适应教学、科研和生产的需要，我们在多年从事食用菌教学、生产和科研的基础上，较广泛地参考了一些新资料，编写了这本《食用菌栽培学》，希望能对普及推广科学技术、发展食用生产和提高教学、科研水平起到一定的作用。

本书初稿曾用作大专、中等农林学校及食用菌培训班的教材。这次重新修订出版，更力求理论与实践紧密结合，着重于实用，解决生产中的菌种制作和栽培技术问题，可供大、中专院校及食用菌技术培训班教材和生产、科技人员参考应用。

全书共分十三章，其中第八章由西北农业大学食品系副教授钟雪美编写，第十二章和第十三章分别由陕西省林校教师程建国、蔺林田两位同志编写。省林研所工程师朱新才承担绘图工作。编写过程中，承蒙陕西省农校副教授施意秋，陕西省林校张坤秀、魏天儒，镇坪县韩志光、吕世亮等同志的大力支持，作了大量的协助工作，在此一并致谢。

由于作者水平所限，书中存在的缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

龙耀华

1990年3月

绪 论

食用菌是一类可供食用的大型真菌的总称。这类真菌中有些食用部分是肉质地实体，如白蘑菇、香菇等；有些是胶质实体，如木耳、银耳等；有些具有革质地实体或菌核类组织，如灵芝、茯苓等。

我国幅员辽阔，北自黑龙江，南到海南岛，都盛产多种食用菌，野生食用菌资源甚为丰富。根据近期有关文献报道：全国已知野生食用菌有 625 种，几乎包括了目前世界上所报道的主要种类，目前国内外广泛栽培或试验栽培以及利用菌丝体发酵培养的有 80 种，占国产食用菌种数的 12.8%；国内大量栽培或小范围试验的约 22 种，仅占总数的 3.5%。因此菌种资源开发潜力很大。我国劳力资源充足，可供栽培的有机废物比比皆是，充分运用现代科学技术，认真总结我国人民长期栽培菌类的经验，开发利用菌类资源，加快我国食用菌栽培事业的步伐，对促进国民经济的发展，提高我国人民的生活水平，都具有重大的意义。

一、食用菌在国民经济中的作用和地位

(一) 食用菌在发展农村经济中的作用

我国人口众多，山区面积大，城乡的经济发展难以平衡，贫富差异悬殊。合理利用森林资源和农作物的秸秆等副产品，开展多种经营，发展食用菌的生产，对振兴和繁荣农村经济、改变山区贫穷落后面貌有着重大的意义。据不完全

统计，在食用菌集中产区，食用菌产值在多种经营中的比重占 50—70%，成为种植业中一个重要组成部分。1986 年，全国食用菌产值超过一千万元的县已达 10 个以上。福建省古田县，过去是闽东地区有名的贫穷县，通过发展食用菌生产，振兴了经济，摘掉了“贫穷县”的帽子。全县从事食用菌产、供、销活动的有 10 万余人，占全县农业人口的三分之一；1986 年全县食用菌总产值达 4, 174 万元，占农业总产值的 1/3。食用菌税收达 445.6 万元，占全县财政收入的三分之一。浙江省庆元县 1986 年仅香菇产值即达 1, 600 万元，江苏省丹阳县平菇产值 1, 400 万元。

我国秦岭、巴山山区的生境适宜栎类生长，资源丰富，数百年来一直是木耳的主要产区。以盛产“房耳”闻名的湖北房县，每年平均产耳量达 250 吨以上，仅木耳一项的产值占整个副业生产总值的三分之一以上。陕西汉中、安康地区的木耳历来都是著名的土特产，是传统的出口物资，为国家创造了大量的外汇收入。这些地县的食用菌栽培在农业生产中占有举足轻重的地位，由于生态条件适宜，菇耳质量好，畅销国内外市场，当地称之为“拳头商品”。在发展山区经济、支援外贸、脱贫致富等方面都发挥了巨大作用。

(二) 食用菌在人类生活中的地位

食用菌以其营养丰富、滋味鲜美、脆嫩可口而成为宴席上的佳肴，素有“山珍”的美誉。由于生长快、生物效率高、生产蛋白质能力强，在人口增长快、耕地面积有限、世界粮食不足，严重缺乏蛋白质的情况下，发展食用菌生产，开发营养资源，改善食品结构，增强人民体质，具有重大的现实意义。

1、食用菌的食用价值 食用菌营养价值很高。据分析：一般菇类所含的蛋白质约占干重的30—45%，是普通蔬菜的3—6倍，脂肪的含量约为11.6—29.9%；而且不象动物性食品那样，在含高蛋白质的同时，往往伴随着高脂肪、高胆固醇。因此常食菌类对人体健康，特别是对老年人的健康极为有利。

食用菌不仅蛋白质的含量高，且氨基酸齐全，组成蛋白质的20种氨基酸，它就含有十七、八种；人体所必需的8种氨基酸，人体自身不能制造，食用菌含量却很多。尤其重要的是赖氨酸和亮氨酸，在粮食中含量甚微，而食用菌中的含量却很丰富。它对儿童的发育很重要，有增加身高、体重和增强智力的作用。许多食用菌口味之所以鲜美，并能作为滋补品，就是由于它含有丰富的蛋白质和氨基酸，而许多氨基酸的盐类本身就是鲜味物质。

食用菌还含有丰富的维生素，如草菇含维生素C为辣椒的1.2—2.8倍、柚橙的2—5倍、西红柿的17倍。香菇含维生素D源很多，为甘薯的7倍、紫菜的8倍、大豆的21倍。维生素D是钙质成骨的必要因素，对儿童的正常发育非常重要，常吃香菇可防止软骨病的发生。除上述两种维生素外，食用菌还含有VB₁、VB₂、VB₆、VK、VB₅、VB₁₁等维生素类物质。

食用菌还含有丰富的矿物质元素，如钾、钠、钙、铁、锌等。

食用菌还含有丰富的酶类和核酸物质，是人体新陈代谢和生命活动不可缺少的营养物质。综合上述，食用菌是理想的“健康食品”，倍受国内外赞誉和推崇，享有“植物性食

物顶峰”的美称。因此，发展食用菌对于改变我国人民长期以来以粮食为主体的食物结构，提高健康水平，有着重要的意义。

2、食用菌的药用价值 食用菌不仅是一种美味佳肴，而且还具有独特的医疗作用。许多食用菌如茯苓、灵芝、竹黄、虫草、天麻等早被我国人民作为名贵药材，对高血压、心肌梗塞、糖尿病、动脉硬化等具有独特疗效。

从香菇、平菇、茯苓等提取的一种多糖体是抗癌的有效成份，经国内外试验，抗肿瘤效果好，且无副作用。松口菇、猴头、蘑菇、金针菇、银耳、草菇等也均有抗癌作用。香菇、蘑菇中的“蘑菇核糖核酸”，能抑制病毒，防治流感。食用菌中所含的香菇素，可降低血液中的胆固醇，是治疗高血压和动脉粥样硬化有效药物。经常吃食用菌，可治疗消化不良，预防坏血病，肝硬化和多种炎症，增强抗病力。

金针菇等食用菌中所含的氨基酸，可预防和治疗肝脏系统疾病及肠胃溃疡。含有胶质的木耳，有润肺清肺作用，被作为矿业和纺织工人的保健食品，它还能治疗痔疮和痢疾。银耳自古以来即为珍品，有润肺生津、滋阴养胃、益气 and 血、补脑强心等功效。

从食用菌资源中挖掘药材，是近几年来各国医药工作者研究的方向之一。我国已取得了可喜的成绩，新的食用菌药物不断被研制出来。目前普遍供应的有：猴头菌片、密环菌片、亮菌糖浆、健肝片、云芝肝泰等。这些药物一般都疗效好，副作用少，深受患者欢迎。

二、食用菌栽培简史

中国是历史悠久的文明古国，数千年来历代人民对于食用菌的观察、利用和栽培等都有大量的记载。庄子的《逍遥游》中提到“朝菌不知晦朔”；《列子汤问篇》中进一步谈到：“朽壤之上，有菌芝者，生于朝，死于晦。”说明早在先秦时代，我国人民对大型真菌就有了深刻的认识。观察到伞菌子实体的出现与消亡时间非常短暂，为期不过一月而已。所谓“朽壤”所指森林腐植质土，说明了土生菌的适生条件，并科学地概括了它的生态因子。庄子还在他的《齐物论》中提到“蒸成菌”，含义是湿热气蒸，才能生长菌，概括了子实体的形成对水分、大气、温度的要求。东汉时，我国最早的药理学专著《神农本草经》所记述的365种药物中，就有十几种是大型真菌，并详细地记载了这些菌类的形态、颜色和功用等。北魏贾思勰著的《齐民要术》一书，已记载有木耳菌的制法，将野生菌、耳均列为名贵佳肴。东晋人葛洪将芝类（古时对菌、芝、耳、草不分）分为石芝、土芝、草芝、肉芝等五大类，每类又分为几百种。

我国食用菌栽培，在古农书中也有记载，如冬菇（毛柄金钱菌）最早的栽培记载可追溯到唐代韩鄂所著的《四时纂要》。

香菇栽培的历史也很早。元代王桢撰写的《农书》中曾记载“取向荫地，择其所宜木、枫、楮、栲等伐倒，用斧碎砍成坎，以土覆压之。经年树朽，以草砍到，匀布坎内，以蒿叶及土覆之。时用泔浇灌，越数时则以槌击树，谓之惊草。雨露之余，天气蒸暖，则草生矣。……采之讫，遗种在内，来岁仍复发。……”其中所谈到的工序，如栽培场地和树种的选择，砍花、接种、击木惊草等管理措施，至今依然

是我国和日本林区段木栽培香菇的成熟经验。明朝开国皇帝朱元璋批准了宰相刘伯温提出的把香菇作为浙江省龙泉、庆元、景宁三县的专利经营。可见香菇的栽培技术在当时已臻成熟。

我国人工栽培黑木耳，唐代已经发明。李时珍在《本草纲目》中就引用了唐代苏恭的一段话：“桑、槐、楮、榆、柳，此五木耳，……煮浆粥安诸木上，以草覆之，即生茸尔。”从中不难了解我国人民早在公元7世纪就发现木耳适生的树种，采用木耳的子实体接种在段木上，并以米汤作辅助培养基，涂敷在接种处，然后用蒿草覆盖，避免日晒，保持湿润，以利孢子萌发，菌丝定植。

由上述几种主要食用菌的事例说明：我国人工栽培食用菌的历史，都远较“西洋蘑菇”为早。法国的蘑菇栽培始于路易十四（1707年），而我国的栽培事业则远在唐宋时代就开创了，比法国要早约数百年。

三、我国食用菌事业概况

（一）食用菌生产现状

近年来我国食用菌生产发展很快。据不完整的统计：1978年全国食用菌的总产量约5万吨，1986年上升到50多万吨，价值约为25亿元。出口创汇约2亿美元。目前，我国除了双孢蘑菇的产量仅次于美国、香菇仅次于日本而居世界第二位外；木耳、银耳、猴头、草菇、平菇、茯苓等产量均居世界首位。双孢蘑菇的出口量已居世界第一。目前，全国除西藏外，各省、市、区都开始有食用菌栽培，栽培食用菌的农户有如雨后春笋；栽培种类也在逐渐扩大，在原有木

耳、香菇、双孢蘑菇的基础上增加了平菇、凤尾菇、小平菇、金针菇、滑菇、毛木耳、茯苓、密环菌、银耳、金耳、猴头、竹荪、虫草、灵芝、猪苓等十多种。

经过多年的努力，我国已建成了一批规模较大的食用菌商品生产基地。黑木耳年产量在50吨以上的县，从1979年的13个发展到87年的30多个。以“房耳”闻名的湖北房县，1986年木耳的年产量即达650吨，成为我国最大的木耳生产基地。被称为“银耳之乡”的福建省古田县，1986年生产银耳4000吨，袋栽香菇3000吨，成为我国最大的银耳和袋栽香菇基地。浙江省常山县1986年生产猴头700吨成为当今世界上最大的猴头菌生产基地。江苏省丹阳县年产平菇12000吨，成为我国平菇生产的重要基地。浙江省庆元、龙泉段木栽培香菇的历史悠久，至今仍是我国段木生产香菇的基地。福建省龙海县、福鼎县、霞浦、福安县，浙江的富阳县、嵊泗县，以及广东的高州县、江苏的金坛县已发展成为我国双孢蘑菇的重要出口基地。此外：如小平菇、金针菇、滑菇、草菇等的基地也正在形成。

随着商品生产基地的形成，食用菌的加工也相应地得到了发展。除了干制、速冻、盐渍生产滋补酒、调味品等加工外，大量用于加工，生产食用菌罐头。到1986年我国食用菌罐头总产量约达17~18万吨，占世界蘑菇罐头贸易量的5%。目前各省市都有了一定的生产规模，各地城乡涌现出大批的专业户，除公办的食用菌厂外，还出现了不少个体和联营的食用菌厂。这显示了食用菌的发展具有广阔的前景，受到各地有关部门的重视、支持和保护。

(二) 食用菌科学技术的发展

近年来，我国食用菌科学技术有了很大的发展，科技队伍不断壮大，并已建立了一批水平较高的专门研究机构。如商业部昆明食用菌研究所、上海市食用菌研究所、湖北省食用菌研究所，福建三明市食用菌研究所等。多数省、地、县继中国食用菌协会的成立也相应地成立了食用菌协会、研究所（会）等组织，交流了食用菌科学技术，取得了较好的经济效益。

为了加强食用菌科学技术的交流，全国已创办了《中国食用菌》、《食用菌》、《食用菌科技与信息》、《食用菌报》、《食用菌信息》等报刊，对科学研究和指导生产起到很大的作用。

（三）我国食用菌事业的展望

食用菌营养价值和药用价值很高，发展食用菌，不仅对改善人民的食物结构、开避营养源、促进身体健康，都具有重大意义，而且对充分利用农村生物资源，促进生态的良性循环也具有深远的意义。

我国人口众多，劳力资源充裕，是发展食用菌外销商品经济的一大优势。在农村实行生产承包责任制后，农户庭园经营正在蓬勃兴起，在发展农林牧副结合的基础上，充分利用闲散劳动力和老、幼、半劳动力，发展食用菌生产，乃是一项富有生命力的家庭副业。农户生产食用菌规模可大可小，投资少，生产原料就地取材，综合利用。农作物秸秆、农林副产品、下脚料及工业废弃的有机物等资源，比比皆是，生产潜力很大。据统计 1985 年全国仅禾谷类、豆科类、锦葵类农作物秸秆即达三亿七千万吨。这些秸秆除其它用途外，用其十分之一来栽培食用菌，按 20: 1 的生物学效

率换算为干制品，可产食用菌 185 万吨，每吨产值以 1 万元计算，总产值可达 185 亿元，相当等量粮价 20 倍。不仅是变废为宝，而且产品又可进一步加工，促进加工业的发展实行多层次增益，其经济效益、社会效益、生态效益兼备。只要我们进一步普及推广科学技术先进经验，开展协作，纵横结合，不言而喻，我国将成为世界上食用菌生产大国。食用菌事业更会蒸蒸日上，欣欣向荣。

目 录

前言

绪论

第一章 食用菌的形态结构和生活史	(1)
第一节 菌丝体	(2)
第二节 子实体	(6)
第三节 食用菌的繁殖与生活史	(18)
第二章 食用菌的生理和生态	(28)
第一节 食用菌的营养	(28)
第二节 食用菌生长发育的生态条件	(36)
第三节 食用菌的生态类型	(48)
第四节 食用菌与其它生物	(55)
第三章 食用菌菌种生产	(62)
第一节 制种的基本设备	(62)
第二节 消毒与灭菌	(71)
第三节 培养基	(78)
第四节 菌种的分离	(85)
第五节 菌种的扩大生产	(98)
第六节 菌种质量鉴定	(111)
第七节 菌种的保藏	(120)
第四章 蘑菇	(126)
第一节 蘑菇的生物学特征	(127)
第二节 蘑菇栽培设施	(132)
第三节 培养料的制备	(134)
第四节 播种及管理	(146)

第五章 香菇	(161)
第一节 香菇的生物学特征	(161)
第二节 香菇的段木栽培	(168)
第三节 香菇袋式栽培	(179)
第四节 香菇的块栽	(189)
第六章 黑木耳	(201)
第一节 黑木耳的生物学特性	(201)
第二节 黑木耳菌种生产	(206)
第三节 黑木耳的段木栽培	(209)
第四节 黑木耳的袋料栽培	(215)
第七章 银耳	(222)
第一节 银耳的生物学特性	(224)
第二节 菌种生产	(228)
第三节 银耳的段木栽培	(232)
第四节 银耳的袋料栽培	(237)
第八章 平菇	(246)
第一节 平菇的生物学特性	(247)
第二节 平菇的栽培	(253)
第三节 采收与加工	(261)
第九章 草菇	(263)
第一节 草菇的生物学特性	(264)
第二节 草菇的栽培	(271)
第十章 金针菇	(284)
第一节 金针菇的生物学特性	(285)
第二节 金针菇的栽培	(289)
第三节 金针菇的采收与加工	(300)

第十一章	猴头菌	(303)
第一节	经济价值	(303)
第二节	生物学特性	(305)
第三节	猴头的栽培	(310)
第十二章	竹荪	(319)
第一节	竹荪的生物学特性	(320)
第二节	竹荪菌种制作	(323)
第三节	竹荪的林下栽培	(325)
第四节	竹荪的室外阳畦栽培	(331)
第五节	竹荪的室内栽培	(333)
第十三章	食用菌主要病虫害的防治	(335)
第一节	真菌性病害	(335)
第二节	细菌及病毒性病害	(353)
第三节	生理性病害	(357)
第四节	害虫及有害动物	(361)
附录		
附录一	主要农药使用方法	(380)
附录二	温湿度换算表	(382)
附录三	食用菌培养基常用配方选录	(385)

第一章 食用菌的形态结构和生活史

食用菌是真菌中进化最高级的类群，在分类学上分属真菌门的担子菌亚门和子囊菌亚门。除少数几种属于子囊菌外，绝大多数是担子菌。在担子菌中又以伞菌目为数最多，因此在概述食用菌形态结构时，常引用此目中的种类加以介绍。

食用菌由菌丝体和子实体两部分组成：菌丝体是由许多分枝的菌丝组成，是食用菌的营养体；子实体是由菌盖、菌褶和菌柄组成，有的菌柄上有菌托、菌环等结构，是产生孢子的真菌结构，是它的繁殖器官。子囊菌的子实体称为子囊果，担子菌的子实体称为担子果。

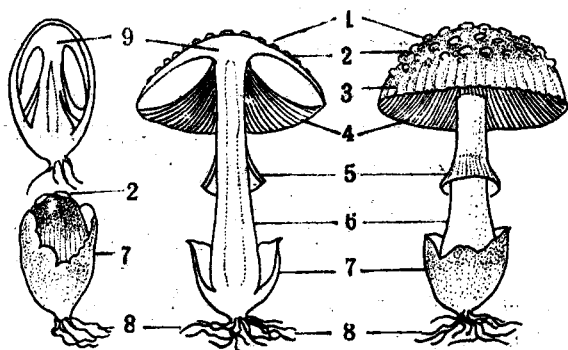


图 1—1 伞菌子实体形态结构示意图

- 1.菌盖 2.鳞片 3.条纹 4.菌褶 5.菌环
6.菌柄 7.菌托 8.菌丝索 9.菌肉