

食 用 菌 学

(森保专业试用教材)

周德群 编

任 玮 审校

西 南 林 学 院

一九八八年八月

目 录

第一章	绪论.....	1
第一节	食用菌概念及其经济意义.....	1
第二节	我国食用菌栽培及研究简史.....	6
第三节	食用菌的生产发展概况及前景.....	9
第四节	食用菌栽培学与其它学科的关系.....	11
第二章	食用菌生物学.....	13
第一节	食用菌的形态结构.....	13
第二节	食用菌的繁殖与生活史.....	28
第三节	食用菌与生态环境.....	38
第四节	食用菌的分类.....	60
第三章	真菌遗传学的基本知识.....	75
第一节	真菌遗传学的特点.....	75
第二节	真菌的重组与实变.....	85
第四章	菌种.....	91
第一节	菌种的分离培养.....	92
第二节	菌种的纯化培养.....	106
第三节	菌种的扩大培养.....	109
第四节	菌种质量的检查鉴定.....	117
第五节	菌种选育.....	127
第六节	菌种保藏.....	135
第七节	标签.....	146

第八节	液体菌种.....	150
第九节	原生质体融合在食用菌育种应用上的前景...	157
第五章	栽培.....	169
第一节	段木栽培.....	170
第二节	粪草栽培(一).....	182
第三节	粪草栽培(二).....	189
第四节	代料栽培.....	192
第六章	病虫害防治.....	243
第一节	杂菌、病害及防治.....	243
第二节	虫害及防治.....	267
第三节	综合防治措施.....	274
第四节	常用杀虫药品.....	276
第七章	产品加工和销售.....	284
第一节	保鲜.....	285
第二节	盐渍.....	287
第三节	干制.....	289
第四节	产品分级.....	295
第五节	包装和贮藏.....	300
第六节	销售.....	301

第一章 绪 论

提 要

食用菌是真菌中能形成大型子实体或菌核类组织并可供食用的种类，各国人民素有食用的习惯。食用菌不仅味道鲜美，而且营养及药用价值也很高，此外还具有其它一些经济价值。

我国食用菌栽培历史十分悠久，对食用菌利用的认识则更早。但对食用菌进行科学栽培及其有关的科学研究起步较晚，始于本世纪三十年代。近几年我国食用菌栽培及科研以前所未有的深度和广度迅速发展，大有形成一个现代化产业的趋势。

第一节 食用菌概念及其经济意义

食用菌一般是指真菌中能形成大型子实体或菌核类组织并可供食用的种类。其中绝大部分属于担子菌亚门，少数属于子囊菌亚门。食用菌依靠菌丝体从它们着生的基质中吸收营养。当菌丝生长到一定阶段，积累了足够的养分并达到生理成熟后形成各种形形色色的肉质或胶质的子实体。即人们食用的部分。诸如羊肚菌、牛肝菌、鸡纵菌、蘑菇、口蘑、香菇、草菇、木耳、松乳菇等。它们大多是菜肴中的珍品，是一类著名的菌类蔬菜。此外，食用菌中的一些种类，如猴头菌、茯苓、蜜环菌和香菇等还可用来提取抗生素、增鲜剂及其它一些药用成分。因此食用菌也是食

品工业和制药工业的重要原料。

一、食用价值

食用菌作为人类的食品，在我国已有二千多年的历史，用食用菌制作的菜肴已早见于酬宾筵席和家庭餐桌。据《中国食用菌菜谱》记载，用食用菌制作的冷盘、热菜、汤菜、点心共有三百一十八道。一些著名的食用菌，历来被列为宴席上佳品，称为“山珍”。除直接用于食用外，若干种食用菌还可加工成糕点，罐头及酒类等。如清官名点茯苓夹心饼，蘑菇罐头，油鸡纵，油干巴菌，鸡纵豆瓣，金丝猴头汽酒，金针菇健身露，速溶香菇冲剂，香菇调味汤料等。

大多数食用菌都含有丰富的蛋白质和氨基酸，与一般菜果相比，食用菌中的蛋白质含量是相当高的。如鲜蘑菇中的蛋白质含量为3.5%，而白菜中的蛋白质含量只有1.1%，白萝卜为0.6%，广柑为0.6%，苹果为0.2%，梨仅有0.1%。鲜牛奶蛋白质含量为3.3%。

食用菌不仅蛋白质含量高，其品质也好。组成蛋白质的氨基酸有二十多种，食用菌中就含有十七、八种之多，而且含有人体所需的八种氨基酸，其中赖氨酸和亮氨酸尤为丰富，这种氨基酸在粮食中则所含甚少。据最近报道，曾风靡一时的用赖氨酸作添加剂的各种保健食品，由于发现人工合成的赖氨酸有致愚作用，

而从食用菌提取的赖氨酸却无此副作用，所以已用食用菌中所提取的赖氨酸取代人工合成的赖氨酸作食品添加剂。许多食用菌味道鲜美，并能作为滋补佳品，就在于它们含有丰富的蛋白质和氨基酸。

食用菌还含有丰富的维生素。如草菇除含有其它维生素外，所含的维生素C为辣椒的1.2~2.8倍，柚橙的2~5倍，西红柿的17倍。香菇的维生素含量更多，其中维生素D原的含量为甘薯的7倍，紫菜的8倍，大豆的21倍。

食用菌还含有丰富的矿物质。如钾、钠、钙、铁、锌等。

食用菌不仅营养丰富，而且口味也好。它们有的肉质细腻，有的肥嫩可口，有的质脆鲜美，有的香郁诱人。因而倍受推崇。被人们誉为“山珍”，“植物肉”，“素中之荤”，“植物性食品的顶峰”等。并把它们推荐为现代宇宙航行员的食品。

二、药用价值

食用菌不仅是美味佳肴，许多种类还具有独特的医疗作用。如蘑菇的子实体内含有的数种酶，可用于治疗消化不良和高血压；香菇子实体含有大量的维生素D原，受阳光作用后可转变为维生素D，对于增强人体的抗病力和防治感冒，效果良好；经常食用香菇，还可预防坏血病、肝硬化和多种炎症，并可降低血液中的胆固醇，防止动脉硬化，增强体质。金针菇所富含的氨基酸。可

预防和治疗肝脏系统疾病及肠胃道溃疡，并能有效地增加儿童的身高和体重，特别是有益于他们的智力发育，故在日本被称为“增智菇”。富含胶质的木耳，有润肺和助消化并具有益气强身、活血止血、止痛等功效。因此被作为矿业和纺织业工人的保健食品，它还能治疗痔疮和痢疾。银耳自古以来即为珍贵补品，《名医别录》曾载有黄熟陈白的桑耳，止久泄，益气不饥。《中国药学大辞典》称：“银耳甘平无毒，功能润肺生津、滋阴养胃，益气 and 血、补脑强心。猴头性平味甘，具有利五脏，助消化的作用。

从食用菌中挖掘药材，是近十年来各国医药工作者的研究方向之一。我国有关单位也都设立了相应的研究课题，并已取得了可喜的成果。新的“食用菌药物”正在不断地被研制出来，并已初步形成了一大生物药品类型。食用菌药物以其药效显著，副作用极小或没有的特点为广大医学工作者所瞩目，给病患者带来了福音。目前，以食用菌制成的药物就有“猴菇菌片”、“蜜环片”、“亮菌糖浆”、“健肝片”、“云芝肝泰”、“安络痛”药酒和胶囊和“肝血康复”等。

食用菌具有各种不同的药效是由于它们含有不同的有效成分所致。据田岛俊雄研究食用菌的药效大致可分为5种：

1. 抗菌作用：食用菌所产生的抗菌物质在化学上多属于聚乙炔化合物、类萜、类甾醇、芳香族化合物和核酸类物质。作用

多数是抑制革兰氏阳性菌和霉菌。如从头状秃马勃 (*Calvatia craniiformis*) 的培养物中分离的马勃菌酸 (calvatic acid)。

2 抗肿瘤作用：具有这种作用的主要是从一些食用菌中所提取的多糖体。如从香菇中提取的香菇多糖 (Lentinan)，从茯苓菌核中提取的茯苓多糖 (pachymaran) 和从裂褶菌中提取的裂褶菌素 (schizophyllan)。

3 对心脏的作用：如从草菇中提取的苞脚毒素 (valvatoxin)。

4 抗病毒作用：香菇孢子的提取物有诱发干扰素的作用，对小鼠的流行性感冒有很高的治愈率。

5 降胆固醇作用：其有效成分是从香菇中提取的一种叫香菇嘌呤 (eritadenine) 的物质。

综上所述，可知许多食用菌是食用与药用俱佳的优质食品，经常食用，不但增加营养，还可防治疾病。

三、其它经济价值

随着人们对食用菌的认识深入，食用菌的经济价值也得到了更加广泛深入的开发。人们发现食用菌对人类有益不仅在于可以食用和药用，在其它方面也有很多用途。如现已发现有80%以上的植物都有菌根，在和树木共生形成外生菌根的520种真菌中大部分属于伞菌目，其中不少种类是食用菌，如口蘑，红菇，

乳菇、牛肝菌等。这些菌根菌不仅能增强植物吸收养分的能力，促进植物生长，而且还增强植物抗病和其它抗逆性并诱发植物插条生根。因此人们根据菌根菌与植物共生关系的不同特点，对那些与植物有菌根关系，人工难以培养的食用菌在森林中试行半人工栽培。这样既对树木生长有利，同时又解决了这类食用菌的栽培问题，真可谓一举二得。乳菇属的不少食用菌种类因其乳汁中富含橡胶类物质，可用来提取橡胶；有些食用菌可用来提取天然色素；有的可提取草酸和延胡索酸。北京良乡昊天真菌试场试用灵芝制盘景，造型别具一格，栩栩如生，古朴清新，现已批量生产投放市场，博得中外人士喜爱。食用菌生产中的副产品—菌糠，因其富含蛋白质和其它营养成分，制成饲料喂养家禽牲畜，既可促进家禽牲畜生长，又节约了大量的粮食，同时又减少了对菇场的污染。

第二节 我国食用菌栽培及研究简史

我国食用菌栽培历史十分悠久。据陈士瑜考证，我国古代食用菌栽培发展历史可分为三个时期：

1. 草创时期（公元一世纪至十世纪）

早期栽培品种只有冬菇、木耳、茯苓。技术欠完善，产品质量不佳。主要产地集中在中原和淮北。

2. 发展时期（公元十世纪至十四世纪）

宋代开始用“砍花法”栽培香菇。随着江南经济的发展，食用菌生产重心南移并逐渐形成生产基地。

3 成熟时期（公元十四世纪以后）

明代以后，食用菌栽培业积累了丰富的经验，发展甚为迅速。草菇、银耳、平菇等栽培新品种相继出现，其生产基地主要分布在南方各省。

当前世界上所广泛栽培的10种食用菌，绝大部分起源于我国。如草菇目前在世界上仅东南亚、日本和我国广东、福建有栽培，而东南亚等国的草菇又是由我国华侨传入的。1934年J. A. Baker, 1950年K. Jalaricharana都证实了这一点。据张树庭，游中骥考证，我国的草菇栽培始于十八世纪，距今约200年历史。银耳作为药、食二用皆著名于世的经济真菌，也是由我国人民首先栽培的。我国的银耳栽培源自四川通江县。据杨庆尧考证，我国的银耳栽培始于光绪20年（公元1894年），至今已有92年了。1942—1945年，杨新美在贵州调查总结了耳农经验，首次采用芽孢进行田间人工接种试验，使我国银耳栽培开始走上了科学道路。目前，世界上还只有我国进行大规模生产银耳。

我国人民对食用菌的认识则为时更早。在北魏贾思勰（公元533~544年）著的《齐民要术》一书中，已经记载有木耳菹的制法；东汉末年的我国最早的一部药物专著——《神农本草经》

(公元100~200年)就已记载了茯苓、木耳等真菌的药用价值,并详述了它们的产地和药性。

在野生食用菌的利用上我国人民也富有创造性,如竹荪,外国人认为是毒菌,而我国人民则了解到它的毒只在“笔头”(菌帽)部分,因此采菌时只要把毒而粘臭的头部切去,这种“毒菌”也就变为美味的食用菌了。

但是,我们也应看到我国人民对食用菌的栽培及利用大多还停留在感性认识即经验上,缺乏严谨充分的科学依据以及系统性和完善性。著名植物病理学家裘维蕃教授在1937~1945年,跋涉于西南诸省从事野生真菌调查和栽培方法的研究,他所积累的这些资料总结成为《中国食用菌及其栽培》一书,已于1952年出版。因此,1937年应是我国科学栽培食用菌的起点。解放后,我国的食用菌事业有了新的发展。在1956年,我国已能自制蘑菇菌种,改变了种蘑菇必须从英国进口菌砖的落后局面;1958年,原上海农业试验站和上海师范学院开始研究蘑菇栽培中的代用品问题,并成功地用猪、牛粪等马粪代用品生产出了蘑菇,而此时国外还在讨论是否能不用马粪来栽培蘑菇。1960年上海农科院食用菌研究所又从福建耳棒中获得了银耳纯菌丝种,并开始进行木屑栽培。1961年上海师范学院生物系和中央商业部菜果局合作,用芽孢子菌种在陕西西安、山西恒曲、江西黄岗等地区人工接种银耳并获得了成功,扩大了银耳栽

培地区。1965年福建省三明真菌试验站（即现在的三明真菌研究所前身）又对银耳栽培技术进行了研究。十年“文革”期间，食用菌的生产和研究也受到了影响，一度处于停顿状态。“文化大革命”结束后，特别是党的十一届三中全会以来，食用菌的生产及研究以前所未有，其它行业无以匹敌的深度和广度迅速发展。食用菌的产量与质量直线上升，食用菌新驯化成功的种类和新培育出的品种大量增加。现全国各省甚至县都有食用菌的科研和生产机构，各种有关食用菌的书籍、报刊杂志如雨后春笋般纷纷出世，群众栽培食用菌的热潮空前高涨。当然，目前我国食用菌研究和生产在发酵、代谢、遗传育种等方面跟世界上的先进国家相比还有一段距离，有些方面还是空白。食用菌的栽培、管理还未实现机械化，尤其是栽培过程中几乎是手工操作，单位面积产量也低于世界一般水平。食用菌各级科技人材和技术骨干缺乏，同时现有的技术人员的业务水平也急待提高。此外，由于当前我国物质文明生产水平较低，大多数食用菌农药残留量和其它有害物质含量暂时没有标准，食用菌生产的国家标准还未实行，这对人民身体健康、出口创汇都有一定的影响。因此，我们必须努力工作，奋起直追，赶上和超过世界先进水平。

第三节 食用菌的生产发展概况及前景

由于食用菌具有很高的食用价值和药用价值，因此在上

的消费量与日俱增。仅以蘑菇为例，据统计，1980年蘑菇消费总量最多的是美国，约为26万吨；其次为西德16.1万吨；法国11.15万吨；英国7.73万吨；意大利6万吨。

随着食用菌消费量的迅速增加，食用菌的生产发展很快。现在全世界进行食用菌生产的国家和地区有80多个，年总产量达120多万吨，主要栽培种类有双孢蘑菇、香菇、平菇、草菇、金针菇、黑木耳、银耳、猴头等。其中双孢蘑菇产量约占食用菌总产量的70%左右，是全球性栽培的食用菌，但以西欧和北美为主；香菇约占全部食用菌产量的20%，日本是主要生产国，其次是我国；草菇主产我国，其次为东南亚；平菇则主要产于西德、法国、捷克、中国和日本；金针菇主产日本和我国；黑木耳主产我国和日本；银耳和猴头则主要产于我国。

生产量的迅速增加与不少国家科学研究的迅速发展是分不开的。大多数国家设立了专业研究所和专门学校，指导食用菌生产并培养从事食用菌研究的人才，组织了国际食用菌学术机构，每隔3~4年进行一次国际会议，到1981年已举办了11次这种会议。我国在1981年召开了第一次全国性的食用菌学术会议。

其它生物很难利用的富含纤维素，半纤维素、木质素的有机物质，在全世界每年至少有30亿吨。这些工农业的有机废物储藏大量的能量，却年年被浪费掉，甚至造成环境污染。各种食

用菌的菌丝体则能分别吸收利用这类有机物质并制造成人类需要的蛋白质食品。同时剩余培养料又被改造成富含蛋白质的饲料或优质肥料。全世界能栽培的食用菌已从四十年前的4种发展到目前的14类20多种。如果能掌握现有的野生菌类资源加以充分利用,不断增加人类栽培食用菌品种;同时掌握各种菌的生物学规律,多方面利用多种有机废物作为食用菌的培养料,那么将会给人类提供更多的菌类食品,同时也能充分利用自然资源。估计全世界食用菌产量在几十年内将超过亿吨,成为人类蛋白质食品的主要来源之一。

第四节 食用菌栽培学与其它学科的关系

食用菌栽培学作为一门应用真菌学它必然与其它的基础学科和真菌学的其它学科有密切的关系,并以这些学科作为基础。实际上,它是真菌学、园艺学、工程学三门科学之间发展起来的边缘科学。因此它要求具有一定的数学、物理、化学(特别是分析化学和生物化学)知识和具备相当的真菌形态学、真菌分类学、真菌生理学、真菌遗传学、普通植物病理学、昆虫学等方面的基础;掌握一些真菌学中常用的分离培养的技术和方法。同时,既然它是一门应用科学,就有十分鲜明的应用性。因此,本门学科除要求掌握一定的基本概念和基本理论外,还特别强调要求掌握基本技能和生产过程,特别强调理论联系实际。这就要求同学们

不仅要注意课堂学习，而且要重视实际操作，二者不可偏废。此外，由于本门学科是近几十年才初步系统化和完善起来的年轻学科，并^正在迅速发展之中，必然^还不十分成熟。所以，又要求同学们除了掌握本教材的内容，还要密切注意有关的考虑文献和文章，自觉地吸收新的内容，补充和修正过去的知识。

复习题

1. 解释：

食用菌 半人工栽培

2. 食用菌主要经济价值有哪些？试举例说明。

3. 简述我国食用菌栽培发展历史。

4. 我国现代食用菌栽培史中，有哪些科学家作出了重大贡献？其成就是什么？

第二章 食用菌生物学

提 要

典型的伞菌类食用菌一般由菌盖、菌柄及菌丝体三部分组成。菌盖和菌柄是食用菌的繁殖器官，产生各种孢子，繁殖后代。两者子合称为子实体。菌丝索是食用菌的营养器官，生于基质内并分解基质，吸收营养；同时对子实体还起到支持和固着作用。

把从孢子→初生菌丝体→次生菌丝体→子实体→孢子的生活循环过程称为食用菌的生活史。

食用菌的生长发育与特定的环境条件密切相关。不同的植被类型食用菌的自然分布也不尽相同。不仅不同的食用菌对理化条件要求不同，而且同一种食用菌在不同的发育阶段对理化条件的要求也迥异。食用菌生长发育的营养物质主要有碳、氮、无机盐和生长素等。食用菌在^发生长过程中还与微生物、动物以及植物（表现在兼性寄生、菌根等方面）有密切的利害关系。

第一节 食用菌的形态结构

食用菌在分类上属于真菌门中的子囊菌亚门和担子菌亚门的菌类。菌体一般较大，约在 $3\sim 18\times 4\sim 20$ 厘米左右。与其他真菌比较，它们都是属于最大型的，因此又称为大型真菌。

各种食用菌的形态多种多样，有头状的、笔状的、树枝状的、

花朵状的、舌状的、球状的及伞状的，但以伞状的最多。现以其为例，介绍食用菌的形态构造。

伞菌一般由菌盖、菌柄及菌丝体三部分组成。菌丝体呈须状，是食用菌的营养器官，存在于土壤、树木等基质内，它的主要功能是分解基质、吸收营养。菌盖和菌柄是繁殖器官，主要功能是产生孢子、繁殖后代。菌盖和菌柄又合称子实体（即能产生繁殖器官的结构称为子实体），子实体是供人们食用的部分。

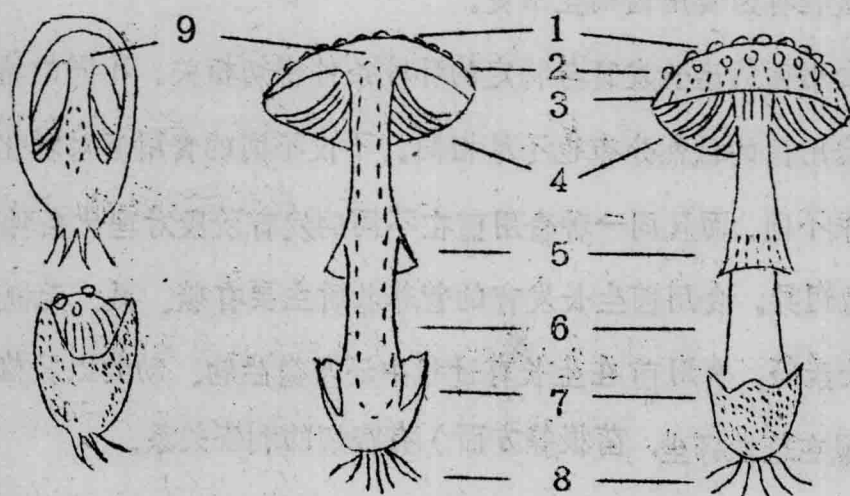


图 2—1 蘑菇的形态结构示意图

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

一、菌丝体

1. 形态构造：菌丝体是菌丝错综交织而成的网状体。它是食用菌的营养器官，生长在树木、土壤等基质内。主要功能是分