

食用菌栽培与加工

THE CULTURE AND PROCESSING OF EDIBLE FUNGI

钟 雪 美 主 编



天 时 出 版 社

食用菌栽培与加工

钟雪美 主编

天 则 出 版 社

食用菌栽培与加工

钟雪美 主编

*

天则出版社出版

(陕西·杨陵一号信箱)

凤翔县印刷厂印刷

陕西省新华书店发行

开本787×1092 1/16 15印张 字数330千字

1990年7月第一版 1991年7月第一次印刷

印数 1—4000册

ISBN 7—80559—290—X/S·64 定价：6.50元

主 编 钟雪美

副 主 编 薛知文 王泾贞

参编人员 李静丽 杨玉秀

杜双田 叶 秦

前 言

食用菌具有高蛋白、低脂肪、低热能、多药效等特点，是当今世界所公认的保健食品。随着人们生活水平的不断提高和现代科学突飞猛进的发展，对食用菌的营养价值和疗效作用、以及对利用菌类开发秸秆、工厂下脚料等再生资源发展蛋白质生产的意义有了新的认识，使食用菌栽培与加工日趋繁荣，已成为在国民经济中具有一定地位的开发性事业。

我国是世界上认识和利用食用菌最早的国家。当前国际上进行大规模商品性生产的几种食用菌中，银耳、木耳、草菇、香菇、茯苓、灵芝的人工栽培均起源于我国。我国劳动人民在长期的食用菌生产实践中积累了丰富的经验。尤其是近年来，随着食用菌生产的发展，在食用菌的基础理论研究方面有了新的突破，应用技术进展较快，产量成倍增长。我国已发展成为世界上食用菌生产大国。为了适应食用菌生产的发展和满足食用菌教学的需要，我们编写了这本《食用菌栽培与加工》教材。本书内容比较系统而全面，基础理论与实践应用紧密结合，既总结了作者长期的研究成果，又广泛吸取了国内外最新资料和先进技术，力求说理透彻，精炼简明。可作为高等院校食用菌学的教材，也可供食用菌科技人员参考应用。

全书分 16 章，第 1~5 章较详细阐明食用菌的基本概念、形态分类、生理、遗传育种、菌种制作；第 6~15 章具体介绍香菇、平菇、双孢蘑菇、黑木耳、金针菇、银耳、猴头、草菇及其它食用、药用真菌的各种现代栽培方法和病虫害防治；第 16 章重点讨论了食用菌的加工方法。

本教材在编写过程中，得到了西北农业大学、陕西师范大学和西北大学等校教务处、系领导的大力支持，特别是西北大学副校长陈汤臣同志给予了大力帮助，西北农业大学汤代良先生在审稿中提出不少宝贵意见，特在此一并致谢！

本书内容涉及面广，限于我们水平有限，加之编写时间仓促，错漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1990.3

目 录

第一章	绪 论	1
第二章	食用菌的形态结构	7
第一节	菌丝体	7
第二节	子实体	9
第三节	食用菌标本采集与分类鉴定	15
第三章	食用菌的生理	22
第一节	食用菌细胞的化学组成	22
第二节	食用菌的营养	24
第三节	食用菌的生长与繁殖	28
第四节	食用菌的环境条件	33
第四章	食用菌的遗传与育种	41
第一节	食用菌的遗传学基础	41
第二节	食用菌的生活史及生殖特征	48
第三节	食用菌的菌种选育	54
第五章	食用菌菌种生产	61
第一节	菌种生产的基本设备	61
第二节	培养基	63
第三节	灭菌与消毒	68
第四节	菌种生产	71
第五节	纯种分离	73
第六节	菌种质量鉴定	78
第七节	菌种保藏	81
第六章	香 菇	84
第一节	概 述	84
第二节	香菇的生物学特性	85
第三节	香菇的段木栽培	89
第四节	香菇的代料栽培	95
第七章	平 菇	101
第一节	概 述	101
第二节	平菇的生物学特性	101
第三节	平菇的栽培管理	107
第四节	采收和分级	116
第八章	双孢蘑菇	117

第一节	概 述	117
第二节	双孢蘑菇的生物学特性	117
第三节	菇房的设置与消毒	121
第四节	双孢蘑菇的栽培管理	123
第五节	采 收	134
第九章	黑木耳 (附: 毛木耳)	135
第一节	概 述	135
第二节	黑木耳的生物学特性	135
第三节	黑木耳的段木栽培	138
第四节	黑木耳的代料栽培	143
	附: 毛木耳	147
第十章	金针菇	148
第一节	概 述	148
第二节	金针菇的生物学特性	149
第三节	金针菇的栽培管理	153
第十一章	猴头菌	159
第一节	概 述	159
第二节	猴头菌的生物学特性	159
第三节	猴头菌的栽培管理	162
第十二章	银 耳	166
第一节	概 述	166
第二节	银耳的生物学特性	167
第三节	银耳的栽培管理	170
第十三章	草 菇	175
第一节	概 述	175
第二节	草菇的生物学特性	175
第三节	草菇的栽培管理	178
第四节	采收与分级	181
第十四章	其它食用和药用真菌	182
第一节	竹 荪	182
第二节	茯 苓	184
第三节	灵 芝	186
第四节	蜜环菌和天麻	188
第十五章	食用菌的病虫害及其防治	193
第一节	病害及其防治	193
第二节	虫害及其防治	200
第三节	食用菌病虫害的综合防治	204
第十六章	食用菌的加工	206

第一节	概 述	206
第二节	食用菌的盐渍	207
第三节	食用菌的干制	210
第四节	食用菌的罐藏	215
第五节	食用菌的蜜饯	220
第六节	食用菌的饮料	223
第七节	食用菌的调味品	226
主要参考文献		229

第一章 绪 论

食用菌的基本概念

食用菌 (Edible Fungi) 不是生物分类学上的名词, 而是可供食用的各种大型真菌的通称。大型真菌中有的有剧毒, 通称毒菇或毒蕈; 有的含有药用成分称药用真菌, 如灵芝、猪苓、雷丸、虫草等; 有的具有肉质或胶质子实体, 风味独特, 营养丰富, 经常食用有益于人体健康, 称为食用真菌 (简称食用菌), 如蘑菇、香菇、平菇、木耳等; 还有些既能药用又可食用的, 如猴头、银耳等。

食用菌在真菌分类学上, 绝大部分属于担子菌纲, 极少数属于子囊菌纲, 而真菌中其它几个纲至今尚未发现。据报道世界上已发现的食用菌约有 2000 多种, 目前已被人类所利用的有 400 种左右, 而能够进行人工栽培的又仅有 40 余种。绝大多数名贵食用菌至今仍未被人们所认识。目前作为商品生产的还不到 20 种。

我国土地辽阔, 生境复杂, 野生和栽培食用菌资源十分丰富。据报道 (卯晓岚, 1989): 我国食用菌已知种类多达 720 种, 它们分属于 143 属、44 科, 几乎包括世界上已知的重要食用菌种类。其中担子菌占 93% 以上 (675 种), 隶属于 34 科, 125 属。属于子囊菌的约占 7% (45 种), 隶属 10 科, 18 属。在已知食用菌中味道鲜美、质地优良的有百种以上, 具有不同药用价值的也达 100 多种, 所以食用菌被誉为“健康食品”, 尤其野生食用菌被认为是极少甚至没有污染的“卫生食品”。另外, 约有 30 种含微毒, 需经加工处理方可食用, 称之为“条件食用菌”。

我国食用菌种类虽多, 但目前栽培和进行试验栽培以及利用菌丝发酵培养的约有 80 种、37 属、18 科, 占国产食用菌种数的 11.1%; 广泛栽培的不超过 20 种。说明绝大多数食用菌仍处在野生的自生自灭状态, 开发利用甚少。其原因是多方面的, 现阶段主要是食用和有毒种类的鉴别及收集、加工技术等尚未解决, 以致影响这类生物资源的充分利用。如果能有组织地进行研究开发, 使原来自生自灭资源转为高档商品, 定能取得较好的经济效益。

食用菌生产的经济意义

(一) 食用菌的营养价值和药用价值

食物的三大营养元素是脂肪、碳水化合物和蛋白质。前二者由碳、氢、氧组成, 一般食物中都不缺乏。但由氮和其它元素所组成的蛋白质就比较难得, 成了最重要的营养要素。食用菌中蛋白质含量一般较高, 如双孢蘑菇的某些品种, 蛋白质含量可达干菇的 40% 以上。组成蛋白质的 20 种氨基酸中, 食用菌通常就含有 16—18 种, 特别含有一般

蔬菜所缺乏的异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸、色氨酸等人体必需的氨基酸。这些必需氨基酸的含量占总氨基酸量的 25—40%，其数量和比例和人体每日所需的数量和比例很吻合。必需氨基酸的指数，有的近于牛奶，如双孢蘑菇；有的相当于大豆，如香菇。因此，食用菌是一种较好的蛋白质来源。此外它还含有一些其它食品所少见的稀有氨基酸，如羊肚菌属 (*Morchella*) 的食用菌含有顺—3—氨基—L—脯氨酸、 α —氨基异丁酸和 2、4—二氨基异丁酸，羊肚菌的特殊风味就跟这些稀有氨基酸有关。松口蘑 (*Tricholoma matsutake*)、橙盖鹅膏 (*Amanita caesarea*) 和双孢蘑菇等，都含有口蘑氨基酸和鹅膏蕈氨酸，这两者都是著名的产生鲜味的氨基酸。此外，它还含有多种维生素、糖类和矿质元素等，脂肪含量较低。因此食用菌不仅营养丰富，而且味道鲜美，具有特殊香味，自古以来为人们所喜爱。一些著名食用菌，常被列为宴席上佳品，誉称为“山珍”，并有“素中之荤”、“植物肉”的美称。因此，在现代人们食品构成中，食用菌类生物蛋白的地位越来越高，许多国家十分重视食用菌资源的开发利用，积极组织食用菌研究、生产和商品经营。

食用菌目前普遍受到国内外重视，除含有丰富的蛋白质和各种营养物质以及独特风味以外，还在于它具有一定的药用价值，能预防和治疗多种疾病。对此，我国历代文献均有详细的记载，并在医治疾病上得到了广泛应用。

近数十年来，随着医疗卫生事业的发展，食用菌的药用价值日益引起人们的重视，已成为探索和发掘新药的重要领域之一，并有了可喜成果，如《天麻蜜环菌》(片剂) 主治眩晕、头痛、惊风、癫痫、四肢麻木、腰膝酸痛等症状均有一定疗效；《猴菇片》是由猴头菌丝培养而成，对胃和十二指肠溃疡有良好疗效，对消化道癌症也有缓解作用；《健肝片》是用富含核苷酸的蘑菇浸出液制成，是治疗肝炎的辅助药；《亮菌糖浆》是医治胆囊炎和降低血中 GPT 含量的特效药。

防治肿瘤是目前医药界的重大研究课题。抗肿瘤药物的筛选，过去偏重于直接抑制肿瘤细胞生长的药物，但是这类药物往往副作用很大。近来人们着眼于筛选能增强机体对癌细胞抵抗力的药物，食用菌被列为重要抗癌药物的筛选对象，已引起医药界的高度重视。1930 年德国首先报道了蘑菇属、干朽菌 (*Merulius lacrymans* Fr.) 和白鬼笔 (*Phallus impudicus* L. ex pers.) 等发酵产物，经过一系列处理后，对癌症病人主观症状有所改善。1957 年卢卡斯 (Lucas, L. H) 发现美味牛肝菌 (*soletus edulis*) 的子实体提取液对肉瘤 (S—180) 生长有阻滞作用；后来，雷戈里 (Gregory, E. T) 等也发现在猴头菌 (*Hericiun erinacens*) 和林缘口蘑 (*Tricnoloma panecolum*) 等的发酵液中存在对肉瘤 (S—180) 和肉瘤 755 的高度活性物质。1969 年日本学者千原 (Chihara, G) 系统地研究了担子菌的抗肿瘤效应，结果发现松口蘑、光帽鳞伞、毛柄金钱菌、香菇和糙皮侧耳等对肉瘤 (S—180) 有较高的抑制效果。千原的这个试验轰动了整个医药学界。1972 年吉冈佑子等深入研究了毛柄金钱菌的抗肿瘤物质，结果发现毛柄金钱菌的抗肿瘤有效成分是以 β —1、3 葡萄糖苷相连接的多糖。此后，日本、美国等科学家都在真菌中进行大规模筛选与研究。据统计对肉瘤 (S—180) 和艾氏癌 (EC) 的抑制率达 60—100% 的真菌有 266 种，72 属，51 科。其中不少是食用真菌，我国已知抗癌真菌中，大约有 160 种是食用菌，另有 34 种是毒菇。因此，食用菌一般都有防癌抗癌作用。

目前认为大型真菌的抗癌物质主要是多糖，其抗癌机理不是直接杀伤癌细胞，而是通过提高机体的免疫力发挥效能，间接抑制肿瘤生长。研究报道比较多的有香菇多糖、银耳酸性异多糖、云芝多糖、茯苓多糖、裂褶菌多糖、猪苓多糖、猴头菌多糖、灵芝多糖、蜜环菌多肽葡聚糖等，其中云芝多糖（PSK）作为抗癌药物已在日本市场销售。

此外，食用菌还能产生多种抗菌素，目前已知食用菌产生的抗菌素有 60 多种，如头状秃马勃产生的马勃素对革兰氏阳、阴性细菌、霉菌有抑制作用；长根菇中的德奥蘑菇酮能抑制霉菌；金针菇中的朴菇素有抑制肉瘤 S—180 作用；香菇和磨菇中的蘑菇核糖核酸，可刺激诱导细胞产生干扰素，抑制流感病毒增殖。许多食用菌可以降低血液中胆固醇含量，能预防心肌梗塞，动脉硬化、高血压、冠心病等。所以食用菌作为保健食品的价值，也日益受到人们重视。

（二）有助于改善我国人民的食物结构

我国是一个人口众多，土地资源相对贫乏的国家。全国人口占世界总数的 22%，而耕地面积只占世界耕地总面积的 7%，农业所承受的负荷相当于世界平均水平的 3 倍左右。现在我国人口每年以 1500 万的速度净增，而滥占耕地面积现象十分严重。据专家预测，到 2000 年，全国人口有可能突破 12.5 亿甚至更多些，而人均耕地面积将由现在的实有 2.0 亩下降为 1.4—1.5 亩。即使实现了生产 5 亿吨粮食的目标，人均占有粮食也只能维持 400 公斤的水平，不可能有更多的粮食用于转化肉、蛋、奶。同时我国荒地资源也为数不多，且多在边远地区，开垦难度较大。草原面积又有限，且面临沙化威胁。因此，能提供的草食家畜也不可能很多。据 1982 年全国营养调查，动物性食物只占总热量 8%，而动物性蛋白质仅占食物中总蛋白质的 11.3%。如何发展动物性蛋白，对提高我国人民营养水平有重要意义，但需要投资多，不可能很快实现。这就决定了在相当长时期内我国仍要以素食营养为主。

食用菌是高蛋白食物，氨基酸含量比例协调，而且蛋白质利用率高，如香菇的蛋白质利用率达 78%。它既不占用大量耕地，又不需要昂贵设备，比生产动物蛋白质容易、快速、经济、合算。据报道一公顷土地可生产双孢蘑菇干蛋白质 67,308—78,526 公斤，比生产粮食或饲料所产生的蛋白质多几十倍至几百倍，且生产食用菌的主要原料是农作物秸秆和有机废物。因此，根据我国国情，发展食用菌生产对弥补食物中蛋白质不足、改善我国人民长期以粮食为主体的食物结构、提高人们健康水平有着重要的意义。

（三）有利于建立生态农业

当今之世，人类面临着全球性的人口、粮食、资源、环境和能源等问题的重大压力，发展生态农业已引起全世界关注和我国的高度重视。

生态农业是以生态学基本原理为指导，根据生态系统内物质循环和能量转移的生物学规律和经济学规律，建立农林牧综合经营，种（植）养（殖）加（工）协调发展，而又各有侧重的合理的农业生产结构。它使绿色农作物初级生产物能按照食物链的营养级和加工链的增殖级进行多层次转化利用和循环利用。同时，在商品经济条件下，为了维持农业生态系统内物质循环的正常进行，最大限度地提高农业生产力。发展食用菌生产就是实现这种利用的一个重要环节。许多人工栽培的食用菌如平菇、香菇、金针菇、木

耳等可直接利用各种秸秆、皮壳、树叶、木屑、蔗渣等纤维素和木质素物质，为人们提供高营养食物。收菇后的菌糠中，动物难以利用的粗纤维和木质素成分大为下降，而粗蛋白和糖显著增加，可用来作为饲料和饵料。菌糠喂禽、畜后的粪便又可用来生产双孢蘑菇。这样就使植物生产所截获的太阳能更多地转化为人类所需要的营养物质和能量。所剩下的残渣又可生产沼气或肥田。这样过去仅能作为燃料的废弃物，通过这些循环，既不减少废弃物的原有养分，又不减少其能源，还产生了有营养价值的食物，促进了种植业、养殖业生产，实现了农业生态良性循环，可显著地提高农业生产力。

（四）有助于广大农民脱贫致富

目前我国还有近四千万农村人口温饱问题尚未解决，而这些人口又主要分布在一些山区。利用山区的部分杂灌林木资源和剩余劳力，进行香菇、木耳等食用菌的段木栽培，将杂灌林木转化为高档商品，这对发展山区经济、扶植贫困山区农民脱贫致富都有重要意义。据有关资料统计，香菇和木耳的段木栽培，在发展山区多种经营、活跃山区经济、支援外贸出口方面都发挥了巨大作用。如湖北房县是闻名中外的“房耳”产地，年均产耳超过 250 吨，其产值占整个副业生产总值的 1/3 以上，成为该县农业生产中一个举足轻重的商品。

我国是一个农业国，农作物秸秆资源十分丰富，但大都当作柴火烧掉或腐烂掉，如果拿部分秸秆栽培食用菌，其经济效益相当可观。如福建省耕地面积 2000 万亩，人口 2600 万，人多地少，劳力有余。他们除比较普遍地利用秸秆枝丫外，还利用野草生产食用菌。1987 年全省食用菌总产 12 万吨，产值 6.79 亿元，其中双孢蘑菇 9 万吨（稻麦草料），产值 1.63 亿；香菇 2 万吨（枝丫木屑），产值 2.2 亿元；银耳 4 千吨（棉籽壳），产值 1.9 亿元。全省有一批贫困县、乡靠食用菌脱贫致富，还创汇 7,315 万美元。陕西宝鸡地区许多菇农利用麦草种植平菇，在不计劳力情况下，投资 100 元，可收益 500—600 元。这不仅把农业资源优势变为国内外市场优势，为农民就地取材劳动致富开拓了门路，而且对解决人口众多的就业问题和安定团结方面都起了积极作用。

我国食用菌发展简史与展望

（一）我国食用菌发展简史

我国是世界上认识和利用食用菌较早的国家。早在公元前 239 年的《吕氏春秋》中，就载有“味之美者，越骆之菌”，说明菌类在当时已成为美味食品。《礼记》中也有“食所加庶，羞有芝”的记载，芝一词指菇耳，自此而出。东汉末年（三世纪）我国最早药学专著《神农本草经》中，记载有灵芝、茯苓、木耳、银耳等药用价值；后魏贾思勰著《齐民要术》（公元 533—540 年）“素食篇”中详细介绍木耳菹的制法，可见那时已将野生菌、耳列为名贵佳肴。公元 7 世纪苏恭等人著的《唐本草注》记有“桑槐楮榆柳，此为五木耳，软者并堪啖。楮耳人常食，槐耳疗痔，浆粥安诸木上，以草覆之，即生蕈尔”，说明我国人民早在唐代就掌握了黑木耳的生活习性和栽培方法，这比意大利试栽鳞耳成功要早 900 年。韩鄂编的《四时纂要》卷中“种菌篇”，将菌子的种植、管理、采收、干藏以及有无毒性等都作了具体叙述。11 世纪后，随着唐、宋文化的昌

盛,我国人民对食用菌的认识,也从零星记载逐步走向深入和系统化,编辑、撰写为专著或列为农学或药物学著作中专章专节者渐多。如陈仁玉著的《菌谱》(公元1245年)对浙江东南部11种食用菌的名称、特征、出菇条件和风味作了精辟的论述;王桢撰写的《农书》(公元1313年)详细记载了香菇伐树砍花的栽培方法。这套伐木砍花的栽培技术约在300年前传往日本,发展了日本的香菇生产。明代潘之恒于1500年完成的《广菌谱》记述了鸡枞和其它40余种食用菌的生态条件和利用价值,涉及的产地有云南、安徽、广西、湖南等9个省,可见当时应用食用菌已很普遍;李时珍著的《本草纲目》(公元1596年)对前人记述的20多种有药用价值的菌类名称进行考证,并对形态、栽培、采集方法和药用功效作了详细论述。关于金针菇的栽培,据裘维蕃先生考证,距今已有1400多年历史。以上这些历史资料,具体记载了我国食用菌科学知识的渊源,也说明我国古代历史上食用菌栽培相当普遍。国外栽培食用菌的历史是很短的。法国从1650年在巴黎郊区开始种植双孢蘑菇以来,也只有300多年历史。

另外两种我国栽培的主要食用菌:草菇和银耳,也都有200多年历史。草菇栽培起源于广东南华寺僧侣,亦称南华菇。目前世界上只有东南亚各国栽培,由华人传入,所以草菇又称中国蘑菇。银耳在四川、湖北、福建山区,当时采用栽培木耳技术、砍伐耳木,由野生银耳飞散孢子自然接种,进行半人工栽培。双孢蘑菇在我国栽培历史较晚,本世纪30年代才引种试验,至今只50多年历史。从上看出,当今世界上五大食用菌(双孢蘑菇、香菇、金针菇、草菇和木耳)中,除双孢蘑菇为法国首先栽培外,其余四种都是我国首创。因此,中国在食用菌的发展史上有其悠久、光辉的一页。

我国食用菌栽培历史虽然悠久,但过去发展速度相当缓慢,直至解放前夕,我国的食用菌栽培仍处于半野生半人工栽培状态,在开发利用野生资源上仍停留在原始水平。解放后,在党和政府重视下,食用菌生产有了较大发展。1956年我国首次分离黑木耳纯菌种成功,接着猴头、银耳也获得纯种培养。代料栽培的探索,使丰富的农作物秸秆,如玉米秆、玉米芯、麦草、稻草、棉籽壳、枝丫、木屑等,以及工业生产的下脚料如啤酒糟、甜菜渣、废棉等得到广泛利用,使食用菌生产走出山区,向广大农村和城市郊区发展。栽种蘑菇的堆料也由稻草和畜粪配合,改进为以尿素、硫酸铵代替畜粪,发展了无粪合成堆料,从而扩大了生产。据不完全统计,1978年全国食用菌总产量约为6万吨,现在年产量达60多万吨,价值约28亿元人民币,出口创汇约3亿美元。目前,我国除双孢蘑菇的产量仅次于美国,香菇产量仅次于日本居世界第二位外,木耳、银耳、金耳、猴头、草菇、平菇、茯苓等的产量均居世界首位。双孢蘑菇的出口量已居世界第一,远销世界56个国家和地区,在国际市场上享有较高声誉。

近年来,我国对野生菌的驯化栽培方面也作了大量工作。如金耳和它的伴生菌配合接种段木,或木屑堆料袋栽获得成功;松茸、松乳菇、鸡油菌、美味牛肝菌等外生菌根型的种类以及羊肚菌,已分别用分离的纯种在林地原位和模拟的环境中接种,进行驯化培养试验;与白蚁共生的鸡枞已在原样的菌圃生态环境中接入孢子试行培养等方面,也都进行了大量工作。在遗传育种方面,筛选出许多高产优质菌种。另外在食用菌保鲜和加工技术上,应用钴⁶⁰辐射处理,或排除空气充以CO₂,以及冷藏速冻等保鲜技术取得成功。在双孢蘑菇盐渍和罐藏基础上,扩展了平菇、金针菇的盐渍和罐装生产工艺;对

香菇干制，改进烘焙技术，促使产生特殊香味，提高了品质；利用远红外和微波干燥金针菇、猴头菌等，以保持特殊营养成分和色泽，正在进行研究。

目前全国约有一千多万菇农和食用菌工作者从事食用菌的科研、生产、教学、服务工作，经过他们的多年努力，我国现已建成一批规模较大的商品基地，黑木耳年产 50 吨以上的基地县由 1979 年的 13 个增加到 30 多个；福建古田县 1987 年产银耳 4000 吨、袋栽香菇 3000 吨，成为我国最大的银耳、袋栽香菇基地；浙江常山县年产猴头 700 吨，成为当今世界上最大的猴头生产基地。我国食用菌生产虽已进入一个新阶段，但与先进国家相比，差距还很大，如蘑菇每季一平方尺的单产，荷兰为 3 公斤，美国为 2.43 公斤，而我国则不到 1 公斤；菌种生产没有法规，比较混乱；加工、贮藏、保鲜、包装等技术力量薄弱，每逢菇类大量上市，常因加工跟不上，贮藏保鲜技术未过关而变质受损；至于机械化程度更不能相比。一些先进国家如荷兰、美国等，已走上控温、控湿、自动调节空气和使用机械化操作工厂化生产与专业化生产的道路。

（二）发展我国食用菌事业的展望

随着科学技术的发展和人们生活水平的提高，人类对食用菌的认识也愈加深。食用菌作为一种产业、一种商品生产，已引起世界各国的重视。1950 年全世界食用菌总产量是 7 万吨，只有 15 个国家栽培双孢蘑菇。目前已有十几种菌类进行大量商品化生产，栽培国家也发展到 80 多个，年产量达 200 多万吨，特别是我国的食用菌生产发展尤为迅速。根据我国食用菌种类繁多、栽培原料可以就地取材的自然优势，以及发展山区和农村经济需要，将以多品种、高产、优质为目标，进一步发展生产。目前的任务是：

- 1、开展野生食用菌资源的调查研究，扩充资源库，提供驯化栽培和评选优质菌种和杂交育种的种质资源。

- 2、充分利用各地资源，大力发展食用菌生产。段木栽培食用菌的这种传统栽培方法，在山区和林区还应继续采用，但更要充分利用枝丫和积极发展代料栽培，以草代木栽培食用菌，以降低成本，满足市场需要。

- 3、加强选种和育种工作。应用细胞工程和 DNA 重组技术进行多种方法杂交，培育新品种，发挥杂种优势，提高单产。

- 4、积极研究食用菌的保鲜贮藏和加工技术，以适应国内外鲜品需要，并提高干制品和罐藏的质量，以扩大国际市场的销路；开发系列产品，提高经济效益。

- 5、重视科研工作，认真扎实推广先进生产和管理技术。培养一批高、中、初级水平的食用菌专业人才；建立具有一定规模的科技、信息、生产加工、销售等系列服务体系，积极开拓国内外市场。

- 6、大力组织宣传，指导消费。要运用一切宣传工具，如报纸、广播、电视等，实事求是地宣传食用菌的营养价值、药用价值和烹调技术，使更多的人了解食用菌，消费食用菌，以进一步拓宽国内消费市场。

回顾历史，展望未来，树立信心，搞好我国食用菌生产。深信我国食用菌事业在本世纪末，一定能够赶超世界先进水平。

第二章 食用菌的形态结构

食用菌种类繁多，形态多样，大小不一，它们都是由菌丝体和子实体两部分组成。

第一节 菌丝体

菌丝体是食用菌的营养器官，其功能是分解基质，从基质中吸收水分和养分，供食用菌生长发育需要。

一、菌丝体的形态和构造

菌丝体是由无数纤细的菌丝组成的集合体。菌丝是一种管状细丝，大都无色透明，菌丝分枝又分枝，组成菌丝群，通称菌丝体。

食用菌的菌丝都有隔膜，隔膜上有孔，称膜孔，可使原生质互相流通。由隔膜将菌丝隔成单核、双核或多核的多细胞构造。细胞包括有细胞壁、细胞质膜、细胞核、线粒体、内质网、液泡及油滴、肝糖等贮藏养分。细胞壁一般是由几丁质的微纤维组成骨架，但纲别不同，几丁质成分有差异，如子囊菌纲的羊肚菌 (*Morchella spp.*) 细胞壁几丁质的主要成分是 D—半乳糖，而担子菌纲的蘑菇、香菇等几丁质成分主要是岩藻糖，此外再加上氨基糖、蛋白质、甘露糖和葡萄糖等。

根据菌丝发育的顺序，细胞中细胞核数目、细胞核的遗传型及其功能，食用菌的菌丝可分为：同核菌丝体和异核菌丝体两类。

(一) 同核菌丝体

同核菌丝体是指一个细胞和一条菌丝的细胞质内只有一种遗传型的细胞核。

同核菌丝体又分：

1、单核同核菌丝体 指每一个细胞内只有一个细胞核，每条菌丝内的各个细胞核遗传型都相同。

2、双核同核菌丝体 每个细胞内含有两个细胞核，而且这两个细胞核的遗传型是相同的。

3、多核同核菌丝体 每个细胞内可以含有许多遗传型相同的细胞核。

在栽培上同核菌丝体称为初级菌丝或第一次菌丝。

(二) 异核菌丝体

异核菌丝体是指在一个细胞或一条菌丝的细胞质内，有一个以上遗传型不同的细胞核的菌丝。

异核菌丝体又分：

- 1、双核异核菌丝体 每个细胞内含有两个遗传型不同的细胞核。
- 2、顶端异核菌丝体 正在生长的菌丝顶端细胞含有遗传型不同的多个细胞核。
- 3、多核异核菌丝体 每个细胞内含有多个遗传型不同的细胞核。

(三) 双核菌丝体

这是一种特殊的异核菌丝体，其细胞内含有两个不同交配型的细胞核。

双核菌丝体又有同核双核菌丝体，异核双核菌丝体和多核双核菌丝体之分。

- 1、同核双核菌丝体 每个细胞中含有两个相同的细胞核，但交配型不同。
- 2、异核双核菌丝体 每个细胞中含有两个不同细胞核，且交配型也不同。
- 3、多核双核菌丝体 每个细胞中含有许多细胞核，但不同交配型的核成对存在。

在栽培上双核菌丝通常称为次级菌丝或第二次菌丝。

二、菌丝的组织体

有些食用菌生长到一定阶段菌丝相互交织而形成一定的组织体。常见的有：

1、菌丝束 由无数的菌丝沿长轴（纵向）方向扭织而成的线状体，但没有皮层和髓层之分，这种线状体称为菌丝束，俗称“菇根”。

2、菌核 是某些食用菌的休眠器官和贮藏养分器官。口蘑在冬天形成菌核越冬，茯苓、雷丸、猪苓等都是菌核。菌核中的菌丝再生能力很强，当环境条件适宜时，又可重新萌发。因此，菌核也可作为菌种分离材料。

3、菌索 菌丝缠结成绳索状，很象高等植物的根，如蜜环菌的菌索，其表面由排列紧密的菌丝组成，常角质化，对不良环境有较强的抵抗力。遇到环境条件适宜，又可恢复生长并分化形成子实体。

三、双核菌丝的锁状联合

锁状联合是大部分（90%）食用菌显著特征。通过锁状联合，可使一个双核细胞

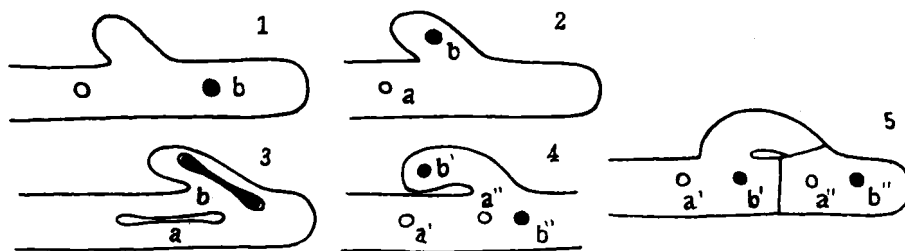


图 2—1 锁状联合形成过程

- 1、钩状部分形成
- 2、b 核进入钩状部分
- 3、核进行有丝分裂
- 4、b' 进入钩状部分顶端
- 5、形成新隔膜，隔成二个子细胞

变为二个双核细胞。锁状联合过程大体是这样：先在顶端双核细胞的两核（a、b）之

间，伸出一个短分枝，母核 b 进入短分枝内，随着 a、b 两核同时进行有丝分裂。一个子核 b' 留在伸长弯曲的短分枝（即钩状部分）内，另一子核 b'' 则进入顶部。母核 a 分裂的一个子核 a' 随新细胞生长移到顶端，和子核 b'' 配在一起。另一个 a' 则和移来的 b' 配合在一起。然后，在细胞中间和钩状突起处，分别各形成一个新隔膜，这样一个双核细胞就形成了两个双核细胞，在两细胞的隔膜处残留下一个明显突起，恰似一把锁，故名锁状联合。

锁状联合除子囊菌纲某些块菌外，只存在担子菌中，但并不意味所有担子菌都有锁状联合，如红菇、乳菇、蜜环菌就没有锁状联合。在真菌分类上，有无锁状联合是担子菌纲各科属分类的一个重要依据之一。

第二节 子实体

子实体是产生孢子的真菌结构。子囊菌的子实体叫子囊果，担子菌的子实体叫担子果，它是菌丝体上产生的，是食用菌的繁殖结构，也是人们食用部分。

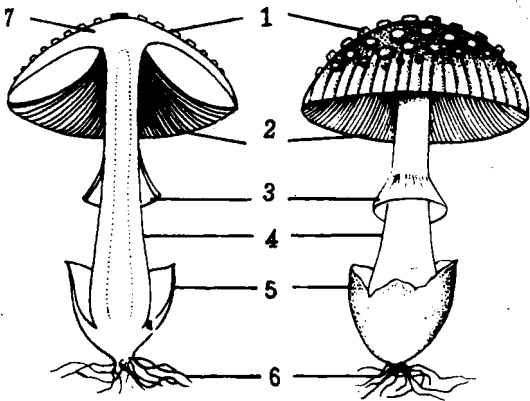


图 2—2 伞菌模式图

- 1、菌盖 2、菌褶 3、菌环 4、菌柄
5、菌托 6、菌丝索 7、菌肉

一、子实体的宏观特征

子实体形态多种多样，因种而异，有伞状、笔状、头状、耳状、舌状、球状、花朵状、树枝状等，而以伞状最多。伞状子实体的外部形态大致包括菌盖和菌柄两个主要部分，有的食用菌的菌柄上还附有菌环和菌托等（图 2—2）。

（一）菌盖

菌盖又称菌帽，是人们食用的主要部分。

1、菌盖形态与表皮特征 菌盖的形态多样，有圆形、半圆形、扇形、半球形、斗笠形、钟形、漏斗形、半漏斗形、卵圆形、圆锥形、喇叭形或马鞍形等（图 2—3）。

菌盖表皮菌丝里含有不同的色素，因而使菌盖呈现出不同的色泽，各种色泽又有深浅之差。甚至还随着子实体的生长发育或环境干、湿度或光照情况而变化。菌盖大小也不相同。质地有肉质、膜质、蜡质等，还有软、硬、脆等差别。菌盖中央有平展、凸起、下凹、尖突或脐状等。菌盖边缘有全缘、开裂、具条纹或粗条棱；有的边缘向内卷曲、上翘、反卷等，还有呈花瓣状、波状及边缘表皮延生等。

菌盖表面有光滑、皱纹、条纹、龟裂等，也有干燥、湿润、粘滑；还有表面粗糙具