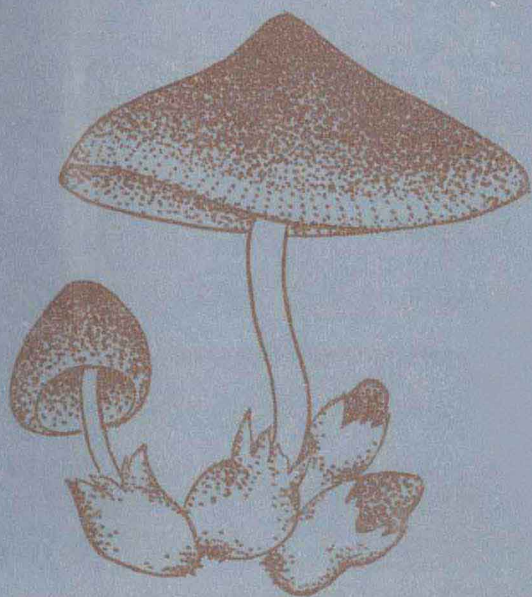


蕈菌学概论

——食药用菌栽培与加工

董万先 编著

河南大学出版社



蕈菌学概论

——食药用菌栽培与加工

董万先 编著

河南大学出版社

(豫)新登字09号

蕈菌学概论

董万先 编著

责任编辑 蔡兴元

河南大学出版社出版发行

(开封市明伦街85号)

河南大学印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 9 字数: 200千字

1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

印数: 1—3000 定价: 6.30元

ISBN7-81041-043-1/Q·9

前 言

随着新技术的推广和普及，我国的食用菌生产发展迅速，品种由单菇类向多菇类发展，栽培方式由零星分散性向集约化规模生产转变，其产量和外销数量逐年增加，成为发展农村经济的新兴产业和出口创汇的拳头产品，是我国菜篮子工程建设中一种颇受群众喜爱的健康食品。

但是，根据编者对中原地区的调查发现，食用菌生产新技术的推广和应用远未普及。不少生产者因缺少先进技术资料，生产方式和方法落后，因而单产较低、质量欠佳、效益不高。希望《蕈菌学概论》的问世，对食用菌整体栽培技术水平的提高、食用菌生产的发展产生一定的推动作用。

“蕈菌”是一新的专业术语，它包括食用蕈菌、药用蕈菌、有毒蕈菌等。书中重点论述了蘑菇、草菇、平菇、香菇、金针菇、木耳、银耳、猴头、灵芝等食用药用蕈菌的生物学基础知识，介绍了菌种生产、代料栽培、病虫杂菌危害的防治、产品加工等新技术。全书力求理论与实践的统一，既有大量详实的资料又有简明的理论阐述，对解决实际生产中的技术问题具有指导意义。本书把生产技术编制成程序，叙述简洁，一目了然。本书既可作为高校生物学和农学专业学生学习的教材或参考，又可作为各地举办食用菌培

训练的教材，是广大食用菌生产者的锦囊。

在编写中，参考了国内外同行专家的许多试验成果和有关资料；河南大学生物系主任蔡兴元教授应邀审阅了本书第一稿，给予了积极的评价，提出了有价值的建议；河南省长垣县凡相乡民政办公室主任吕润德老师对本书的出版给予了大力的支持和帮助；燕静安、许颖等同志帮助整理了大量文稿和文字校对工作。在此，一并表示诚挚的谢意！

由于编者的水平有限，书中不妥之处恐难避免。祈望读者和同行多加指正！

董万先

1993年8月写于河南大学食用菌研究所

目 录

结论	(1)
第一章 蕈菌的生物学基础	(5)
第一节 蕈菌的形态与分类	(5)
第二节 蕈菌的繁殖与生活史	(22)
第三节 蕈菌的生理与生态环境	(44)
第四节 主要栽培蕈菌的生物学特征	(60)
第二章 制种技术	(77)
第一节 菌种生产的基本设备	(77)
第二节 培养基	(81)
第三节 消毒与灭菌	(83)
第四节 菌种生产	(88)
第五节 菌种质量的鉴定	(91)
第六节 菌种的分离与繁殖	(93)
第七节 菌种的保藏与复壮	(95)
第八节 菌种的选育	(102)

第三章 栽培技术.....(108)

- 第一节 双孢蘑菇栽培.....(110)
- 第二节 平菇生料速生高产栽培.....(122)
- 第三节 草菇栽培.....(130)
- 第四节 香菇菌筒室外栽培.....(141)
- 第五节 猴头菇塑料袋卧式栽培.....(159)
- 第六节 银耳室内代料栽培.....(164)
- 第七节 黑(毛)木耳挂袋栽培.....(172)
- 第八节 灵芝塑料袋栽培.....(178)
- 第九节 金针菇塑料袋代料栽培.....(182)
- 第十节 草菌的庭院立体栽培与增产措施.....(187)
- 第十一节 塑料大棚菌粮菜周年栽培.....(191)
- 第十二节 栽培草菌下脚料的重新利用.....(193)

第四章 杂菌害虫及其防治.....(197)

- 第一节 主要的杂菌及其防治.....(197)
- 第二节 主要的害虫及其防治.....(205)
- 第三节 杂菌害虫危害的综合防治.....(212)

第五章 保鲜与加工.....(222)

- 第一节 保鲜的原理与方法.....(222)
- 第二节 干制加工的原理与方法.....(229)
- 第三节 罐藏加工的原理与实例.....(234)
- 第四节 浸渍加工的原理与实例.....(239)
- 第五节 草菌的深加工.....(242)

第六章 实验技术	(245)
实验一 PDA试管斜面培养基的配制与灭菌 ...	(245)
实验二 平菇斜面母种的转管.....	(248)
实验三 香菇的试管多孢分离.....	(250)
实验四 木耳的三角瓶多孢分离.....	(253)
实验五 金针菇的组织块分离.....	(254)
实验六 银耳的基质内菌丝分离.....	(256)
实验七 原种及栽培种的制备和接种方法.....	(258)
实验八 金针菇试管斜面菌种的液体石蜡保藏...	(263)
实验九 菌种质量的鉴定.....	(265)
实验十 有毒蕈菌的鉴别.....	(269)
附录 食药蕈菌等级标准.....	(274)
主要参考文献.....	(278)

绪 论

蕈菌学 (mushroomology) 是研究蕈菌的科学, 是以微生物学、遗传学、发酵学和环境工程学等学科的有关新理论、新技术为基础发展起来的一门新兴应用边缘学科。蕈菌英文为 mushroom, 但 mushroom 一词可译成蕈菌、菇或蘑菇等, 缺少一个统一的名称。研究 mushroom 的科学也在名称上出现了蘑菇学、食用菌学、药用菌学等不同的提法。由于对 mushroom 的理解不同, 很多学者所下的定义也不同。公元1703年吴材著的《吴菌谱》中记载“出于树者为蕈, 生于地者为菌”, “蕈”和“菌”皆指具有显著子实体的高等真菌。

在分类上, 我们一般把不同的微生物称为不同的菌 (每一种类都有其专一的学名), 如 Bacteria 称为细菌, Actinomyces 称为放线菌, Yeast 为酵母菌, Rust 为锈菌, Smut 为黑粉菌, Fungus 为真菌。为了与上述微生物名称相适应, 可将 mushroom 译成“蕈菌”。所以, 张树庭教授认为, 蕈菌是指那些具有显著子实体以资鉴别的一类大型真

菌。其中肉质可食用的称为“食用蕈菌”，具有药用价值的为“药用蕈菌”，文学上可将这两类蕈菌形容为“无叶无芽无花自身结果，可食可补可药周身是宝”。而对一些具毒性的则称为“有毒蕈菌”。此外，还有一些功效未明的蕈菌尚待进一步的研究。据此蕈菌（mushroom）大体可分为食用蕈菌（Edible mushroom）、药用蕈菌（medicinal mushroom）、有毒蕈菌（poisonous mushroom）和其它蕈菌（other mushroom）四大类。这种区别是相对的，因为许多蕈菌是可食、可补亦可药用（如香菇、猴头等）。

蕈菌跟所有真菌一样，都缺乏叶绿体、无法像绿色植物那样利用太阳能进行光合作用合成自身所需食物。但是，蕈菌能产生大量降解、转化复杂有机物质的水解和氧化酶，从而分解吸收培养料的营养成份、合成自身所需物质。

真菌有25万余种，其中约1万个种是肉质的大型真菌，只有少数大型真菌具有毒性，但是有毒蕈菌与食用蕈菌、药用蕈菌很难区分，所以，只有了解蕈菌的确切名称后方可食用。在30多个属中有约2000个种基本上是可食用的蕈菌，但只有约80个种栽培成功，40个种有经济价值；在20多个具商业价值的蕈菌中，只有4—5个种（双孢蘑菇、香菇、平菇、草菇、金针菇）在很多国家中可以工业化规模进行生产。

长期以来，许多蕈菌的价值已得到肯定，这些蕈菌可作为食物消除饥饿，还可用来作其它食物的调味品，以及作为辅助性保健品。近年来，人们对蕈菌用途的认识越来越明确，这可从地区和国际市场对许多食用蕈菌需求量的不断增加得到证明。作为食物，蕈菌普遍具有三个诱人的优点：①有明

显的鲜味和香味；②营养价值高，不但含有丰富的赖氨酸和蛋氨酸的蛋白质、纤维、矿物质及丰富的维生素，而且卡路里、钠、脂肪及胆固醇的含量较低。③加工方便，可制成能长期保藏和方便运输的干制品、盐水浸品和罐头。

除这些特有的优点外，还发现许多食用蕈菌还具有药用的价值，最新的药剂及临床分析结果表明，这些蕈菌的生物效应明显，尤其具有提高机体免疫力、抗癌和强心的功效。现已开发成功并投放市场的已有保健的饮料、食物和药物等系列产品，有迹象表明这类产品将越来越受欢迎并令人满意。

随着科技的进步，食用蕈菌的栽培在过去的几十年中已在世界范围推广。由于栽培食用蕈菌可用农业和工业的下脚料进行生产，这将有助于我们解决很多重大的全球性问题，例如蛋白质短缺、资源再生和重新利用以及环境保护等。

我国蕈菌资源丰富，栽培历史悠久。食用蕈菌作为营养丰富、风味独特的高蛋白健康食品，已步入千家万户，并越来越受人们青睐。我国的蕈菌总产量已居世界第一位，其产品已成为重要的出口创汇商品。蕈菌的科研、教学、生产正以空前的速度和规模向前发展，呈现出一派春意盎然、生机勃勃的景象。蕈菌栽培技术的不断改进、更新，推动蕈菌栽培范围和地区迅速扩大，使蕈菌生产正在逐渐形成一个新兴产业，并成为广大农村脱贫致富的好门路。

※ 书中符号含意：

μm （微米） mm （毫米） cm （厘米） m （米）

cm^2 (平方厘米) m^2 (平方米) cm^3 (立方厘米)
 m^3 (立方米) ml (毫升) L (升) mg (毫克)
 g (克) kg (公斤) min (分钟) h (小时) Lx (勒
克司) (光照强度单位) O_2 (氧气) CO_2 (二氧化碳)

第一章 蕈菌的生物学基础

第一节 蕈菌的形态与分类

在分类上，蕈菌是属于真菌门(Eumycota)中的子囊菌亚门(Ascomycotina)及担子菌亚门(Basidiomycotina)的菌类。由于蕈菌的子实体一般都比较较大，直径和高度均可达2—30cm、2—40cm大小。与其它真菌相比，蕈菌是属于大型的，所以又称为大型真菌。如香菇，一般菌柄长3—7cm，菌盖直径4—8cm。

一、蕈菌的形态结构

无论是野生的，还是人工栽培的各类蕈菌，它们的形态都是多种多样的，有的呈羊肚状，有的则为猴头状、或为钟状、珊瑚状、笔状、蹄状、舌状、球状、块状、花椰菜状或伞状等，以伞状为最常见。除形状外，蕈菌的大小、色泽和质地也都表现为极大的差异性，这些特征特性均是分类鉴定的重要依据。下面以伞菌为例来讨论蕈菌的形态构造。

伞菌一般由菌盖、菌柄、菌丝体等组成(图1)。

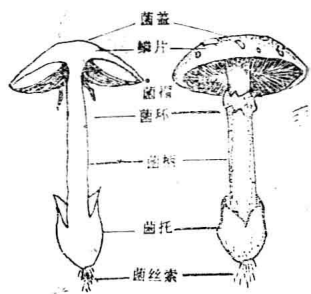


图1 伞菌模式图

(一)菌丝体的形态结构 菌丝体呈丝状,是蕈菌的营养器官。在自然界,菌丝体常生长在枯死的树木枝干、树苑、枯枝落叶或土壤等基质内,它的主要功能是分解基质,吸收营养。生长在基质内或基质上的菌丝体向各个方向分枝、延伸,以便利利用基质营养,繁衍自己。当菌丝体生长到一定的数量,达到生理成熟时,加上适宜的环境条件,菌丝体便缠结在一起,进而形成子实体。这些菌丝体是由微小的(直径 $6-13\mu\text{m}$)丝状物组成的,这每一根丝状物就叫做菌丝。换句话说,菌丝体是由无数分枝的菌丝组成的,而菌丝则是孢子萌发繁殖或菌体无性繁殖的结果。孢子萌发有两种形式,一种是直接萌发,孢子萌发时先吸水膨大,随后长出芽管,芽管不断分枝伸长而形成菌丝体;另一种是间接萌发,孢子萌发时先形成分生孢子(银耳芽孢),再由分生孢子萌发形成菌丝体。蕈菌的菌丝都是多细胞的,每个细胞都有细胞壁、细胞质和细胞核。蕈菌的菌丝细胞中细胞核的数目不一,从1个、2个到多个不等。通常子囊菌的菌丝细胞中大多只含1个核,而担子菌的菌丝细胞中大多含有2个核,每个细胞中含有2个核的菌丝,称为双核菌丝。大部分蕈菌的双核菌丝上常有锁状联合(clamp connection)结构(图2)。

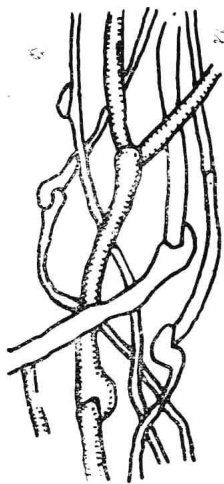


图2 具锁状联合的双核菌丝(仿应建渐等)

菌丝细胞间被一横膜分开，这种横膜叫做隔膜。隔膜中间有一小孔，所以相邻两个菌丝细胞之间，可以发生细胞质的流通。担子菌菌丝的隔膜孔两面有复杂的桶状突起，这种隔膜称为桶状隔膜（图3）。

蕈菌的细胞壁不同于细菌或植物的细胞壁，它的主要成分是几丁质而不是多肽或纤维素。属于不同类群的蕈菌，它们的几丁质成分也不相同。属于子囊菌的羊肚菌、马鞍菌等蕈菌，其几丁质主要成分是D-半乳糖，而属于担子菌类的香菇、双孢蘑菇等蕈菌，它的几丁质的主要成分是岩藻糖。

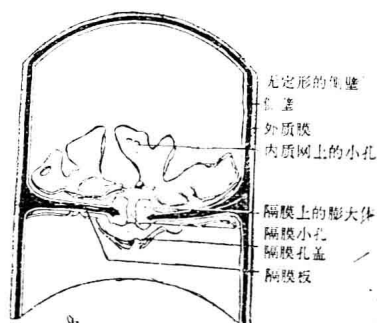


图3 担子菌隔膜的细微构造
(立枯丝核菌)(引自韦伯斯特)

(二) 菌丝体的变态 菌丝体是真菌营养体的基本结构，一般是处于分散的状态。但是有些真菌的菌丝体，特别是一些较高等的真菌（包括部分蕈菌及其害菌），在它生长的一定阶段，部分分散的菌丝体可以相互结合而成菌核、子座或根状菌索等菌丝体的变态。

1. 菌核 菌核初发生时往往是白色或颜色较浅，近似菌丝的颜色，成熟以后就呈褐色或黑色。菌核中贮藏有较多的养分，对于高温、低温或干燥环境有较强的抵抗力。所以，菌核既是真菌的贮藏器官，又是度过不良环境的菌丝组织。菌核大小差异极大，著名药用蕈菌茯苓就是一种菌核，单个重量可达数公斤乃至数十公斤。而草菇栽培中常见的一

种杂菌——小菌核 (*Sclerotium rolfsii*)，只有菜籽大小。

2. 子座 子座是真菌从营养生长阶段到生殖阶段的过渡形式，某些子囊菌具有子座。子座可以纯粹由菌丝体组成，也可以由菌丝和部分培养基相结合而形成。子座的形态不一，但与蕈菌有关的子座多为棒状。如名贵中药冬虫夏草、蝉花、蛹虫草等子座均呈棒状，子囊孢子外生于棒状子座的顶端。

3. 根状菌索 高等真菌的菌丝体有时纠结而成绳索状，有的索状结构极为发达，貌似植物的根，故称为根状菌索。根状菌索的作用和菌核相似，条件恶劣时能够抵抗不良环境，遇到适宜的条件又可恢复生长。有些担子菌与高等植物共生，形成菌根，如牛肝菌、红菇、口蘑和蜜环菌等。药用天麻（兰科植物）的发育就是依靠蜜环菌的根状菌索输送养分。

（三）子实体的形态结构 按真菌术语，人们通常把产生孢子的菌体或菇体称为子实体，也叫担子果（子囊菌的子实体称为子囊果）。伞菌的子实体是供人们食用的部分，通常由菌柄、菌盖和菌褶（或菌管）组成。

1. 菌柄 菌柄是菌盖的支撑部分，它在菌盖上的着生位置典型地有三种情况：

（1）中生 菌柄着生于菌盖的中央，如双孢蘑菇、金针菇、草菇等。

（2）偏生 菌柄着生于菌盖的偏心处，如香菇。

（3）侧生 菌柄着生于菌盖的一侧，如侧耳。但侧耳或其它一些菌柄侧生的蕈菌从树干侧面长出时，往往没有菌

柄或菌柄不明显。

菌柄的形状有圆柱形、纺锤形、棒形等，也有柄基膨大或延伸成假根的。

菌柄的质地常为纤维质、肉质或脆骨质。菌柄表面有的光滑、有的被绒毛、鳞片或上有条纹、网纹。菌柄内部有的松软或空心，但也有实心的，还有些种类随着菇体的不断生长，菌柄内部由实心变成空心。

菌柄的这些特征在分类上通常仅提供若干附加的参考，但对某些属种却显得重要。有许多伞菌的菌柄组织在受伤时变色，在分类上有一定的价值。

菌柄是一种不孕结构。它的形态虽然因蕈菌的属、种而不同，但是组成菌柄的菌丝体基本上呈垂直排列状，菌柄皮层由厚壁细胞紧密靠拢构成。

2. 菌盖 菌盖分表皮层和菌肉两部分。表皮层由保护菌丝组成，由表及里依次可分为外皮层、盖皮及下皮层。盖皮是一层由丝状或细胞状菌丝体构成的，该层约有 2 条菌丝以上宽，分化程度以菌丝从盖皮处分化成菌肉的厚薄而定。在盖皮的菌丝里常有各种色素，因而使菌盖呈现不同的色泽，各种色泽又有深浅之别。但是菌盖的色泽往往因环境条件和发育时期的不同而发生变化。

菌盖的形状和大小因蕈菌的种类而异，有的呈圆形，有的为半球形、扇形、喇叭形、钟形或马鞍形等。菌盖的质地可分为肉质、膜质、蜡质和革质等。

菌盖的表面特征也是蕈菌分类的一个重要依据。菌盖表面有的光滑，有的被纤毛或丛毛状鳞片，或有粉状物。菌盖有的较干爽，有的湿润，或粘至粘胶。还有的具条纹或裂纹。