

食用菌 栽培技术手册



贵州人民出版社

食用菌栽培技术手册

贵州省菌草协会 主编

贵州人民出版社

《食用菌栽培技术手册》

编辑委员会

主 编 秦 京

副主编 姜守忠 胡宁拙 陈克贤

编 委 (以姓氏笔画为序)

王英杰 刘美华 陈克贤 张雪岳

胡宁拙 姜守忠 杨臣瑾 秦 京

袁崇文 蒋光汉

责任编辑 苏北建

封面设计 石俊生

技术设计 夏晓光

食用菌栽培技术手册

贵州省菌草协会 主编

贵州人民出版社出版发行

(贵阳市延安中路9号)

贵州省新华书店经销

贵州新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 16.875印张 360千字

印数 1—9,450

1988年4月第1版

1988年4月第1次印刷

书号: 16115·410 定价: 4.80元

ISBN 7-221-00106-5/S·11

前 言

随着农村多种经营和商品经济的发展，随着城市人民对营养食品要求的不断提高，食用菌栽培的范围越来越大，同时要求学习栽培技术的人们也越来越多。

为了适应食用菌生产的发展，特别是科技扶贫的需要，为了满足学习栽培技术者的迫切要求，贵州省菌草协会组织了部分会员，根据多年从事教学、科研和栽培的实践经验，编写了《食用菌栽培技术手册》一书。供食用菌生产技术人员、专业户、业余爱好者以及农业院校师生学习参考。

本书着重于实用性、技术性。因此，对每一种食用菌行之有效的栽培方法均做了较详细的介绍，便于学习者选择使用。病虫害是食用菌栽培过程中的大敌，书中以生态学观点，详细介绍了常见病虫害的发生、发展规律及其防治方法；从蜜环菌与天麻的共生关系出发，介绍了蜜环菌的人工培养和天麻栽培。此外，还介绍了野生毒菌的识别及其中毒的防治；常用杀虫、杀菌药剂的性质及剂型等。这些材料，不仅丰富了本书内容，并具有实际指导意义。

本书在编写过程中，得到贵州省科学技术协会、贵州省科学技术委员会、贵州农学院、贵州师范大学、贵州科学院生物研究所、贵州省植物园、贵州省安顺地区卫生防疫站、贵州省供销学校、黔东南苗族侗族自治州供销合作社等单位的大力支持，谨此致谢。

由于编者水平有限，错漏之处在所难免，敬希读者指正。

编 委 会

一九八六年十月

• 目 录 •

一、食用菌基础知识.....	秦 京 (1)
二、菌种制作.....	胡宁拙 陈朝碧 (31)
三、蘑菇栽培.....	张雪岳 (50)
四、香菇栽培.....	王英杰 周世福 (104)
五、侧耳栽培.....	胡宁拙 蒋光汉 (168)
六、黑木耳栽培.....	姜守忠 (198)
七、金针菇栽培.....	王英杰 吴传芳 (230)
八、草菇栽培.....	张雪岳 (244)
九、滑菇栽培.....	刘登从 (264)
十、柳环菌栽培.....	丁文奇 (271)
十一、竹荪栽培	胡宁拙 (执笔) 邹方伦 周 薇 陈朝碧 张克勤 (291)
十二、猴头栽培.....	周景湘 (317)
十三、茯苓栽培.....	周景湘 (335)
十四、银耳栽培.....	邹方伦 (356)
十五、灵芝栽培.....	刘能俊 (377)
十六、蜜环菌栽培.....	刘能俊 (389)

十七、病虫害及其防治

.....杨臣瑾 周薇 张克勤 (401)

附 录

一、常见毒菌的鉴别及其中毒的防治.....刘美华 (460)

二、蜜环菌与天麻栽培.....袁崇文 刘能俊 (490)

三、常用杀虫剂与杀菌剂

.....杨臣瑾 周薇 张克勤 (521)

四、农药的稀释.....杨臣瑾 周薇 张克勤 (527)

五、中华人民共和国国家标准 (对鲜食用菌、

干食用菌、蘑菇罐头的卫生标准..... (530)

六、食用菌卫生管理办法..... (534)

一、食用菌基础知识

(一) 食用菌及其营养价值

食用菌是真菌中能形成大型子实体（或菌核）并能食用的高等菌类。即通常所说的菇、蘑、菌、耳。食用菌的种类繁多，形态多姿，有伞状、花状、耳状、舌状、球状、珊瑚状等，其中以伞状者最为多见。

食用菌味道鲜美，营养丰富，富含蛋白质（表1）。

表1 人工栽培的几种食用菌的营养成分
(姜隆后等 1984年)

种类	样品	水分 (%)	粗蛋白 (%)	脂肪 (%)	糖类 (%)	纤维 (%)	灰分 (%)	备 注
双孢蘑菇	鲜	89.5	26.3	1.8	49.5	10.4	12.0	按100克 干物质 计算(水 分除外)
金针菇	鲜	89.2	17.6	1.9	69.4	3.7	7.4	
滑 菇	鲜	95.2	20.8	4.2	60.4	6.3	8.3	
平 菇	鲜	73.7	10.5	1.6	74.3	7.5	6.1	
草 菇	鲜	88.4	30.1	6.4	39.0	11.9	12.6	
黑木耳	干	16.4	8.1	1.5	74.1	6.9	9.4	

菌体蛋白质中所含氨基酸种类多，如香菇、平菇蛋白质中都含有十七种以上的氨基酸，其中包括人体必需的八种氨

基酸，这是一般植物蛋白质所不能比拟的。食用菌体内的脂肪含量虽然较低，但在脂肪的组分中含有人体必需脂肪酸之一亚麻油酸，所以又优于动物性蛋白食品（表2）

表2 几种食用菌的氨基酸含量(%)*
(郑时利 杨佩玉等 1983年)

氨基酸 种 类	凤 尾 菇		双孢蘑菇		香 菇	
	游 离	水 解	游 离	水 解	游 离	水 解
天门冬氨酸	0.00977	1.35	0.0304	1.71	0.0302	1.73
苏氨酸	0.00545	0.77	0.01262	0.92	0.004	1.027
丝氨酸	0.00292	0.77	0.01342	0.8373	0.0027	0.9797
谷氨酸	0.0566	3.12	0.06144	2.62	0.0241	3.597
脯氨酸	0.00575	2.43	0.0403	0.4023	0.0047	0.41
甘氨酸	0.0007	0.90	0.00826	0.686	0.0003	0.68
丙氨酸	0.0599	1.19	0.0592	1.10	0.00395	0.7989
胱氨酸	0.00576	0.98	0.0006	0.383	0.00424	0.373
缬氨酸	0.0024	0.63	0.00836	0.6164	0.00317	0.97
异亮氨酸	0.00329	0.42	0.00761	0.3972	0.00168	0.4109
甲硫氨酸	0.00267	1.27	0.003106	0.063	0.003756	0.17
亮氨酸	0.00466	0.47	0.01102	0.7323	0.00501	0.9029
酪氨酸	0.00584	0.38	0.001298	0.2478	0.00146	0.2867
苯丙氨酸	0.00614	3.89	0.01261	0.2614	0.00467	0.2475
赖氨酸	0.01371	0.89	0.01188	0.8028	0.01473	0.89
组氨酸	0.01675	0.33	0.00278	0.23	0.003218	0.246
精氨酸	0.0237	0.73	0.02162	0.757	0.00492	0.799
色氨酸	~	~	~	~	~	~

* 由于栽培条件不同，取样时间不同，菇体中营养成分含量也会有差异，以上数据仅供参考。

食用菌体中的维生素含量大，种类多。多数食用菌都含有丰富的硫胺素(维生素B₁)、核黄素(维生素B₂)、烟酸(维生素PP)、吡多醇(维生素B₆)、叶酸(维生素B₁₂)、抗坏血酸(维生素C)、生物素(维生素H)和维生素A等。许多食用菌体内还含有维生素D的前体——麦角固醇，麦角固醇在阳光照射下可转变成维生素D(表3)

表3 双孢蘑菇的维生素含量(毫克/100克)

硫胺素 (B ₁)	核黄素 (B ₂)	烟 酸 (B ₃)	抗败血酸 (Vc)	泛酸 (B ₅)	吡哆醇 (B ₆)	叶酸 (B ₁₁)	生物素 (VH)
0.12	0.52	5.85	8.60	2.38	0.45	0.98	0.018

(杜自疆 1974年)

灰分中含有铁、钙、锰等人体必需的矿质元素(表4)。

表4 金针菇灰分含量(%)

K ₂ O	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CuO
61.828	2.797	0.176	2.118	0.270	1.258	0.034
ZnO	SO ₃	Cl	P ₂ O ₅	SO ₂	其 他	
0.053	0.619	0.160	0.863	25.034	3.708	

(杜自疆 1974年)

食用菌体的不同部位，营养物质的含量也有差异，通常菌盖比菌柄营养好，最适于食用的是新鲜幼嫩的子实体。

食用菌不但营养价值高，而且营养成分容易被人体消化，可吸收率也较高。食用菌体中所含蛋白质，有50%左右是可消化的，还有1/4左右的含氮物质，可以被浸泡提取，而不能吸收的氮只有1/4左右。食用菌体所含的其他营养物质，可浸泡提取的比例比一般水果、蔬菜高得多。

食用菌在调节人体生理机能，增强对某些疾病抗抵力方面也有其独特的作用。如香菇能使人体增强对病毒的抵抗力，经常食用可降低血液中胆固醇的含量，能预防冠心病、动脉硬化、心肌梗塞等疾病。孕妇常吃香菇，可预防婴儿的软骨病。香菇、平菇、草菇、黑木耳、双孢蘑菇、美味牛肝菌、羊肚菌、大马勃等菌体所含的多糖，有抑制癌细胞发展的作用，因而引起了人类对食用菌抗癌物质研究的兴趣。食用菌作为日常生活中理想的营养和保健食品，日益受到人类的重视。

（二）食用菌的形态特征

食用菌在分类学上属于真菌门，大部分隶属担子菌亚门，少部分属于子囊菌亚门。大多数种类的细胞都是丝状的，菌体细胞具有真正的细胞核。担子菌类的细胞壁大都由几丁质的微纤维组成；子囊菌类的细胞壁除由几丁质微纤维构成骨架外，还含有氨基酸、蛋白质、甘露糖和葡萄糖等各种化合物。食用菌属低等植物，因此，不象高等植物那样有根、茎、叶、花、果实，它们的各种大型组织都是由菌丝分化形成的。每种食用菌的一生，有多种多样的形态特征，在其生长发育过程中，都可看到菌丝体，孢子和着生孢子的繁

殖体（子实体）的一些特征，这些特征是识别和区分食用菌的依据。

1. 菌丝体的构造

构成食用菌营养体的基本单位是菌丝。菌丝为管状细丝，大都无色透明，但老菌丝有的可产生色素。菌丝自尖端生长，并产生很多分支，成为分支的菌丝。组成菌体的菌丝总称为菌丝体。菌丝的分支和长度都是无限度的，都有隔膜。

食用菌的细胞结构一般有细胞壁、原生质膜、原生质、细胞核、液泡、内质网、线粒体等部分。

（1）**菌丝的生长和形态** 以担子菌亚门的香菇为例。香菇的单核担孢子萌发后，先长成无隔膜而只有简单横壁的初生菌丝，这种菌丝开始是多核的。但多核期很短，很快产生许多隔膜，把菌丝分隔成单核细胞。这种单倍体菌丝体的细胞核是由原在担孢子内的核发展来的，因此，菌丝体内所有的核遗传型是一样的，或称为同核的。因为这种菌丝体上的每一节细胞都是单核的，所以也叫单核菌丝。在担子菌类的大多数食用菌种类中，这种单核菌丝是不能产菇的，只有在两个彼此有亲合力，能相互结合的单核菌丝互相接触，原生质融合到一起，形成双核菌丝后，才可生长发育成子实体。双核菌丝的每一个细胞中都含有两个核，分别来源于父母亲本，这种双核菌丝又叫做次生菌丝。菌丝体在生长过程中，一部分伸入到基质内叫基质菌丝，另一部分生长在空气中叫气生菌丝。有些能产生无性孢子的食用菌，其无性孢子大都在气生菌丝上形成。每根菌丝的顶端，是生长最旺盛的

部位，菌丝的伸长和形成新分支，大都发生在这一部位。顶端细胞内的核不断地一分为二，并形成新的隔膜，产生新细胞。

锁状联合 在双核菌丝的每一个双核细胞内，两个核一般是同时分裂的，称为双核分裂。在许多情况下（但不是所有的），双核菌丝的顶端细胞产生一个具有特征性的侧生突起，称为锁状联合的钩状分枝。锁状联合是双核菌丝细胞增长分裂的一种特殊方式。通过锁状联合，一个双核细胞就变成二个双核细胞。凡是产生锁状联合的菌丝可以断定它是双核的，但反之则不然，因为有许多具双核菌丝食用菌，如红菇、乳菇、蜜环菌等就没有锁状联合。具锁状联合的菌丝，常常是真正组成子实体的菌丝。锁状联合可以保证一个双核的菌丝在进行分节时，能保持每一节内都含有两个遗传型不同的核。在没有锁状联合的双核菌丝内进行核分裂和菌

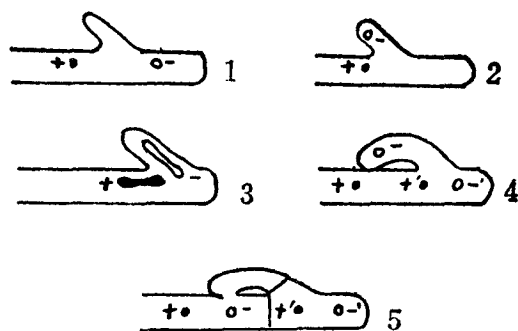


图1 锁状联合形成过程示意图

1. 双核细胞形成突起
2. 一核进入突起
3. 双核并列
4. 两个子核在顶端分隔成二个细胞
5. 锁状联合的最后形成

丝分节，菌丝顶端将变为同核的。由于双核菌丝是已经进行性结合的菌丝，因此，双核菌丝的任何一部分均可用来培养子实体。切取菇体的一部分就能分离培养出纯菌种(图1)。

隔膜 隔膜是菌体细胞物质从菌丝细胞中央的壁开始，向内积聚而形成一个隔断细胞的膜。每个隔膜中央部位，都有一个小孔，且被一个桶状变厚的隔膜肿大物包围着，这种隔膜称为桶状隔膜。隔膜的小孔是两个相邻细胞间的物质交换通道。

(2) 菌丝的特殊构造 食用菌的菌丝在生长发育过程中还可分化形成一些特殊形态的菌组织。

菌索 有些食用菌如蜜环菌、发光假蜜环菌等，菌丝体平行地结成绳索状结构，称为菌索。菌索的外层是由排列紧密的菌丝联合而成，有一个生长尖端，一般外表层颜色较深，常角质化。菌索很长，常分叉。对不良环境条件有较强的抵抗力，还有迅速运送营养物质和侵染其他生物的功能。菌索也可以蔓延伸长，发育到一定阶段形成子实体。

菌核 菌核是由许多菌丝体纠结缠绕成团，并经过特化后形成坚硬的球状、块状、姜片状或颗粒状组织。菌核有大有小，如茯苓、猪苓、雷丸都是菌核。它们的外壳主要由密集交织的菌丝体组成，干后坚硬如石，能抵御不良环境。菌核的内部则多为粉质的贮藏物质。由于菌核中的菌丝具有很强的再生能力，因此，菌核既可用作菌种的分离材料，又可用作栽培上的“种子”

2. 有性繁殖

食用菌的有性繁殖是指两个不同菌体或细胞接合后产生

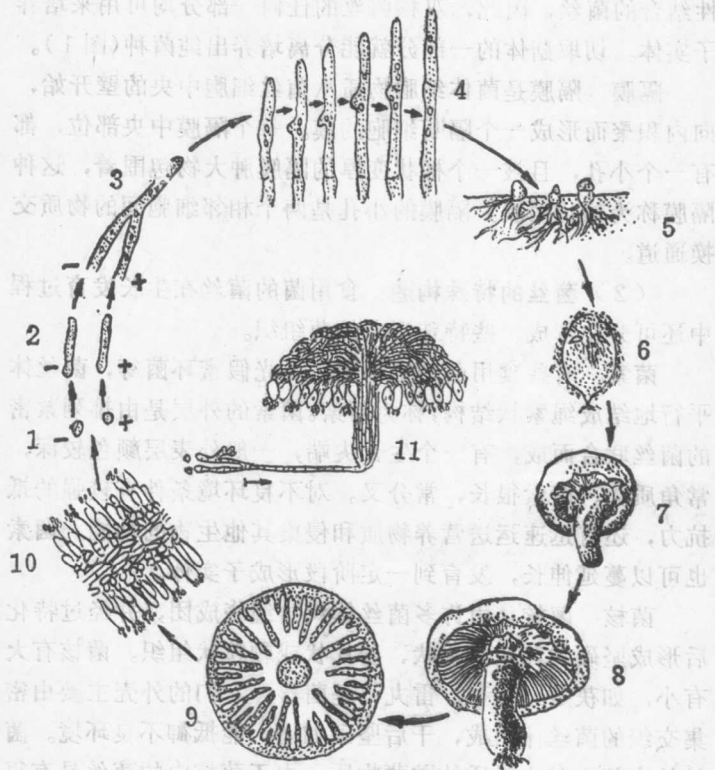


图 2 蘑菇生活史

1.担孢子落地 2.担孢子萌发为初生菌丝 3.初生菌丝接合形成次生菌丝 4.双核菌丝的细胞分裂 5.菌蕾 6.菌蕾开始分化 7.幼担子果 8.成熟的担子果 9.菌盖横切面(示菌褶) 10.菌褶的一部份放大(示子实层) 11.双核菌丝发育成担子果

新的有性孢子的过程。这些有性孢子大都是着生在子实体上，有性孢子和着生孢子器官的形态，是识别食用菌种类的重要依据。有性繁殖过程一般包括三个阶段，现以蘑菇的生活史为例加以扼要说明。

(1) **质配** 第一阶段是质配，两个单核的不同菌体相互配合时，两个菌体细胞的原生质在同一个细胞内结合，两个核也同时进入同一个细胞中；但是两个核不立刻结合，每一个核的染色体数都是单倍的。随着菌体细胞的不断增殖，每一个新形成的细胞仍然呈双核状态存在，这一阶段被称为双核期。大多数食用菌的这两个核是不同性别或不同来源的，这种双核阶段的菌体也叫做异核体或称为异核的双核体。

(2) **核配** 第二阶段是核配，即两个核结合成一个核。这个阶段主要发生在子实体形成过程中，有性孢子将要形成之前。已持续了很长时期的双核阶段的菌丝细胞，常在每一个新的将要形成有性孢子的双核细胞中（在担子菌中这种细胞称为原担子），进行两个核的结合，称为核配。这时核的染色体数是双倍的。

(3) **减数分裂** 第三个阶段是减数分裂，核配以后，经过一定的发展阶段，双倍体的核经过两次分裂，其中一次为减数分裂，形成四个单倍体的核，这时顶细胞膨大变成担子。然后担子生出四个小梗，小梗顶端稍稍膨大，四个核分别进入四个小梗内，此后每个核发育成一个孢子。即担孢子，这些担孢子萌发后，又可形成单核的菌丝（图2）。

3. 有性孢子和有性繁殖器官的形态

(1) **担孢子和子囊孢子** 担子菌类的有性孢子称为担

孢子，着生在担子的上面，所以叫做外生。担孢子的形状多种多样，随食用菌种的不同有圆形、椭圆形、卵形、圆柱形、肾形、多角形、星形、瓜子形等。担孢子表面有的光滑，有的粗糙，有的具刺突或沟纹（图3）。大多数担子菌的担子上着生4个担孢子。

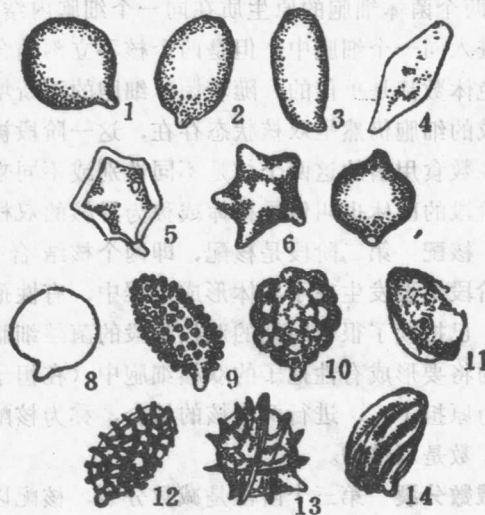


图3 伞菌孢子的形态特征

- 1.近球形 2.卵圆形 3.椭圆形 4.纺锤形 5.角形
6.星形 7.柠檬形 8.光滑 9.具麻点 10.具小瘤
11.具外包膜 12.具网纹 13.具刺 14.具纵条棱

子囊菌类的食用菌，有性繁殖产生子囊孢子，子囊孢子形成于子囊内，所以叫做内生。子囊是一种囊状结构，有不同的形状，子囊孢子也有各种各样的形状。典型的子囊中通常有8个孢子。