



刘凤春 郭砚翠 刘国忠 编著

食用菌栽培

黑龙江科学技术出版社

食 用 菌 栽 培

Shiyongjun Zaipei

刘凤春 郭砚翠 刘国忠 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八四年·哈尔滨

封面设计：琪 磨

食 用 菌 栽 培

刘凤春 郭砚翠 刘国忠 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街 28 号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/32·印张 4.75·字数 95 千

1984 年 10 月第一版·1984 年 10 月第一次印刷

印数：1—51,190

书号：16217·103

定价：0.62 元

前 言

食用菌主要指木耳、蘑菇等高等真菌。它不仅是国内人民喜爱的副食品，而且在国际市场上也享有盛誉。每年我国都有大量的食用菌出口。随着人类对植物蛋白需求量日益增大，我国食用菌的生产发展很快，特别是近年来，广大科技人员与群众一起创造了丰富的栽培经验。

为了更好地满足广大专业户、重点户掌握食用菌栽培技术的迫切要求，普及食用菌的基础知识，推广食用菌栽培的新技术、新成果，我们编写了这本小册子。

本书重点介绍了食用菌的基本知识，无菌操作，菌种的制作、分离与保藏等技术，通俗地介绍了目前国内十个主要栽培品种的生产方法，以及培养密环菌生产天麻等技术。本书较详细地介绍了生料发酵栽培几种木腐菇类、速生高产黑木耳的栽培技术以及野生元蘑等驯化的科研新成果。附录部分介绍了国内野生食用菌栽培驯化成果，并附有食用菌常用的生物、物理、化学等参考数据与方法。

本书稿承蒙东北林学院邵力平教授审阅指正，特此致谢。由于我们水平有限，书中不足之处在所难免，恳望批评指正。

一九八四、四、二十

目 录

一、食用菌基本知识	1
(一) 食用菌的形态构造.....	1
(二) 食用菌的生活史.....	6
(三) 食用菌的营养与对环境条件的要求.....	12
二、无菌操作技术与菌种制作	19
(一) 物理灭菌方法.....	19
(二) 化学灭菌方法.....	22
(三) 无菌室(箱)及无菌操作.....	25
(四) 母种、原种、栽培种制作.....	29
三、菌种分离与保藏方法	32
(一) 菌种分离方法.....	32
(二) 菌种保藏方法.....	37
四、培养料的制作	43
(一) 熟料制作.....	43
(二) 发酵料制作.....	44
五、食用菌栽培技术	48
(一) 双孢蘑菇栽培.....	48
(二) 香菇栽培.....	60
(三) 黑木耳栽培.....	67
(四) 平菇栽培.....	81

（五）凤尾菇栽培·····	91
（六）榆黄蘑栽培·····	93
（七）银耳栽培·····	94
（八）滑菇栽培·····	103
（九）猴头菌栽培·····	106
（十）金针菇栽培·····	112
（十一）灵芝栽培·····	114
（十二）天麻栽培·····	116
六、病虫害及杂菌的防治技术·····	124
（一）病害及杂菌的防治·····	124
（二）虫害防治·····	128
附 录·····	129
（一）野生食用菌驯化栽培·····	129
（二）常用物理、化学与生物参考表·····	138

一、食用菌基本知识

(一) 食用菌的形态构造

按现代分类学，食用菌属于真核生物的菌物界，绝大多数属于担子菌亚门，少数属于子囊菌亚门。菌体一般都较大，因此，又称大型真菌。自然界中的食用菌虽然种类繁多，形态多种多样，但基本上都是由菌丝体和子实体组成。

1. 菌丝体

菌丝体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。菌丝体一般是由许多分枝丝状菌丝组成，它能够通过分枝繁殖而不断蔓延扩展。在一定的条件下，可以产生繁殖器官——子实体。

因发育阶段不同，菌丝又可分为第一次、第二次和第三次菌丝。第一次菌丝又叫单核菌丝、初级菌丝或初生菌丝。每个细胞中只含有一个细胞核。无论如何繁殖，第一次菌丝一般都不会产生子实体。第二次菌丝，又叫双核菌丝、次生菌丝或异核菌丝。每个细胞内含有两个遗传性不同的细胞核，大部分担子菌在双核菌丝阶段，菌丝细胞横隔膜上方有扣状的锁状联合（图1），有产生子实体的能力。第三次菌丝又叫结实性双核菌丝或三生菌丝，是有一定排列，有一定结构，形成菇耳子实体的双核菌丝。

某些食用菌在一定的发育阶段，还有多核菌丝。某些食用菌的单核或双核菌丝上，还会形成厚垣孢子、粉孢子、节孢子，菌索或菌核等无性繁殖器官。

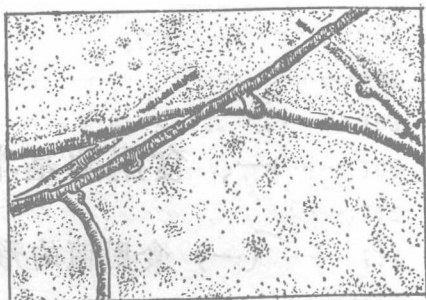


图1 花脸蘑菌丝锁状联合

2. 子实体

子实体是食用菌的繁殖器官，即通常称为“菇”或“耳”等食用部分。子实体只有在特定的环境下才会出现，主要功能是产生孢子，繁殖后代。典型的伞菌子实体由菌盖、菌褶、菌柄及其他附属物组成。

(1) 菌盖：又叫菇盖、菌伞。它是菌褶着生的地方，是繁殖器官的保护组织。菌盖表皮层的菌丝里含有不同的色素，因此使菌盖呈现不同的色泽。菌盖有圆形、半圆形、扇形、半球形、钟形、漏斗形、喇叭形等。菌盖的直径小到几毫米，大到几十厘米不等。菌盖的质地有肉质、膜质、胶质、蜡质和革质，同时有硬或脆等差别。菌盖的顶部有平展、凸起、尖突、脐状或下凹等。菌盖的边缘分全缘或开裂，具条纹或粗条棱。有的边缘向内卷曲，有的上翘或反卷，有的边缘波状或花瓣状，也有的菌盖边缘表皮延生等。菌盖表面有的光滑，有的具有皱纹、条纹或龟裂。有的干燥，有的湿润，也有的水浸状、粘、粘滑和胶粘；还有的表面粗糙，具纤毛状、丛毛状鳞片或呈粉末状。

菌盖表皮下松软的部分是菌肉。一般由菌丝组成，有的则由泡囊和菌丝组成。菌肉的质地、颜色、厚薄、味道、气味等因种而异。某些种类菌的肉受伤后变色，例如红肉菇变红色，卷边网褶菌变褐色。

(2) 菌褶或菌管：伞菌类的菌褶或菌管生长在菌盖的下方。上面联接着菌肉，这部分称作子实层体。其颜色除它本身以外，往往随着子实体的变老而表现出各种孢子颜色，如白色、粉红色、锈色、褐色等。子实层是由无数呈栅状排列着的担子，侧丝和囊状体组成。侧丝和囊状体都是不孕细胞，只有担子细胞才能产生担孢子。

子实层在菌盖上着生方式因菌而异。少数是平铺在菌盖表面，如羊肚菌的子实层平铺在菌盖凹穴的表面，猴头菌的子实层平铺在各个肉刺上。但大多数食用菌的子实层着生在菌伞下面的菌管内壁或菌褶的两面。前者如牛肝菌，后者如香菇、平菇等。菌管呈管状，其长短、粗细，管口颜色和形状以及菌管与菌盖是否易分离等特征，都是鉴别菌的重要特征。菌褶通常为刀片状，中央是菌髓细胞，两面是子实层。菌褶与菌柄的着生关系是有褶伞菌的重要特征，通常分四种类型（图2）。

离生又叫游生，菌褶不着生在菌柄上；弯生又叫凹生，菌褶在与菌柄着生处有弯曲；直生又叫贴生，菌褶的一端直接着生在菌柄上；延生又叫垂生，沿菌柄向下着生。

菌褶、菌管的排列情形也是多种多样的，菌褶之间没有短菌褶的叫等长，而有短菌褶的叫不等长。有些菌褶之间有窄的横脉相连，有的菌褶相互交织成网状。另外，菌褶边缘

又可分完整平滑,波状,锯齿状或粗糙呈颗粒状等。

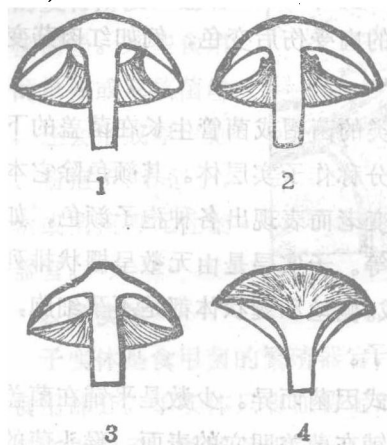


图2 菌褶与菌柄着生示意图

1. 离生 2. 弯生 3. 直生 4. 延生

此外,子实层里的担子有分隔和不分隔的,不
分隔的担子,一般呈棒状,
顶端通常有四个小梗,各
生一个孢子。有的只有两
个小梗和两个孢子。银耳
类的担子比较特殊,它具
有纵隔,即纵隔为四部分,
顶端同样生四个孢子。而
木耳类的担子具横隔,分
为四节,倾斜出四个小梗
和生有四个孢子。这类产
生在担子上的孢子称担

孢子。

担孢子的形状有椭圆形、球形、卵圆形、圆柱形、肾形、
多角形、星形等。大小一般在 $5 \sim 10 \times 3 \sim 8$ 微米左右。食用
菌的单个孢子在显微镜下通常是透明无色的,但当多数孢子
堆积在一起的时候,就会呈现出各种色彩。它是大多数伞菌
分类的重要依据。孢子堆的颜色可以通过制备孢子印来鉴
别。其制备方法是:将已成熟的新鲜菌盖,除去菌柄后覆盖
在白色或黑色的蜡光纸上,静止数小时至一夜后,轻轻移去
菌盖,即可得到孢子印。

3. 菌柄

菌柄又叫菇柄或菇腿,是支持菌盖和运输养料的器官。

菌柄的有无、长短、形状因种类而异。菌柄与菌盖的着生关系分中生、侧生或偏生。菌柄的形状有圆柱形、棒形、纺锤形等。菌柄有分枝的，也有基部膨大或相互联合在一起的，或延伸成假根。有的弯曲、扭转，有的纤维质或革质或肉质。表面光滑或具鳞片或条纹。菌柄内部松软，空心或实心。有的种类随着子实体的成长而由实心变空心。菌柄上还有两种重要的附属物，即菌环和菌托，但有的种类只有菌环有的只有菌托，有的都有或都没有。

(1) 菌环：是内菌幕留在菌柄上的遗迹。子实体幼小时，菌盖呈球状或卵形，其边缘与菌柄之间有一种膜质物叫内菌幕。菌盖逐渐展开时，内菌幕与菌盖脱离，膜状物被撕断开，遗留在菌柄上形成菌环。菌环的有无、着生部位、大小厚薄、质地等也是菌类的分类依据。

(2) 菌托：菌托是由外菌幕遗留在菌柄基部而形成的（图3）。菌托有杯状、鞘状、囊状、鳞茎状、裂片状等多种。菌托的上缘有开裂、波状等数种。不同种的菌托，其大小、深度、质地、厚薄、色泽及存在时间长短等不同。它们也都是分



图3 蘑菇形态构造示意图

1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌环 4. 菌柄
5. 菌托 6. 菌丝连接物

类上的重要特征。

(二) 食用菌的生活史

1. 生活史

食用菌的生活史，包括担孢子萌发到担孢子再形成的整个生长发育过程。一个担孢子萌发后能产生一个菌丝体，即初生菌丝体。这种菌丝体开始时是多核的，后来产生隔膜，把菌丝隔成单核的有隔菌丝。一个单倍体菌丝体的细胞核是由原在孢子内的那个核发展来的。菌丝体内所有的核一般都是同样的，称为同核。因为这种菌丝体上的每一节细胞都是单核的，也称为单核菌丝体。一般情况单核的菌丝体不产生子实体，必需在两个不同交配型的单核体之间进行交配以后，才能产生子实体。

当两个可亲和的单核菌丝体相接触时接触点的细胞壁崩溃，细胞质得到了沟通，然后就发生核的移动。虽然发生了质配，但并不立即进行核配，而发展成双核的菌丝体。每一节菌丝内含两个遗传型不同的可亲和的核。这样的菌丝体称为双核菌丝体，严格讲，应称为异核的双核体。在每一个双核细胞内，这两个核一般是同时分裂的，称为双核分裂。在许多情况下，双核的菌丝体在每一个隔膜处产生一具有特征性的侧生突起，称为锁状联合。锁状联合是一种精巧的装置，它可以保证一个双核的菌丝体在进行分节时，能保持每一节内含有两个遗传性不同的核。双核菌丝体在适宜的温度、营养、水分、光照条件下，能互相组结成团，发育成原基。原

基是子实体的胚胎，进一步发育形成子实体。子实体虽然已有组织分化，但它们都是双核菌丝组成的。只是处在子实层中担子细胞，在子实体形成后，两核开始合并（核配）成为一个合子。因为合子是两核融合而成，染色体加倍，又称双倍体细胞。在食用菌生活史中，双倍体历时很短，即合子形成后很快就进行细胞分裂。一个合子经过一次减数分裂及1~2次有丝分裂染色体又减半，一个合子细胞又发育成四个或八个单倍染色体的孢子，从而它又开始了新一代的生活。

食用菌的生活史，除由担孢子→担孢子的有性循环外，另外一些通过无性孢子进行小循环。如银耳的单核菌丝可产生酵母状的芽孢子。芽孢子在一定的条件下又能萌发成单核菌丝和双核菌丝，又如朴菇的菌丝体，有时能断裂成单细胞的分生孢子，分生孢子萌发后又能发育成单核菌丝或双核菌丝，草菇、香菇的菌丝细胞，有的细胞壁会增厚，形成休眠孢子——厚垣孢子。厚垣孢子在条件适宜时又萌发为菌丝体。

2. 同宗配合与异宗配合

初生菌丝的配合，有的能育，有的不能育。草菇、蜜环菌等部分食用菌能在同一个孢子所萌发的两条菌丝之间进行配合而生育，这种现象称为同宗配合或称自交亲和。但多数食用菌的初生菌丝有“雌”、“雄”区别。尽管雌雄菌丝在形态上看不出什么差异，但同性别的菌丝间永不亲和。它们的子实体只有经过异性的菌丝细胞间发生融合后才能生育，称这种配合方式为异宗配合或称自交不育。羊肚菌、糙皮侧耳，毛柄金钱菌、木耳、毛木耳等都是异宗配合的菌类。

在异宗配合中，菌丝体的性别是由遗传因子——“性基因”决定的。在异宗配合的担孢子菌中约有 37% 的食用菌，其中性别只有一对性基因(Aa)决定，因此，它们的担孢子不是 A 型，便是 a 型，即四个担孢子的性别，其中两个是 A，另两个是 a。两两相等，称为二极性。但另有 63% 的异宗配合菌，其性别是由两对独立分离的遗传因子(Aa、Bb)决定，其担孢子的性基因分别为 AB、Ab、aB、ab 四型，即四个担孢子分属四种基因型，称四极性。香菇、侧耳、毛木耳都是著名的四极性食用菌。

在二极性食用菌中，单核菌丝间的质配只有组成 Aa 时才能出现正常的锁状联合，形成双核菌丝，最后发育成子实体；而对四极种来说，只有组成 AaBb 的组合时，才能生育。因此，如果让各担孢子萌发的单核菌丝自由配对，二极种的能育率有 50%，四极种则有 25%，即：

孢子性别	A	A	a	a
A	-	-	+	+
A	-	-	+	+
a	+	+	-	-
a	+	+	-	-

孢子性别	AB	Ab	aB	ab
AB	-	-	-	+
Ab	-	-	+	-
aB	-	+	-	-
ab	+	-	-	-

四极种中的 Aa Bb 是两对独立分离的性基因。其中 Aa

基因与细胞分裂时核的移动有关，而 Bb 因子则与形成锁状结构有关。因此，单核菌丝质配后，凡配对的组合只有一个基因起作用的，都不能生育。这些不能生育的组合是由于它们不能形成锁状结构，或者是由于锁内细胞核不能移动，都不能形成双核菌丝体。

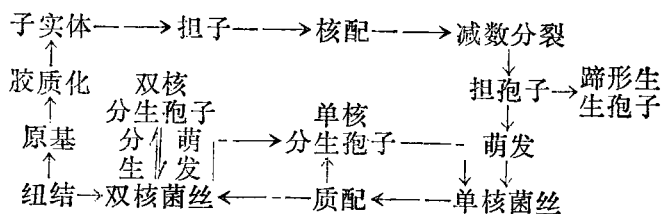
了解食用菌的生活史及其性别，与生产关系密切。栽培食用菌的目的是利用其双核菌丝体形成子实体，在生产上要创造各种条件，使单核菌丝发育成双核菌丝体，同时要防止双核菌丝“退化”成单核菌丝。双核菌丝的倒退现象，在液体深层培养时常会发生，斜面菌种传代时培养基不适宜也会发生这种情况。如香菇的菌丝体接在含有 0.5% 胆汁的培养基上时，在移种块边缘常会出现无锁状结构的，生长稀疏的菌丝体，这就是单核菌丝体。

在异宗配合菌中，如何选择配对的单核菌丝体来制备母种或进行杂交育种，这是最重要的工作。种的优良性能或杂交育种的成功与否，在很大程度上取决于所选择的单核菌丝是否适当。一定要注意性基因的配对情况，否则只会长菌丝，不会出菇。

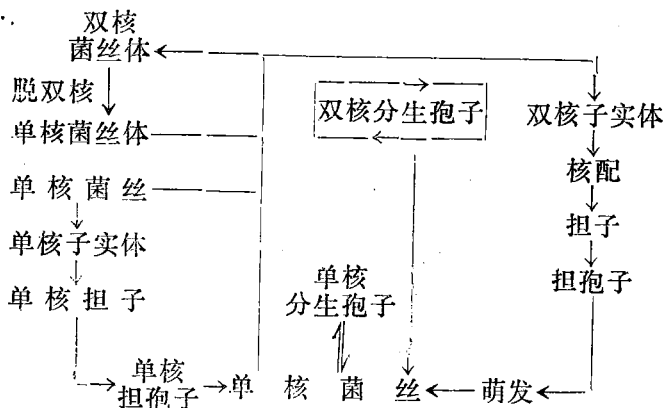
3. 几种菇的生活史

(1) 双孢菇的生活史：次级同宗配合，二极性，单因子控制。一般菇类每个担子产生四个担孢子，而双孢蘑菇大多数担子只产两个担孢子。这种担孢子萌发产生的菌丝，也有产菇能力，被称为次级同宗配合，即：

(4) 黑木耳生活史：异宗配合，单因子控制，二极性，即：



(5) 滑菇生活史：异宗配合，单因子控制，二极性，即：



(6) 银耳的生活史：异宗配合，双因子控制，四极性，即：

