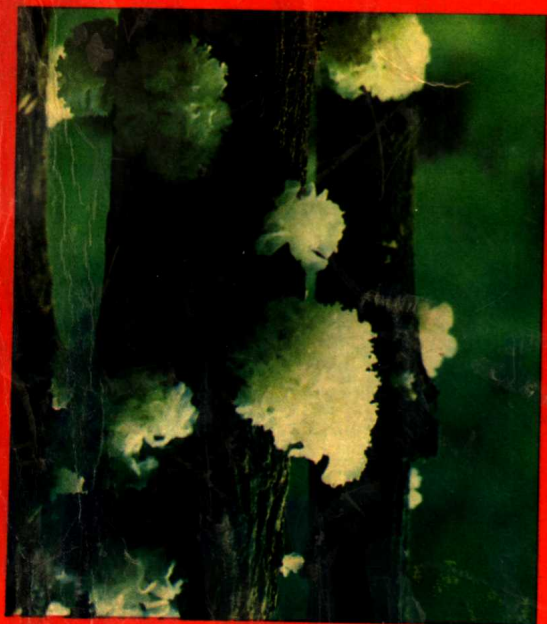


# 食用菌规范化

## 栽培与加工



北京农业出版社



# 食用菌规范化栽培与加工

陈启水 林树显 陈冬松 编

安徽科学技术出版社

责任编辑：胡春生  
封面设计：

## 食用菌规范化栽培与加工

陈启水 林树显 陈冬松 编

\*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码：230063

安徽省新华书店经销 淮南市印刷厂印刷

\*

开本：787×1092 1/32 印张：6 字数：130,000

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

印数：00,001—10,000

ISBN 7-5337-0658-7/S·115 定价：2.80元

## 前 言

我国幅员广阔，气候多样，雨量充沛，有丰富的森林、稻草、甘蔗渣、秸秆等资源。食用和药用菌的种类繁多，已报道过的就有300多种，目前主要生产的有香菇、蘑菇、黑木耳、银耳、竹荪、平菇、草菇、松茸、金针菇、凤尾菇等。这些食用菌也是我国传统的出口商品。各种食用菌还可加工成罐头或冷冻、鲜销或加工成干制品，以及各种以食用菌为主料的系列产品。

随着国际食品逐渐向低能的菌类蛋白方向发展，食用菌愈来愈为世人所重视。因食用菌营养丰富，含有蛋白质、脂肪、糖类和多种维生素等生理活性物质，对增进人体的健康，延年益寿十分有益，所以被国外称为“健康食品”，且需要量越来越大。如德国1960年每人平均年消费蘑菇150克，到1975年上升到2200克，增加了14倍。

鉴于我国目前规范化栽培及加工的水平还不很高，在一定程度上影响了外贸出口，我们特将自己20多年来对食用菌的栽培、加工、检验的新成果、新方法、新经验，进行了系统的调研和总结，把研、产、供、销有机地结合起来，编写了《食用菌规范化栽培与加工》一书，主要介绍了食用菌高产、稳产、优质栽培、加工工艺、标准和新的国外经验等，

以供从事食用菌栽培、加工、贮藏、科研、学校、外贸、商检等方面的工作者参考，文内若有不妥之处，请广大读者不吝指正。

**编者**

1990年10月

## 目 录

<b>一、食用菌的形态构造</b> .....	1
(一)菌丝体.....	1
(二)子实体.....	3
<b>二、食用菌的生活史</b> .....	8
(一)食用菌的生长发育.....	8
(二)主要食用菌的生活史.....	10
<b>三、食用菌的生活条件</b> .....	16
(一)营养.....	16
(二)水分和湿度.....	17
(三)温度.....	20
(四)氧气和二氧化碳.....	22
(五)酸碱度.....	22
(六)光照.....	24
(七)生物因子.....	25
<b>四、食用菌与生态环境</b> .....	26
(一)食用菌与植物.....	27
(二)食用菌与动物.....	29
(三)食用菌与微生物.....	30
<b>五、菌种选育</b> .....	36
(一)菌种选育的理论依据.....	36
(二)菌种制作规程.....	38

<b>六、菌种的质量鉴定和保存</b> .....	53
(一)菌种的质量鉴定.....	53
(二)菌种的保存.....	54
<b>七、食用菌高稳优栽培的依据和条件</b> .....	60
(一)高稳优栽培的依据.....	60
(二)高稳优栽培的条件.....	61
<b>八、主要食用菌的高产栽培</b> .....	67
(一)蘑菇栽培.....	67
(二)草菇栽培.....	80
(三)香菇栽培.....	98
(四)银耳栽培.....	103
(五)黑木耳栽培.....	115
(六)金针菇(朴菇)栽培.....	118
(七)凤尾菇栽培.....	120
<b>九、食用菌的加工与标准</b> .....	125
(一)蘑菇罐头的加工与标准.....	125
(二)盐水蘑菇的加工与标准.....	138
(三)冷冻蘑菇的加工与标准.....	142
(四)草菇罐头和干草菇的加工与标准.....	145
(五)香菇罐头和香菇干加工与标准.....	153
(六)冰花银耳罐头与干银耳加工与标准.....	157
(七)金针菇罐头的加工与标准.....	161
(八)凤尾菇罐头加工与标准.....	162
<b>十、出口食用菌中葡萄球菌肠毒素的预防</b> .....	166

**附录 I—II**

## 一、食用菌的形态构造

食用菌在分类上属于真菌门、担子菌纲、子囊菌纲的菌类。菌体一般均较大，约在3—18×4—20厘米左右，与其他真菌相比，它们都属于大型的，故常称大型真菌。无论那一种食用菌，都是由菌丝体和子实体组成的。

### (一)菌丝体

菌丝体是食用菌的营养器官，相当于高等植物的根、茎、叶，是食用菌的主体。它能从基质中吸收水分、无机盐和有机营养物质，供食用菌发育的需要，只要生活条件适宜，它们就可以无限地生活下去。菌丝体是由许多分支状的菌丝组成，它们在基质中蔓延生长，吸收培养料中的养分，边繁殖边向四周及纵深方向扩展。食用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。食用菌的细胞壁不同于细胞或植物的细胞壁，它的主要成分是几丁质。不同纲的食用菌的几丁质成分也不相同。属于子囊菌纲的羊肚菌、马鞍菌等，几丁质的主要成分是D-半乳糖，而属于担子菌纲的蘑菇、香菇等食用菌，它们的几丁质成分主要是岩藻糖。

菌丝体是由许多分支丝状的菌丝组成，而菌丝是孢子萌发繁殖的结果。孢子萌发时先吸水膨胀，后长出芽管，芽管



不断分支伸长后形成菌丝体。根据不同食用菌菌丝的发育阶段，又可分为第一次菌丝、第二次菌丝和第三次菌丝。第一次丝又称单核菌丝、初级菌丝或初生菌丝，每个细胞中只含有一个细胞核。一次菌丝无论如何繁殖，一般都不会产生子实体。第二次菌丝，又称双核菌丝、次级菌丝或异核菌丝，每个细胞内含有两个遗传性不同细胞核，在菌丝细胞横隔膜上方有的有锁状连合，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。它已不是散生的、无组织的双核菌丝，而是有一定排列、有结构、能形成菇、耳子实体原基的双核菌丝。有些食用菌在一定的发育阶段，尚有多核菌丝。一般菌丝较细的食用菌，如香菇、黑木耳，双核菌丝上尚有锁状连合；菌丝较粗的如蘑菇、草菇，双核菌丝上就没有锁状连合。在有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。如草菇能形成厚垣孢子，银耳能形成节孢子。

食用菌的细胞核中的核酸成分，主要是去氧核糖核酸(DNA)，在DNA中四种碱基中的含量特别是嘌呤和胞嘧啶的含量，以及它们在四种碱基中的百分比(称G-C克分子百分比)，现代分类鉴别中的重要依据。如蘑菇的四种碱基(G、A、C、T)的含量分别是22.6%、28.2%、21.7%、27.5%，它的G-C克分子百分比为44。即：
$$\frac{22.6 + 21.7}{100} = 44\%$$
。而马

鞍菌属的G-C克分子百分比为50%，多孔菌属(*polyporus*) G-C克分子百分比为57%，鹅膏菌属(*Amarita*) G-C克分子百分比为57—58%等。

食用菌丝体能通过分支繁殖而不断蔓延扩展，菌丝体的

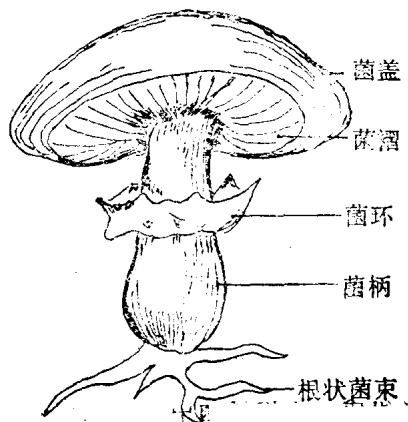
繁殖通常是从一点出发，不断地向四周辐射扩展。有的菌丝体在有些真菌中还常密集成菌索状或块状；菌索是由某些真菌的菌丝体组成的形似绳索状的结构。菌核或菌索都是真菌对不良环境的一种适应形式。

## (二)子实体

子实体是食用菌的繁殖器官，它是能产生孢子的果实体，也就是我们通常称为“菇”、“耳”等食用部分。食用菌的子实体，只有在特定的条件和季节才会出现，而且寿命长短不一；其中有些种类朝生暮死，有些种类能活几天，有些种类甚至能活好几周。

**1. 伞菌的子实体** 典型的伞状食用菌的子实体，是由菌盖、菌褶、菌环、菌柄和其他附属物组成的。

菌盖又叫菌伞，是菌褶着生的地方，也是繁殖器官的保



蘑菇的构造

护组织。不同的食用菌，菌盖的形状及颜色也各不相同。常见的有半球形、笠形、扇形、漏斗形。菌盖上的附属物，如纤毛、鳞片、小疣、小刺、粉米、晶粒、粘液等的有无或形态，因种而异。这些特征常是识别食用菌种类的重要依据。

菌盖的形态除了与种属特征有关外，还和它的发育时期和生态环境有关。例如，毛柄金钱菌在幼时的菌盖为钟形、卵形，老熟时则为平展形；鸡纵幼时的菌盖为圆锥形，老熟时则近笠形；灵芝的菌盖通常为肾形，但当它在通气条件不良的地点生育时，菌盖多呈鹿角形。食用菌盖颜色也是多种多样的。双孢蘑菇、口蘑等菌盖为白色的，草菇为灰色，紫晶蘑为紫色，红腊伞、金红菇为红色，鸡油菌为黄色，橙盖鹅膏菌为橙色，褐绒盖牛肝菌、松塔牛肝菌为褐色，青豆菌、粘乳菇为绿色，等等。菌盖的颜色也常常受到环境和发育时期不同而有差异。菌盖表面特征也是分类的一个依据。大部分食用菌菌盖表面是光滑的，有的有鳞片，如松塔牛肝菌全身遍有鳞片。毛柄金钱菌大多生在靠近地面的地方，菌盖上粘有枯叶和泥沙，与环境相似，这种拟态也是菌类适应环境的一种特征。

菌褶又叫菇叶、菇鳃，位于菌盖的下方，呈放射状排列的片状结构，是菇类孕育担子，产生后代——担孢子的场所。各种食用菌的菌褶长短、宽窄、着生方式及颜色也各不相同。从菌褶的颜色，可以大体推知菇类孢子的颜色，也是识别各种食用菌的重要依据。

子实层是子囊菌或担子菌的产孢表面。在子囊菌中，它是由子囊和侧丝组成；在担子菌中，子实层是由无数呈栅状排列着的担子和囊状体组成的。侧丝和囊状体是可孕细胞。

只有子囊和担子细胞才能产生子囊孢子和担孢子。

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褶伞菌的形态重要特征，通常有下列四种类型：

(1)直生，又称贴生。菌褶后端着生在菌柄上，如鳞耳。

(2)离生，又称游生。菌褶与菌柄不接触，游离。如草菇、双孢蘑菇。

(3)弯生，又称凹生。菌褶与菌柄着生处有弯凹。如香菇、口蘑等。

(4)延生，又称垂生。菌褶后端随菌柄下延。如侧耳。

菌褶的厚薄、形状、排列稀密、是否等长、是否会自溶、菌褶有无分枝、菌褶边缘有无锯齿、菌髓是否由孢囊细胞组成等特点，都是分类鉴定时必须注意的形态特征。

孢子的形态和构造，各种食用菌是多种多样的，有椭圆形、球形、卵形、圆柱形、肾形，多角形、瓜子形等等，大小一般在 $5-10 \times 3-8$ 微米，通常子囊孢子比担孢子要大些。如蘑菇等担孢子均为卵圆形，表面光滑，长 $6-8.5$ 微米，宽 $4.5-6.0$ 微米。香菇孢子长圆形，长 $9-14$ 微米，宽 $5-6$ 微米。茯苓孢子也是圆柱形，但有一弯曲的嘴，大小为 $7.5-8.3$ 微米。

菌柄又叫菇柄或菇脚，是支撑和运输养料的器官。菌柄的着生位置，因种类而有不同，有的生于菌盖的中央，有的偏离中央，有的生于菌盖的边缘，有些种类甚至完全无柄。此种菌柄上还有二种重要的附属物，即菌环和菌托。但有的种类没有菌环，有的种类只有菌托，有的种类则两者都没

有。菌环生于菌柄上，是一种膜质的环形结构。菌托生于菌柄基部，也是一种杯状结构。有没有菌环和菌托，常是识别食用菌种类，以及识别食用菌与毒菇的重要依据。下面以草菇子实体为例加以说明。

草菇子实体的寿命极短，只有在生育期才大量地出现，形成周期性的菇峰和菇谷。它由菌盖、菌褶、菌柄和菌托等部分组成。菌蕾初期小如菜籽，后逐渐长大如豆、雀蛋、鸡蛋。菌托破裂后，菌盖钟形，后渐渐开展，中央稍突起，直径5—20厘米，幼时黑，老时褪为灰褐、鼠灰褐色、灰白色，中央色深，外围色稍浅，自中央射出美丽的纤毛，菌肉白色，肥厚，菌髓倒转型，菌褶离生，即与菌柄相距可达1厘米，不等型(有全片的、3/4片，1/2片，1/3片的)，大约300—380片，初白色，后水红色，终红褐色，稍密集，每个褶片两侧着生无数棒状的担子，每个担子顶端常有2—4个小梗，每个小梗上着生1个担孢子。担孢子初期白色，成熟后变成水红色或红褐色，椭圆形或卵形，长6.5—11微米，宽4.5—6.5微米。据统计，直径为5—11厘米的新鲜草菇，可产生5—48亿个以上的担孢子。草菇菌柄有支撑菌盖、运输营养物质和水分的作用。它呈白色，圆柱形，肉实，长6—20厘米，顶端稍细，含纤维素较多。菌菇菌托是子实体发生初期的保护物，即包被，菌蕾期包裹着菌盖和菌柄，当子实体发育到一定阶段后，外包被菌盖端突破，而残留于基部，称为菌托。破口不规则呈环状，膜质，上部灰黑色，往下色渐呈灰白色，近白色。

**2. 耳类的子实体** 耳类(包括银耳、黑木耳、毛木耳、橙耳、金耳、皱木耳、黄花耳、盘状桂花耳、桂花耳、胶质刺

银耳等)子实体的形态结构比较简单,整体都是由胶质化的菌丝组成。

(1)子实体:银耳的子实体所有瓣片的表面都覆盖有子实层,在生育季节,子实层产生并射出无数的担孢子。子实体由数十枚弯曲的瓣片组成,形状如鸡冠、菊花、牡丹花,大小不一,重量不等,有数克至数千克。新鲜的或吸水后的子实体是白色半透明的,耳基黄色或黄褐色,干时,角质硬而脆,白色或米黄色,体积强烈的收缩为原来的 $1/7$ 至 $1/15$ 。子实层生于瓣片的表面。担子卵球形或近球形,十字型垂直或稍斜分割成4个细胞,通称为下担子,每一细胞生一细长的柄,称为上担子,每一上担子生一担孢子梗和担孢子。担孢子在显微镜下,无色透明,成堆时呈白色,卵球形或卵形, $5-7.5 \times 4-6$ 微米,担孢子产生芽管并萌发成菌丝或芽分子孢子。

(2)子实层:宽度约145微米,由担子、侧丝组成的致密层带。

(3)疏松中层:宽度约4—4.5微米,由直径4.2—4.5微米的胶质化菌丝构成的疏密状带。

不同的胶质菌有不同的状态,有的呈耳状,有的呈瓣花状,有的呈牡丹花状或菊花状等。在商业化的大生产中,可以选择适合人们需要朵型进行栽培,以求最大的经济效益。

## 二、食用菌的生活史

生物的生活史,就是指生物在一生中所经历的生活周期。食用菌的生活史就是指从孢子到孢子的整个生长、发育过程。

### (一)食用菌的生长发育

食用菌主要是担子菌纲和子囊菌纲两大类组成。担子菌纲食用菌的典型生活史大体可由以下几个阶段生长、发育所组成的,

(1)担孢子萌发,生活史开始。

(2)第一次菌丝,即单核菌丝开始发育。

(3)两条可亲和的、可互相交配的单核菌丝,通过融合,进行交配,即质配。

(4)形成第二次菌丝,也称双核菌丝,这种双核菌丝是一种特殊的异核菌丝,每个细胞都含有两个遗传性质不同,而在有性生殖上可以交配的单元核,其横隔膜处通常有锁状连合。双核菌丝可以独立地、无限地进行繁殖。有些食用菌的双核菌丝还可以产生无性的粉孢子,或厚垣孢子。如果是无性的单核孢子,以后将新萌发成象亲株一样的单核菌丝;如果是无性的双核孢子,萌发后将产生双核菌丝。

(5)第二次菌丝有产生子实体的能力,在适合条件下,

便形成子实体。

(6)在子实体中，棍棒状的双核菌丝顶端细胞，在菌褶表面排列成产孢组织——子实层。子实层由产生担孢子的细胞，即担子和囊状体组成。

在担子中，两个细胞核发生融合，进行核配，产生一个双倍体。

双倍核，又称双元核，接着立刻进行减数分裂，双方的遗传物质进行重组和分离，产生4个单元核。其后，每一个细胞核都移到担子小梗的顶端，各形成一个担孢子。在典型的情况下，每个担子可产生4个单核的担孢子。至此一个完整的生活史就结束。

担孢子弹射之后，在萌发的过程中，细胞核经常发生一个有丝分裂，以表示新的生活周期的重新开始。不是所有的第一次菌丝(单核菌丝)互相结合后都能形成子实体。有一些食用菌(双孢蘑菇或草菇)，只要同一个担孢子所萌发出来的两条菌丝之间进行结合，便能生育，这种现象称为同宗结合或自交亲和。但大多数食用菌的第一次菌丝有“雌”、“雄”之别，通常用“+”、“-”表示。尽管这两种菌丝在形态上看不出什么差异，但同一性别的菌丝之间是永远不亲和的。只有两条性别不同的菌丝进行了交配，并在第二次菌丝发育到某一阶段时才产生子实体。这种结合方式称为异宗结合或自交不育。

异宗结合的食用菌，其菌丝体的性别是遗传因子——“性基因”控制的。其中有些食用菌(滑菇、蘑菇)的性别只是由1对遗传因子A-a控制的。因此，它们所产生的担孢子以及由担孢子萌发产生的第一次菌丝，不是A型的，便是a



型的。即每个担孢子上所产生的4个担孢子中，有2个是A型菌，另外2个是B型菌。我们把这种属性称为二极性。还有许多食用菌(如香菇、香菇、平菇、银耳等)的性别是由2对独立分离的遗传因子A-a和B-b所控制的。因此，这些食用菌每个担孢子上所产生的4个担孢子，分别为AB、Ab、aB、ab四种类型，近似于四种性别。我们把这种属性，称为四极性。研究食用菌的性别，在科研和生产上、理论与实践是十分重要的。同宗结合的种类，只要挑选优良的单孢子进行繁殖，所得到的菌丝便有结菇能力；而属于异宗结合的食用菌，还要经过不同的性别的单孢子或单核菌丝之间进行配对“杂交”，得到人工合成的双核菌丝后，才能产生子实体。掌握这些知识可在生产实践中找出能结菇的原种，避免在菌面积生过程中造成不必要的经济损失。

参一查。林定平编《食用菌菌丝学》。

## 第三章 食用菌(五)主要食用菌的生活史

合群宗同核菌类(担孢子) 菌丝体

“菌”食用菌的生活史较复杂。总的看来不同食用菌生活史大体相似，但在不同品种也有一些特殊之处，应有所区别。

一类是担孢子菌的生活史。它是次级同宗结合，二极性，单因素控制。菌类每个担孢子产4个担孢子，而双孢蘑菇大多数担孢子只产2个担孢子。这种担孢子菌发生的菌丝，也有产菇能力，被称为次级同宗结合(见图2)。

——担孢子菌类(担孢子) 菌丝体

担孢子菌类(担孢子) 菌丝体

担孢子菌类(担孢子) 菌丝体

担孢子菌类(担孢子) 菌丝体