

新型农民农业技术培训教材

新技术
新热点

食用菌菌种 开发及生产技术

● 徐仙娥 主编



中国农业科学技术出版社

新型农民农业技术培训教材

新技术
新热点

食用菌菌种 开发及生产技术

● 徐仙娥 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌菌种开发及生产技术 / 徐仙娥主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.9

ISBN 978-7-5116-0627-3

I. ①食… II. ①徐… III. ①食用菌-菌种-培养(育种)
IV. ①S646.036

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 163003 号

责任编辑 朱 绯

责任校对 贾晓红 郭苗苗

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106626(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 中煤涿州制图印刷厂

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 3.75

字 数 101 千字

版 次 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

定 价 11.00 元

《食用菌菌种开发及生产技术》

编委会

主 编 徐仙娥

编 者 廖明林 季伟平 徐建琴

陈超俊 吴春红

前 言

我国食用菌栽培历史悠久，为了更好地服务农业、服务农民，本书对食用菌菌种开发及生产技术进行了详细介绍。

本书共分为七章：食用菌及食用菌菌种概述、菌种生产前的准备、人工育种的方法与菌种制作的一般步骤、食用菌的制作、不同类别食用菌的制种技术、食用菌制种期的病虫害防治和食用菌菌种质量标准及菌种管理。

本书资料性及技术性并重，内容翔实，方法可行，图文并茂，深入浅出，是广大食用菌栽培者和爱好者的良师益友，也可供大专院校相关专业的师生参考使用。

由于编写任务紧、时间仓促，编著者水平所限，本书难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011 年 3 月

目 录

第一章 食用菌及食用菌菌种概述	(1)
第一节 食用菌形态结构及其特征	(1)
第二节 食用菌的生活史	(10)
第三节 食用菌生长的环境要求	(12)
第四节 食用菌菌种的概念和类型	(15)
第二章 菌种生产前的准备	(18)
第一节 认识菌种	(18)
第二节 菌种制作场地要求及厂房布局	(19)
第三节 菌种制作的设备及常用物品	(23)
第四节 消毒与灭菌	(32)
第三章 人工育种的方法与菌种制作的一般步骤	(37)
第一节 人工育种的基本方法	(37)
第二节 菌种分离的方法	(38)
第三节 菌种的培养	(42)
第四节 食用菌菌种的识别与鉴定	(45)
第五节 食用菌菌种的保藏	(53)
第四章 食用菌的制作	(57)
第一节 食用菌母种的制作	(57)
第二节 原种的制作	(58)

第三节	生产种的制作	(64)
第四节	液体种的制作	(65)
第五章	不同类别食用菌的制种技术	(70)
第一节	草腐菌菌种制作	(70)
第二节	常见木腐菌菌种制作	(76)
第三节	常见野生菌的菌种生产	(88)
第六章	食用菌制种期的病虫害防治	(97)
第一节	制种期主要病害的防治	(97)
第二节	制种期主要虫害的防治	(100)
第七章	食用菌菌种质量标准及菌种管理	(103)
第一节	食用菌菌种质量标准	(103)
第二节	菌种的管理	(106)
主要参考文献		(113)

第一章 食用菌及食用菌菌种概述

第一节 食用菌形态结构及其特征

食用菌的种类繁多，形态各异。本书谈及的食用菌形态结构都以隶属于担子菌亚门的食用菌为对象。而且在可食的担子菌中，伞菌占大多数。这里仅以伞菌为代表，其基本形态结构包括菌丝体和子实体两部分。

一、菌丝体的形态结构及特征

菌丝体是由菌丝交织而成的菌丝群。食用菌的菌丝体在完成生活史以前，经过3个明显的发育阶段，即初生菌丝（单核菌丝）、次生菌丝（双核菌丝）和三生菌丝（组织化的双核菌丝）。

1. 初生菌丝（单核菌丝）

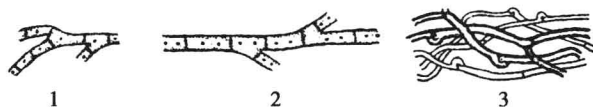
刚从孢子萌发形成的菌丝称为初生菌丝，这种菌丝纤细，生长速度较慢，初期为无隔多核，以后产生隔膜，使每个细胞都含有1个细胞核，成为单核有隔菌丝。因此，初生菌丝也称为单核菌丝。绝大多数食用菌的单核菌丝是不能产生子实体的。但是也有例外，如黑木耳的单核菌丝体，自身有较强的形成胶质化原基的能力，与可孕的双核菌丝相比，它有很大的差别，单核菌丝体形成原基所需时间长，几乎是双核菌丝体的2倍。形成的胶质化原基常长成团状，不容易开片，仅极少能开出小耳片。又如金针菇的单核菌丝能分化为子实体，但是单核菌丝生长速度慢、出菇晚、每瓶出菇数及单产显著低于双核菌丝。另外，单核菌丝抗逆性差，易感染杂菌，出菇不整齐。从以上事例说明黑木耳和金针菇的单核菌丝虽然能结子实体，但在生产上都无应用价值。这些

单核体结实的机制有待进一步研究。在食用菌类群中双孢蘑菇是例外，它的担孢子就含有两个核，孢子萌发的菌丝就是双核菌丝。

2. 次生菌丝（双核菌丝）

两条可亲和的初生菌丝的单核细胞进行质配后使每个细胞有两个异核，此两核不进行核配，而常常进行盲接分裂，延续形成双核菌丝，称为次生菌丝。这种双核菌丝才能产生子实体。双核菌丝体（次生菌丝体）与单核菌丝体相比，它在基质上生长速度快、粗壮强健、分枝繁茂。我们制作食用菌生产用的菌种，多为双核菌丝。

锁状联合：许多隶属于担子菌的食用菌在双核菌丝上还形成锁状联合结构，它发生在双核菌丝的分隔处。锁状联合是有效地保证双核并裂产生的姐妹细胞核能分配到两个不同的细胞中。锁状联合也不是在所有食用菌的双核菌丝上都能产生，如双孢蘑菇的双核菌丝上未发现锁状联合。不同的食用菌，锁状联合的形状不完全相同。有的是圆丘形，有的像骨节抱握状。它们的大小不一，相距的远近也不一。在有锁状联合的食用菌中，菌丝上有无锁状联合的形成，是单核菌丝或双核菌丝鉴定的标志。锁状联合的其他形状是判断和鉴别不同菌种的方法之一（图1-1）。



1. 单核菌丝；2. 双核菌丝；3. 菌丝具锁状联合

图1-1 菌丝形态

3. 三生菌丝（组织化的双核菌丝）

是由次生菌丝（双核菌丝）进一步发育而成。又称结实性双核菌丝。这是一种组织化了的的双核菌丝。如子实体中的菌丝体。菌丝体能组成两种组织，一种是组成比较疏松的组织，菌丝

体并列在一起，还能看出典型菌丝体的长形细胞，这种组织称为疏丝组织。另一种是比较紧密的组织，组织中的细胞不是长形而是椭圆形，或接近圆形或多角形，称为拟薄壁组织。这两种菌丝常相互交织成一定的组织体，常见的组织体有菌核、子座和菌索。

(1) 菌核 菌核是由拟薄壁组织和疏丝组织形成的一种坚硬的休眠体，形状大小不一，如菜籽状、鼠粪状、角状和拳头状。药用菌的茯苓、猪苓、雷丸、麦角等均是菌核。菌核颜色初期常为白色或浅色，成熟以后呈褐色或黑色。菌核既是营养贮藏器官，又是度过不良环境的休眠体。在条件适合时，菌核萌发产生子实体、菌丝和分生孢子等。

(2) 子座 子座是拟薄壁组织和疏丝组织形成的，或由菌丝体与部分寄主组织结合形成的一种垫状营养结构。子座有各种形状，它一般紧密地附于基物上。它既产生繁殖体，又有度过不良环境的作用。例如，中药材冬虫夏草寄生在虫体内的菌丝发展为菌核，以后从菌核中长出棒状的分为柄部和头部的子座，在子座头部周围生有许多子囊壳。冬虫夏草是虫菌结合成一体，即蝙蝠蛾科的幼虫被虫草属的真菌寄生后，昆虫体内虫草属真菌的菌丝先形成菌核，然后从菌核上产生直立有柄的子座，子座棍棒形，具可育的头部。日常所谓的虫草即被寄生了的虫体（菌核）和草（子座）。

(3) 菌索 由菌丝体平行组织成长条状的似绳索状物称菌索。它由拟薄壁组织组成深色的皮层和疏丝组织组成的髓部，顶端为生长点。菌索粗细不一，色泽各异，长短各不相同，它具有迅速运送物质和蔓延的功能，在不适宜的条件下呈休眠状态，在条件适宜时又可以从生长点恢复生长及从菌索上生出繁殖体。例如，蜜环菌的菌索以及双孢菇的菌丝生长到一定的时候在菌床的料面上菌丝体组织成菌索，分布在培养料上，不久菌索扭结成菇蕾。

二、子实体形态结构及特征

子实体是食用菌的繁殖器官，其形成要经过3个阶段，即孢子、菌丝体和子实体。担孢子是食用菌的繁殖器官，是一个单核细胞，在子实体菌盖的菌褶中产生出来的。子实体成熟老化后担孢子就成熟弹射出来，飞散到有水分和有营养的基质表面，担孢子就吸水萌发出菌丝来。

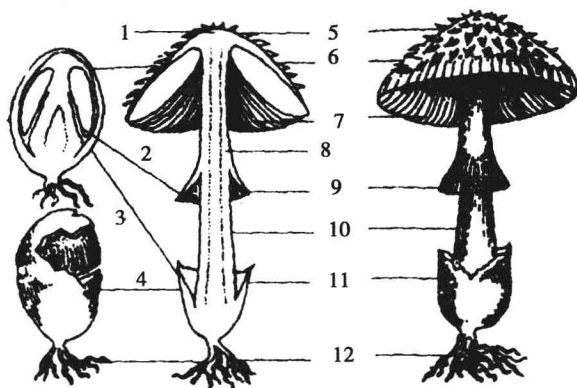
担孢子萌发出来的菌丝是单核菌丝或称初生菌丝，单核菌丝没有出菇的能力，不能形成子实体。必须来自两条不同性别的菌丝接合后形成一个双核菌丝体，才能形成子实体。单核菌丝接合有两种方式，大多数食用菌是“异宗接合”，比如平菇、香菇、银耳、木耳等。少数的是“同宗接合”，比如双孢蘑菇、草菇等。食用菌子实体一般都生长在培养基的表面。比如土壤表面、朽木或树木表面上都有菌类生长。担子菌中的层腹菌、黑腹菌等都属此类生长。子囊菌纲中的子实体能产生子囊和子囊孢子，称为子囊果。担子菌纲的子实体能产生担子和担孢子，称为担子果。目前栽培的食用菌都是担子菌纲中的种类，因此，栽培的食用菌常食用的是担子果。

食用菌子实体形态大小各异，有的菌类几厘米、有的几十厘米。食用菌形态有的呈伞状、喇叭状、花朵状、珊瑚状、棒状、块状、球状、片状、耳状等。下面以伞状菌类为例，简单介绍子实体形态（图1-2）。

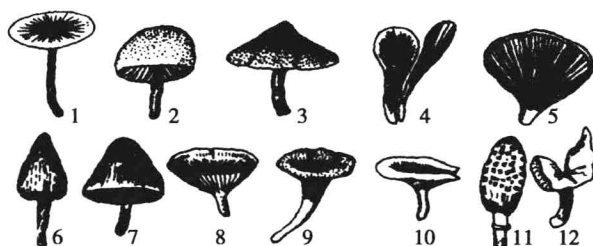
1. 菌盖

菌盖是由菌肉和菌褶两部分组成，是食用菌繁殖器官，也是人们食用的主要部分。子实体的帽状部分生长于菌盖之上，因食用菌种类不同，形状有所差异。比如平菇菌盖为贝壳状、平层状、漏斗状、斗笠状等，双孢蘑菇为半球状，草菇为钟形，灵芝为肾形等（图1-3），菌盖是分类依据之一。

（1）表皮 菌盖表皮内菌丝含有不同色素，使食用菌菌盖呈现出美丽的色彩。因食用菌种类不同其菌盖表面形状也就不



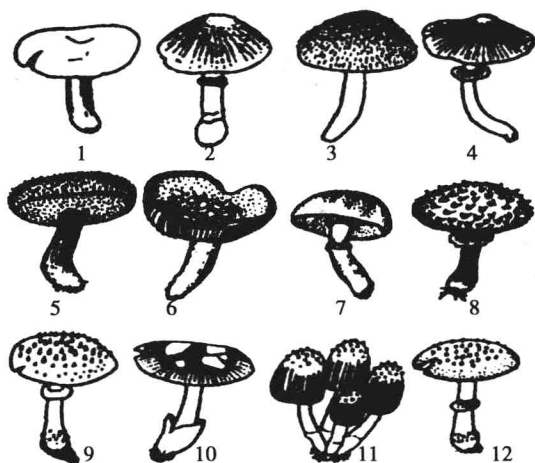
1, 8. 菌肉; 2. 内菌幕; 3, 4. 外菌幕; 5. 鳞片; 6. 菌盖;
7. 菌褶; 9. 菌环; 10. 菌柄; 11. 菌托; 12. 菌丝体
图 1-2 伞菌类子实体的形态结构示意图 (引白兰进)



1. 圆形; 2. 半球形; 3. 斗笠形; 4. 匙形; 5. 扇形;
6. 圆锥形; 7. 钟形; 8. 漏斗形; 9. 喇叭形;
10. 浅漏斗形; 11. 圆筒形; 12. 马鞍形

图 1-3 菌盖形状 (引自应建渐等)

同。菌盖表面有的光滑、有的湿润、有的有绒毛或丛毛状鳞片、有的有粉末物、有的黏滑、有的干燥，有的有皱纹、条纹、龟裂等。菌盖有的平展、有的上翘或内卷、有的呈花瓣状等 (图1-4)。



1. 光滑无毛；2. 皱纹；3. 具纤毛；4. 条纹；5. 具绒毛；
6. 龟裂；7. 被粉末；8. 丛毛状鳞片；9. 角锥状鳞片；
10. 块状鳞片；11. 具颗粒状结晶；12. 具小疣

图 1-4 菌盖表面特征（引自应建浙等）

(2) 菌肉 菌盖表皮下疏松菌丝的部分是菌肉。菌肉厚薄不等，这是由食用菌种类不同而造成的。菌盖质地有肉质、胶质、革质和蜡质等。大多数菌盖和菌肉为白色，受伤后不变色，有部分食用菌受伤后菌肉变色，比如红肉菇变红色，小美牛肝菌变蓝色等。伞状菌类大多数味道鲜美，少数种类稍带苦或辛辣。香菇、鸡油菌等有特殊香味。食用菌菌肉是由双核菌丝组成的，乳菇、红菇等是由泡囊状菌丝组成（图 1-5）。

(3) 菌褶和菌管（图 1-6） 食用菌菌褶是有性繁殖器官，为片状物。一般伞状菌类菌褶多呈刀片状，在其上紧密排列着无数担子，担孢子和囊状体及不育细胞或侧丝组成一个栅状的面称为子实层。菌褶长短不等。菌褶间具有菌髓或横脉，是双核菌丝变成薄壁细胞，交织成网状、刺状、近平滑状等。菌褶与菌柄着生形态不同，是重要分类依据。通常有直生、弯生、离生、

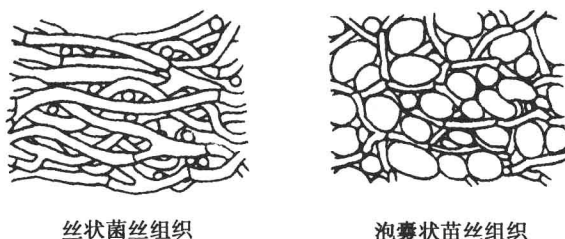
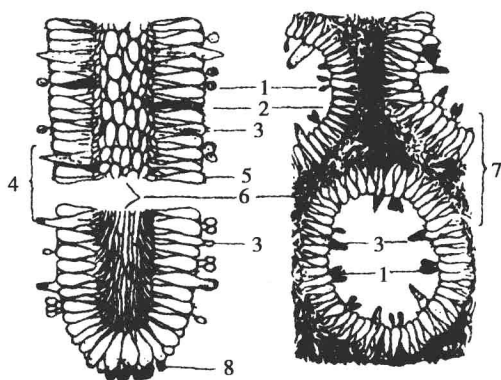


图 1-5 菌肉的构造 (引自常明昌 2002)

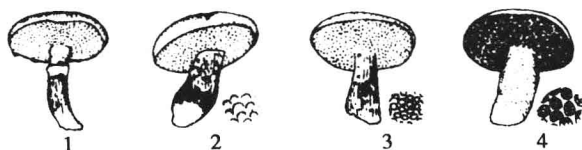


1. 孢子; 2. 乳管; 3. 囊状体; 4. 菌褶; 5. 担子;
6. 菌髓; 7. 管孔; 8. 缘囊体

图 1-6 菌褶、菌管解剖示意图 (引自常明昌 2002)

延生等 4 种类型。菌褶的一端直接着生于菌柄上称直生；菌褶的一端着生于菌柄处弯曲称弯生；菌褶一端不与菌柄接触称为离生；菌褶的一端延菌柄向下生长称为延生。

菌管就是管状的子实层。子实层着生于菌管内壁。菌盖下面着生于菌管呈辐射状排列。菌管排列方式、颜色、形状、大小以及与菌柄着生关系是重要的分类依据。如多孔菌和牛肝菌类 (图 1-7)。



1. 菌管放射状排列；2. 菌管圆形；3. 菌管多角形；4. 菌管复孔

图 1-7 菌管孔的排列特征（引自常明昌 2002）

2. 菌柄

菌柄是菌盖的支撑部分，是运送水分和营养物质的组织体。因种类不同，菌柄的形状、大小、长短、粗细也各异。根据菌柄在菌盖上着生的位置，可将其分为中生、偏心生、侧生 3 种方式。有的菇类菌柄着生于菌盖的中央称为中生，如草菇、金针菇、双孢蘑菇等；有的菇类菌柄着生于菌盖偏心处称为偏心生，如香菇；有的菇类菌柄着生于菌盖的一侧称为是侧生，比如平菇。以上菌柄的中央组织分为 3 种，中松、中紧、中空。如双孢蘑菇、杏鲍菇菌柄中央菌组织结合不紧密，也就是双核菌丝结合疏松称为中松；香菇菌柄中央菌组织结合紧密，也就是双核菌丝之间紧密结合而形成中紧；金针菇菌柄中央菌丝结构形成管状的称为中空结构（图 1-8）。

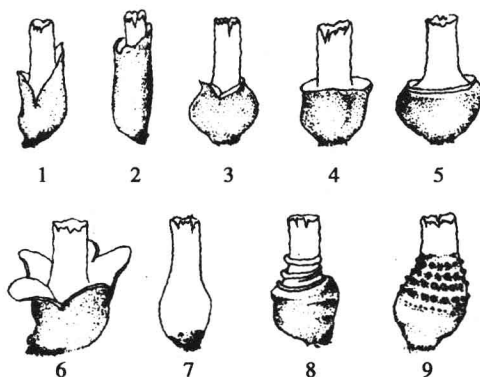
3. 菌幕、菌环和菌托

菌幕是指幼龄子实体菌柄与菌盖之间形成的一层包幕（内菌幕）。当子实体长大后包幕破裂，在菌柄上的上、中、下部留下环状痕迹，即称菌环；菌托是指整个幼龄子实体外面包被的菌膜（外菌幕），子实体逐渐长大，包幕留在菌柄基部称为菌托，如草菇。菌托有鞘状、环状、鳞茎状、瓣裂状等。菌柄外菌幕由于撕裂的方式不同，菌托的形状也各异（图 1-9）。呈开裂状或呈波浪状。菌柄和菌托着生位置和形状，是分类的重要依据。有的外菌幕残留在伞菌盖表面，外菌幕容易形成鳞片或疣突，而大多数伞菌外菌幕在子实体生长发育中消失，不形成菌托。



1. 中生；2. 偏生；3. 侧生；4. 无菌柄；5. 圆柱形；
6. 棒形；7. 纺锤形；8. 粗状；9. 分枝；10. 基部联合；
11. 基部膨大呈球形；12. 基部膨大呈臼形；
13. 菌柄扭转；14. 基部延长呈假根状

图 1-8 菌柄特征 (引自应建浙等)



1. 苞状；2. 鞘状；3. 鳞茎状；4. 杯状；5. 杵状；
6. 瓣裂；7. 菌托退化；8. 带状；9. 数圈颗粒状

图 1-9 菌托特征 (引自黄毅 1998)

第二节 食用菌的生活史

食用菌的生活史是从担孢子萌发开始的，经过菌丝的生长，在一定的营养和环境条件下形成子实体，在子实体的子实层上形成担孢子，担孢子最后被释放出来。如此周而复始，物种得以延续。在食用菌的生活史中，有的种在菌丝体生长阶段还形成无性繁殖的小循环，如金针菇。

多数食用菌的生活史：担孢子→担孢子萌发→初生菌丝（单核菌丝）→两条可亲和的初生菌丝融合→次生菌丝（双核菌丝）→子实体原基→子实体→担孢子（图1-10）。

商业化栽培的食用菌除双孢蘑菇和草菇外，都属于这类生活史类型。双孢蘑菇和草菇生活史中无初生菌丝和次生菌丝之分，主要为多核菌丝体，这些菌丝可直接形成子实体并产生担孢子。

一、担孢子

担孢子是食用菌的最初繁殖单位，在不适宜其萌发的条件下，担孢子可以较长时间地存活。有些担孢子从母体上释放后，遇到适当的环境条件就可以立即萌发；而另一些担孢子则有较长时间的休眠期。影响担孢子萌发的外界环境条件主要是温度、湿度、pH、通气和光，特别是前两个因素最重要。此外，担孢子本身的成熟度也是影响萌发的因素。

二、初生菌丝

担孢子萌发后先形成芽管，继而伸长，生长成为管状的菌丝，并形成隔膜。对于多数食用菌来说，隔膜使其成为多细胞的单核菌丝，即所谓初生菌丝。初生菌丝的形态特征是纤细及隔膜处无锁状联合。其生理特点是生长缓慢，一般不具结实性，不能作为菌种。