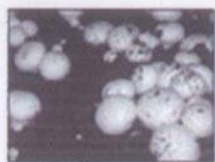


新型农民科技人才培训教材

食用菌生产 实用技术

文 成 赵利华 编著

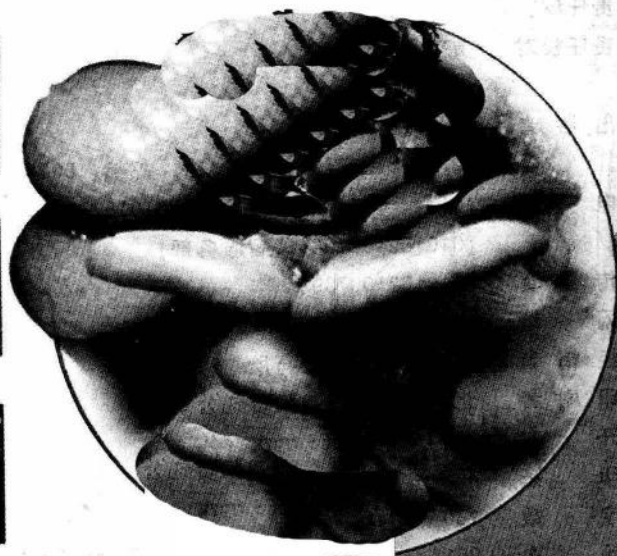
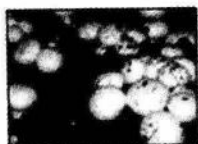


中国农业科学技术出版社

新型农民科技人才培训教材

食用菌生产 实用技术

文成 赵利华 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌生产实用技术/文成,赵利华编著. —北京:中国农业科学技术出版社,2011.6

ISBN 978-7-5116-0459-0

I. ①食… II. ①文… ②赵… III. 食用菌—蔬菜园艺 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 078075 号

责任编辑 张孝安

责任校对 贾晓红

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)82109708(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109703(读者服务部)

传真 (010)82109709

网址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开本 850 mm×1 168 mm 1/32

印张 4.5

字数 130 千字

版次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价 15.00 元

前 言

食用菌作为人类的植物性营养的顶峰、超级的保健食品,近年来逐渐被人们所重视。在十几年的时间里,食用菌生产在我国已经成为一个产业,随着人们追求绿色消费,追求营养保健消费观念的形成,食用菌还会进一步受到人们的青睐。在发展新农村的种植、养殖业的过程中,食用菌的生产是一项重要的技术。

食用菌生产是一种技术比较成熟、原料丰富、投资少、生产周期短、见效快、经济效益明显、适宜推广的农业项目。本书从食用菌栽培的实践出发,分别从食用菌的生理特性、食用菌菌种的制作和生产、常见和珍稀食用菌的栽培技术、食用菌病虫害防治、食用菌储藏保鲜技术等几个方面进行了介绍。本书立足于农村的生产实际,对食用菌生产过程中的各个环节进行了深入浅出的描述,以实际操作为主,突出实用性,适合作新型农民科技人才培训教材使用。

作 者

目 录

第一章 食用菌的生理特性	/1
一、食用菌的生物学特征	/1
二、食用菌的生长条件	/4
第二章 食用菌菌种的生产技术	/8
一、菌种生产的设施和用具	/8
二、消毒与灭菌技术	/10
三、培养基和培养料制作技术	/14
四、菌种分离和接种技术	/18
五、菌种的保藏	/22
第三章 常见食用菌的栽培技术	/24
一、双孢菇栽培	/24
二、香菇栽培	/29
三、平菇栽培	/33
四、金针菇栽培	/38
五、鸡腿菇栽培	/42
六、草菇栽培	/46
七、黑木耳栽培	/51
八、银耳栽培	/56
第四章 珍稀食用菌的栽培技术	/60
一、灵芝栽培	/60
二、猴头菌栽培	/64

三、杏鲍菇栽培	/68
四、白灵菇栽培	/71
五、姬松茸栽培	/74
六、竹荪栽培	/77
七、杨树菇栽培	/81
八、滑菇栽培	/85
第五章 食用菌的病虫害防治	/89
一、食用菌主要病害的防治	/89
二、食用菌主要虫害的防治	/101
第六章 食用菌的储藏和加工	/128
一、食用菌的储藏保鲜技术	/128
二、食用菌的加工技术	/131
参考文献	/138

第一章 食用菌的生理特性

一、食用菌的生物学特征

食用菌虽然种类繁多,形态千差万别,但不管是什么食用菌,都是由菌丝体和子实体两个基本部分组成。

(一)菌丝体

菌丝为微小的丝状物,这每一根丝状物就叫菌丝。由无数分枝的菌丝组成的集体称菌丝体。食用菌菌丝的形态见图 1-1。

菌丝体是食用菌的营养器官,是食用菌的主体,其主要功能是分解基质,并从基质中摄取水分、无机物和有机物质。



1. 孢子; 2. 孢子膨胀; 3. 孢子萌发; 4. 菌丝分枝; 5. 菌丝体

图 1-1 食用菌菌丝的形态

1. 初生菌丝体

担子菌担孢子萌发后,先形成没有隔膜的多核初生菌丝,在适宜的环境条件下,很快产生多个隔膜把菌丝分隔成许多个单核细胞。这种每个细胞只含有一个细胞核的菌丝体即为单核菌丝体,也称为初生菌丝体。初生菌丝体极为纤细。

2. 次生菌丝体

初生菌丝体发育到一定阶段后,两个单核菌丝体很快结合,细胞原生质融合在一起,菌丝中每个细胞均有两个细胞核,这种双核

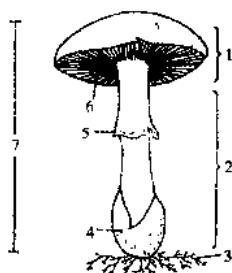
化的菌丝体即称次生菌丝体。次生菌丝体较初生菌丝体粗壮,分枝繁茂,生长速度快。

3. 三生菌丝体

当次生菌丝体发育到一定的阶段,在适宜的条件下,菌丝体互相扭结成团,形成子实体原基,然后发育成子实体。这种已经组织化并有一定的排列和一定结构的双核菌丝体称为三生菌丝体,或称为结实性菌丝体。

4. 基质菌丝和气生菌丝

菌丝体在生长过程中,伸入到培养基质内的叫基质菌丝,生长在空气中的叫气生菌丝。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。



1. 菌盖;2. 菌柄;3. 菌丝体;
4. 菌托;5. 菌环;
6. 菌褶;7. 子实体

图 1-2 伞菌子实体形态

(二) 子实体

子实体是供人们食用的主体部分,也是食用菌产生孢子、繁殖后代的器官,只在特定的生殖阶段才能产生。

子实体的基本组成是菌盖、菌褶、菌柄、菌环、菌托、菌丝束、菌裙、外菌幕、内菌幕等。食用菌的子实体绝大部分是伞状的,也有像球状和花朵状的。常见的伞状食用菌香菇、蘑菇等,其形态见图 1-2。

1. 菌盖

(1)菌盖:伞菌目食用菌的菌盖大部分呈伞形。菌盖的皮层有各种各样的颜色,如白色、黄色、褐色、灰色、红色和青色等。形状和颜色是人类辨别食用菌种类的重要依据。菌盖的皮层有光滑或有黏液,有的表面具有绒毛、鳞片或晶粒状的小片。菌盖的大小因种而异。

(2)菌肉:菌肉是菌盖的实体部分,也是菇类最有食用价值的部分。大多数食用菌的菌肉是肉质的,易腐烂;少数为胶质、蜡

质、革质和软骨质。菌肉一般呈白色或污白色,也有呈淡黄色或红色。

(3)菌褶或菌管:菌褶或菌管由子实层或支持它的髓部组成,呈刀片状的叫菌褶,呈管状的称菌管,生长于菌盖的下方,上面连接菌肉。

2. 菌柄

菌柄又叫菇柄,是菌盖的支撑部分,也是输送水分和养料的器官。除少数食用菌无菌柄或仅具有短柄外,绝大多数种类均具有圆柱状的菌柄,但其形状、质地、表面特征以及在菌盖上着生的位置却因种类不同而异。菌柄通常为肉质,也有纤维质、革质、脆骨质。菌柄有实心,如香菇,其菇柄较硬;也有空心,如金针菇;有的菌柄中央是疏松的髓质细胞,如双孢蘑菇。菌柄的颜色多为白色、灰白色,也有其他颜色。菌柄在菌盖上着生的位置一般有3种形式:①中生,菌柄着生于菌盖的中心,如双孢蘑菇、草菇、乳菇;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,如平菇。

3. 菌托

有些伞菌(如草菇)在子实体发育前期外面包裹一层菌膜,即外菌幕。当子实体长大后,菌膜随之破裂,残留在菌柄基部呈一杯状物,而称菌托(或脚包)。

4. 菌环

子实体发育早期,菌盖边缘和菌柄间有一层包膜(即内菌膜)相连接。子实体长大时,该膜破裂,一部分留在菌柄处呈环状,此环状物称为菌环。

(三)食用菌的生活史

食用菌的生活史,是从孢子萌发开始的。孢子萌发,先在一端长出芽管,不断延长分裂,形成菌丝。这时的菌丝每个细胞内均只有一个细胞核,所以称单核菌丝。一般单核菌丝不能直接形成子实体,必须经过不同单核菌丝之间质配形成双核菌丝后才能形成子实体。单核菌丝在形成双核菌丝时,一般菌丝较细的香菇、木耳

等通过细胞横隔上方的锁状联合质配,使每个细胞中具有两个性质不同的细胞核。当菌丝尖端向前伸长时,又开始新的锁状联合过程。而菌丝较粗的双孢蘑菇、草菇等的双核菌丝形成是单核菌丝直接连接而成,不通过锁状联合的过程。双核菌丝形成后可以独立地、无限地蔓延生长。有些食用菌的双核菌丝可以断裂产生无性的粉孢子或厚垣孢子,以后又重新萌发成像亲株一样的双核菌丝。

双核菌丝经过一段时间的生长,进入结实性的发育阶段。菌丝体结聚成菌丝束,菌丝束进一步扭结转化成有一定排列顺序的致密的子实体。在子实体中,双核菌丝顶端细胞,在菌褶表面排列成子实层。子实层由担子、囊状体、侧丝等组成在担子中,两个细胞核进行核配,形成双倍核,立刻进行减数分裂,产生四个章核。而其后每个细胞都移至担子小梗的顶端,各形成一个担孢子。食用菌子实体的形成意味着一个生活周期即将结束,一旦担孢子成熟,弹射出去,就是下一个生活周期的开始。

二、食用菌的生长条件

食用菌的生长发育,与温度、水分、湿度、空气、光照、酸碱度和营养等条件有密切的关系。创造良好的生态环境,保持充足、平衡的营养,是食用菌生产获得丰收的保证。

(一)环境条件

1. 温度

一般食用菌菌丝体较耐低温,0℃不会死亡,菌丝体生长的适宜温度一般在22~25℃。但草菇不耐低温,生长的适宜温度为28~30℃。不同菇类子实体分化的适宜温度也不同。

(1)低温型:子实体分化最适温度在20℃以下,最高温度不超过24℃,如蘑菇、香菇、平菇、金针菇、猴头菇等。

(2)中温型:子实体分化最适温度为20~24℃,最高温度不超过28℃,如木耳、银耳等。

(3)高温型:子实体分化最适温度在24℃以上,最高温度可达

30℃,如草菇、凤尾菇。

食用菌子实体发育的温度要求比分化阶段要高一些,子实体将生长正常,菌盖与菌柄比例合理,菇大肉厚。某个菌种不同品种的表现不尽一致,如平菇的高温型品种鲍鱼菇,在30~32℃下子实体依然可以正常形成,金针菇低温型白色品种的子实体形成温度则不宜超过15℃。

有些菌类子实体分化需要有变温条件刺激的,称为变温结实性。如香菇、侧耳,每天用8~10℃温差刺激,出菇旺盛。有些菌类子实体分化则不需要变温刺激的,称为恒温结实性。如双孢蘑菇、草菇、金针菇、黑木耳、银耳、猴头菇等。

2. 水分和湿度

菌丝体在含适宜水分的基质上才会较好地生长、繁殖。一般基质含水量为60%~65%,基质与水分的比例为1:(1.1~1.3)。子实体的形成要求有很高的空气相对湿度,一般为85%~95%。

3. 空气

食用菌属于好气性菌类,应充分提供通风透气的条件。氧气不足,菌丝体生长缓慢。在子实体发育阶段,由于子实体呼吸旺盛,因而对氧气的需求量也急剧增加。二氧化碳浓度增高会产生畸形菇,特别是对二氧化碳敏感的菇类,如猴头菇、草菇、蘑菇、香菇等,更易出现异常现象。不同菇类在子实体形成阶段的需氧量不同,如草菇在子实体形成阶段需氧量为蘑菇的6倍。

4. 光照

菌丝体生长阶段不需要光照,在完全黑暗的条件下生长良好。光照越强,菌丝生长越慢。但绝大部分食用菌在子实体形成阶段需要一定量的散射光,如香菇、滑菇、草菇等菌类在完全黑暗的条件下,不能形成子实体。

5. 酸碱度

一般来说,食用菌中的木腐生菌类喜在偏酸的基质中生长,粪草类食用菌适宜在偏碱的条件下栽培。一般菌丝体的pH值在

5.5~6.5 为宜,但猴头菇以 pH 值在 3.0~4.0 为宜,草菇以 pH 值在 8.0 为宜。

(二)营养需求

食用菌不能利用光合作用来制造营养物质。它的营养方式是菌丝体首先分泌胞外酶,将木屑、棉籽壳、稻草中的高分子蛋白质、脂肪和糖类分解成可溶性的低分子物质,进行吸收利用。再通过胞内酶,如合成蛋白质过程的转肽酶、分解氨基酸的转氨酶等,合成自身的氨基酸、蛋白质、糖、脂肪、有机酸等。因此,食用菌营养方式的基本特点是腐生异养型。

食用菌从基质中摄取的营养物质主要是碳源、氮源、无机盐和维生素。

1. 碳源

它是制造糖类的主要来源,也是细胞生命活动重要的能源。碳源主要来自有机物如纤维素、半纤维素等,通过酶分解成简单的糖类而被吸收利用。碳源是食用菌生命活动中需要量最大的营养物质,生产中的主要培养料如棉籽壳、木屑、稻草、玉米芯、甘蔗渣等为食用菌的生长提供了大量的碳源。

2. 氮源

氮是合成蛋白质和核酸的重要原料。氮源主要来源于蛋白质、氨基酸、尿素等。菌丝体可以直接吸收氨基酸、尿素等小分子化合物,而高分子的蛋白质必须经蛋白酶水解成氨基酸才能被吸收利用。食用菌栽培中常利用麸皮、米糠、玉米粉、豆饼、畜禽粪等辅料来提供氮源。在食用菌的生长发育中,培养基(料)中的碳源浓度和氮源浓度要有适当的比值,称为碳氮比(C/N)。在基质中应合理地控制碳氮比。一味地增加氮源浓度会引起菌丝疯长、延迟出菇。不同生长发育阶段要求不同的碳氮比,一般菌丝体生长的营养阶段碳氮比为 20:1,而在子实体形成的生殖阶段为(30~40):1。

3. 无机盐

食用菌生长发育需要一定无机盐,无机盐是构成食用菌细胞的

成分,作为酶的组成部分,调节氧化还原电位和酶的作用,调节细胞渗透压和 pH 值等。其中以磷、钾、镁三种元素最重要,可根据不同的培养材料和菌类适当添加。

4. 维生素

微量的维生素,如核黄素、硫胺素等对菌丝生长有促进作用。维生素在马铃薯、麦芽、酵母、米糠和麸皮中含量较多,不必另外添加。维生素不耐高温,120℃以上极易受到破坏,灭菌时应注意。

第二章 食用菌菌种的生产技术

一、菌种生产的设施和用具

人工培养出来供进一步繁殖用的纯菌丝体就是菌种，它相当于农作物的种苗。菌种必须在无菌的条件下进行分离、接种和培养，因此要有一些基本的设备，除要有实验室、配料室和培养室外，还要有接种设备和灭菌设备。

1. 接种设备

1) 接种室

接种室又叫无菌室，由接种间和缓冲间组成，前者面积 $5 \sim 9\text{m}^2$ ；后者 $2 \sim 3\text{m}^2$ ，房间不宜太高，不超过 $2 \sim 2.2\text{m}$ ，以便保持无菌状态。室内结构要有利于清洁和消毒处理，地面、墙壁、天花板要平整、光滑、无缝隙，门窗要紧密，并与内墙平齐，以减少凸凹面积。

接种间和缓冲间的门应设在错开的方向上，最好采用左右移动的拉门，防止开门时外界空气直接进入接种间。接种间和缓冲间要安装紫外灯及日光灯各 1 盏。紫外灯与操作台的上下垂直距离应在 $1 \sim 1.2\text{m}$ 。工作人员接种穿的衣服、帽子、拖鞋等挂在缓冲间，以便及时紫外消毒。

2) 接种箱

接种箱又叫无菌箱，是用木材和玻璃制成的密闭箱子，实际上是缩小的接种室，见图 2-1。接种箱有单人操作和双人操作两种，都装有能启闭的玻璃窗，下方设有 2 个圆洞，洞口装有袖套，操作时袖套的松紧带能套住手腕，防止杂菌进入。箱内顶部安装紫外灯及日光灯各 1 盏。接种箱的大小以能容纳 $120 \sim 150$ 个菌种瓶为宜。



图 2-1 接种箱

3) 超净工作台

这是一种局部净化的设备。它的特点是接种数最不受无菌空间的限制,操作比较简便,有利改善接种人员工作条件,接种效率高,适于大规模生产。使用时,工作台必须安装在洁净的房间内,或发尘量较低、有油漆地面的室内。

4)接种工具

酒精灯:火焰灭菌用。

解剖刀:1~2把,供切割组织块,剖开种木用。

接种针:分离菌种时,采集孢子及菌丝。可用自行车钢条一端磨细弯成3mm的小钩制成。

镊子:尖嘴小镊子1把,20cm长的大镊子1把,主要用于摄取种菇或其他物品。

小榔头:敲打劈开种木时用。

试管:数量根据实际需要而定,用于培养料面菌种,试管口径以8~20mm的为好。

培养皿:放置食用菌的子实体、采集孢子或注入培养基进行培养等用。

漏斗:用于分装配好的培养基。

搪瓷盘:用于盛种器皿和用具。

三角瓶及烧杯:用于制备培养基。

量筒或量杯:用于计量溶液的体积。

铝锅及电炉:用于加热溶解琼脂等培养基原料。

天平:用于称量培养基原料。

棉花:用于制作瓶塞。少量脱脂棉花用于消毒。

温度计(干湿球温度计):用于测量室内外温度和湿度。

试管架、铁丝试管笼:用于摆放试管及装盛试管培养基进行灭菌消毒等。

培养容器:用于培养原种及栽培种。如玻璃瓶、塑料袋、塑料瓶。

培养基灭菌设备:用于培养基的高温灭菌,常用高压锅,也可自制土蒸锅。

电热烘箱:用于干燥法测定含水量,以及玻璃器具的干热消毒灭菌。

恒温培养箱:用于恒温培养菌种。

冰箱:在高温季节,用于保存某些菌种。

生物显微镜:用于观察、鉴定菌丝及孢子的形态、构造。

2. 灭菌设备

1) 高压灭菌设备

常用的高压灭菌设备有各种类型的高压灭菌锅,包括手提式高压灭菌锅、立式高压灭菌锅和卧式高压灭菌锅。

2) 简易灭菌设备

蒸笼、蒸锅、土蒸灶等。

二、消毒与灭菌技术

微生物存在于空气、水、土壤、动植物体以及各种物品上。在食用菌制种过程中,很重要的一项工作就是抑制菌种之外的微生物生长,创造有利于食用菌生长的环境条件。这项工作就是消毒和灭菌。

消毒是用物理或化学的方法,杀死物体上的部分微生物,使之不再危害食用菌的生长发育,并可防止病虫害传播,但这种方法不能杀死细菌的芽孢或霉菌的孢子,只是暂时不发生危害。在食用菌菌种生产中,接种室、接种箱、培养室等都需用消毒方法处理。

灭菌是用物理或化学的方法,杀死物体上所有的微生物,包括细菌的芽孢和霉菌的孢子,使物体成为无菌状态,在菌种制作中,培养基、培养料、接种工具及其他用具都必须经过灭菌后才能使用。

常用的消毒方法

1. 低温消毒

低温消毒即在 60~75℃ 的温度下消毒。低温消毒可把大部分微生物的营养细胞杀死,如培养料的发酵过程即是一个低温消毒的过程,可以有效杀死生料中的有害杂菌及害虫。

2. 沸水消毒

沸水消毒即在沸水中煮沸 30~40 分钟,以杀死微生物的营养细胞。若要杀死细菌的芽孢或霉菌的孢子,则需延长煮沸时间达 2 小时以上,主要用于金属接种器具、针筒等的消毒。

3. 化学药剂消毒

化学药剂消毒是利用化学药物进行杀死微生物的方法。通常将能破坏、杀灭微生物及芽孢的物质称为灭菌剂,也称消毒剂,而用于抑制微生物生长的药剂称为抑菌剂,实际上两者无严格区别。若将灭菌剂的浓度降低就可成为抑菌剂或防腐剂。

常用的灭菌方法

1. 干热灭菌

(1)灼烧灭菌:灼烧灭菌即直接用火焰把微生物烧死,通常用酒精灯的外层火焰灼烧接种器具,如试管口、瓶口、接种针等。此方法简便、彻底,但使用范围有限。

(2)干热空气灭菌:干热空气灭菌就是利用烘箱热空气进行烘烤灭菌,即把需要灭菌的干物品如试管、接种瓶等玻璃器皿,放入烘箱中,逐渐升温至 160℃,维持 2~3 小时,达到灭菌目的。它具有灭菌速度快、方便等优点,但不适用于含水分的培养基灭菌。

2. 湿热灭菌

湿热灭菌常用于培养基灭菌及不宜干热灭菌的物品。由于蒸汽穿透力强,因此灭菌效力高、时间短、速度快。常用的有以下几种:

(1)高压蒸汽灭菌:高压蒸汽灭菌又称高压灭菌。它是根据蒸汽的温度与压力成正比,即压力升高,沸点也升高的原理进行灭菌。

如采用压力为 0.103MPa,温度 121℃,保持 30 分钟,即可杀死母种培养基内所有微生物,大大缩短灭菌时间,是一种最有效、用途最广泛的灭菌方法。在食用菌生产中,常用上述压力和温度对斜面培养基、无菌水、器皿等进行灭菌。而对体积大、热传导性能较差的木屑、棉籽皮等培养料则需采用 0.137MPa 压力,保持 1.5~2 小时的灭菌方法。高压灭菌操作步骤及注意事项:

第一,在锅内加水至水位标记高度,水太少易烧干造成事故,