

经福建省基础教育教材管理领导小组审查通过

福建省农村实用技术教材



食用菌栽培

FUJIANSHENG
NONGCUN
SHIYONGJISHU
JIAOCAI

福建省农村实用技术
教材编写组

福建教育出版社

福建省农村实用技术教材

食 用 菌 栽 培

福建省农村实用技术教材编写组

福建教育出版社

福建省农村实用技术教材

食用菌栽培

福建省农村实用技术教材编写组

福建教育出版社出版

(福州梦山路 27 号 邮编: 350001)

电话: 0591-83725592 83726971

传真: 83726980 网址: www.fep.com.cn

福建省新华书店发行

福建省天一屏山印务有限公司印刷

(福州铜盘路 278 号 邮编: 350003)

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 2.5 印张 60 千字

2002 年 6 月第 2 版 2006 年 5 月第 5 次印刷

ISBN7-5334-2924-9/G·2377 定价: 1.69 元

如发现本书印装质量问题, 影响阅读,
请向出版科(电话: 0591-83726019)调换。

闽教基准(秋)第 03032 号

编写说明

本套教材是为了贯彻中央的有关精神，进一步推进农村中学教育改革，加强农村实用技术教育，促进教育更好地适应农村经济建设需要，服务于农村和农业，由原省教委中教处、职教处、成教处在广泛征求意见，组织专家进行了论证的基础上，对原有的农村初级中学教育改革实验教材（专业课部分）进行重编的。本套教材供农村初中分流教育技术班、农村乡镇文技校、初中后实用技术（“3+X”）培训等使用，也可作为推广农业科技、群众劳动致富参考用书。

本套教材分种植、养殖、电工和电子技术三大门类，每个门类均按实用技术项目分解，单项单册出版，内容选择上根据农村生产实际需要和农村初中分流教育技术班和文技校学生实际情况，强调新颖性，突出高起点，体现当前农业科研发展新成果。

农村初中分流教育技术班、乡镇文技校可根据开设的实用技术项目，选用相关内容的教材。在教学实践中对教材内容可作灵活处理，必要时可进行适当的补充和延伸。

本书由林基同志执笔编写。

福建省农村实用技术教材编写组

2006年5月

目 录

第一章 食用菌栽培基础知识	1
第一节 概述	1
第二节 食用菌的形态和生活史	2
第三节 食用菌的营养生理	7
第四节 食用菌生长的环境条件	9
第五节 食用菌菌种的培养	12
实验一 食用菌的形态观察	19
实验二 母种斜面培养基的制作	20
第二章 双孢蘑菇栽培	22
第一节 蘑菇的生物学特性	22
第二节 蘑菇的栽培技术	23
第三章 香菇栽培	29
第一节 香菇的生物学特性	29
第二节 香菇的栽培技术	31
第四章 草菇栽培	36
第一节 草菇的生物学特性	36

第二节	草菇的栽培技术	37
第五章	金针菇栽培	42
第一节	金针菇的生物学特性	42
第二节	金针菇的栽培技术	44
第六章	木耳栽培	47
第一节	木耳的生物学特性	47
第二节	光木耳代料栽培技术	49
第三节	毛木耳代料栽培技术	50
第七章	侧耳栽培	52
第一节	侧耳的生物学特性	53
第二节	侧耳的栽培技术	54
实验三	侧耳生料箱栽	56
第八章	灵芝栽培	58
第一节	灵芝的生物学特性	58
第二节	灵芝的原木栽培技术	59
第九章	珍稀食用菌栽培	61
第一节	姬松茸栽培	61
第二节	灰树花栽培	63
第三节	茶薪菇栽培	66
第四节	大杯伞栽培	68
第五节	大球盖菇栽培	70
第六节	真姬菇栽培	73

第一章 食用菌栽培基础知识

第一节 概 述

食用菌俗称菇或蕈，是指真菌中能形成子实体或菌核类组织并能提供食用或药用的种类，诸如蘑菇、香菇、草菇、金针菇、木耳等。

食用菌在分类上属于真菌。食用菌靠不断生长着的菌丝体，从它们着生的基质中吸收营养，当积累了足够的养分，达到生理成熟后形成形形色色的子实体，也称菇体。食用菌的可食用部分绝大多数是子实体，但是也有极个别的是菌核。

地球上已知能形成大型子实体的真菌约有 6 000 种，其中可食用的约 350 种，目前进行较大面积栽培的有 20 多种。

一、食用菌的营养价值

食用菌是富含蛋白质、多种维生素和大量糖类的食品。一些著名的食用菌，历来被列为宴席上的佳品，誉称为“山珍”。如洁白肥嫩的蘑菇、粘滑多胶的木耳、鲜嫩可口的草菇、香气浓郁的香菇、酥脆适口的竹荪、柔软洁白的银耳等，一直为我国人民所喜爱。

大多数食用菌都是高蛋白低脂肪的食品，而且蛋白质中的各种氨基酸组分齐全，多数都含有 18 种氨基酸，其中包括 8 种人体必需的氨基酸，因此，食用菌是国际上公认的十分优质的蛋白

质来源，并有“素中之荤”和“植物肉”的美称。

食用菌目前受到国内外人们的重视，还在于它有较好的医疗效果。食用菌富含多种维生素，对疾病有一定的医疗价值，如银耳自古以来是我国人民珍贵的滋补食品，能提神生津，滋补强身，还能辅助治疗慢性胃炎。

二、食用菌生产近况和展望

近30年来，食用菌生产在全世界范围内有较大的发展，总产量达到250万吨。荷兰、美国、日本等一些发达国家的食用菌生产趋于工业化、工厂化、机械化和集约化发展。而中国食用菌总产量已达80万吨以上，居世界前列。其中香菇、草菇、平菇、银耳、木耳、猴头菇、竹荪、茯苓等的产量居世界第一位，蘑菇、金针菇、滑菇、灰树花等的产量居世界第二位，成为世界食用菌最大的生产国和出口国。

随着世界人口的不断发展，能源和食物的危机势必日趋尖锐。寻求新能源、新食物生产的途径，已成为世界各国当务之急。发展食用菌生产作为补充人类食物的来源，已日益受到人们的关注。我国发展食用菌生产，也是在人口不断增长、耕地逐年减少的情况下，解决食物供应的一条途径。自然界每年至少生产出的30亿吨的农作物秸秆及其他农林副产品，是生产食用菌的主要原料来源。通过食用菌转化，就能为人类提供大量的菌体蛋白，减少粮食的消耗量。所以，发展食用菌生产具有长远的战略意义。

第二节 食用菌的形态和生活史

食用菌的形态分菌丝体和子实体两部分。菌丝体是营养器

官，主要用来分解、吸收和输送营养物质和水分；子实体是繁殖器官，主要功能是产生孢子，孢子就像植物的种子，起繁殖后代的作用。子实体形态各式各样，有伞状、笔状、舌状、球状等，以伞状最为普遍。

一、形态特征

1. 菌丝体 食用菌的菌丝体是由许多分支丝状的菌丝组成，菌丝则是孢子在适宜条件下萌发生长而成的。菌丝体被切断后，具有再生能力，在切断的菌丝体基础上又可生长发育出新的菌丝体。在显微镜下观察，子实体也是由大量次级菌丝经过组织分化而成的。在人工制造的培养基上钻入到基质中的菌丝叫做基内菌丝，生长在空气中的菌丝叫气生菌丝。菌丝在幼嫩时期，无色透明；老后有些菌类能分泌某些色素，使菌丝体呈现各种不同色泽。

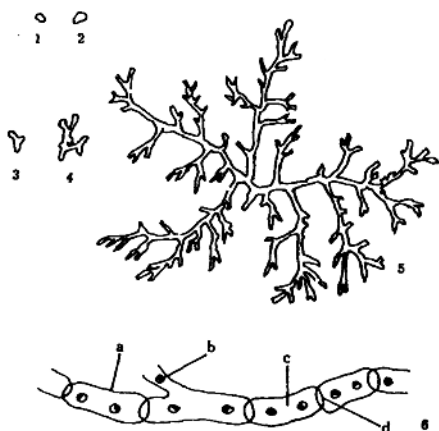


图 1-1 食用菌菌丝体的形态和结构

1. 孢子 2. 孢子膨胀 3. 孢子萌发
4. 菌丝分支 5. 菌丝体 6. 单根菌丝的放大
(a. 细胞壁 b. 细胞核 c. 细胞质 d. 隔膜)

食用菌的菌丝体是一种管状组织，中间隔膜把一条菌丝隔成许多间隔，每一间隔即为一个细胞，每一细胞内有两个细胞核(图 1-1)。

2. 子实体 子实体是食用菌的繁殖器官，是产生孢子的菌体或称菇体。食用菌子实体，通常由菌盖、菌褶、菌柄、菌环及菌托等部分组成。其中菌盖及菌柄为各种食用菌所共有，菌托、菌环等因品种不同而异，有的有菌托无菌环，有的则相反，也有的则菌托、菌环全无（图1—2）。

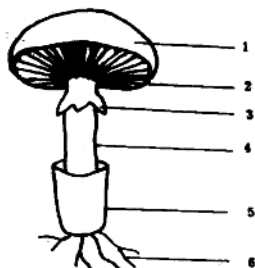


图1—2 伞菌目子实体组成部分

(1) 菌盖 又名菇盖或菌帽，是食用菌最明显的部分。成熟的菌盖一般呈伞形，也有呈半球形、钟形、喇叭形、贝壳状等。菌盖的直径大小不一，通常直径在2.5厘米为小型菌盖，直径在2.5~10厘米为中形菌盖，10厘米以上为大型菌盖。菌盖分表皮层和菌肉两部分。表皮层由保护菌丝组成，常有色素使菌盖表面呈各种色泽。

菌肉是菌盖的实体部分，一般为肉质，少数为角质或革质。大部分食用菌的菌肉为白色。

(2) 菌褶与子实层 菌褶又名菇叶、菇鳃，是位于菌肉下面的薄片。每朵子实体的菌褶数量为50~400片不等。菌褶片状，中央是菌髓细胞，两面是子实层。子实层是一种产孢组织，孢子分布在子实层上面。菌褶的颜色幼嫩时多数为白色，老熟后一般带孢子的颜色。

(3) 菌柄 又叫菇柄或菇脚，菌柄与菌盖相连，起支持菌盖和输送养分的作用。因品种不同，菌柄的长短、粗细及质地等各不相同。多数食用菌的菌柄与菌盖一样，同属肉质，少数菌柄为纤维质或脆骨质。形状有圆柱形、棒形、纺锤形。因品种不同，菌柄在菌盖上着

生位置也不同,有中生、偏生和侧生。多数食用菌的菌柄为白色、圆柱形。菌柄内部的形态有实心、空心、半空心等类型。

菌柄上的残留物有菌环和菌托。某些伞菌幼菇,在菌盖边缘与菌柄之间为一层膜质组织,称内菌幕。当子实体长大后,内菌幕破裂,残留在菌柄中上部形成的环状物叫菌环。某些食用菌的整个菌蕾外面包有一薄层包膜,称外菌幕。菌蕾长大后,外菌幕破裂,残留在菌柄基部的外菌幕继续生长发育成为菌托。

食用菌的生活史

食用菌的生活史,是指食用菌一生所经历的生活周期。即从孢子萌发开始,经菌丝体、子实体到产生新的孢子为止的整个发育过程(图1-3)。

1. 初生菌丝体 直接由孢子萌发成的菌丝称初生菌丝体。初生菌丝体一般比较纤细,每个菌丝细胞内只有一个细胞核,所以又叫它单核菌丝体。大

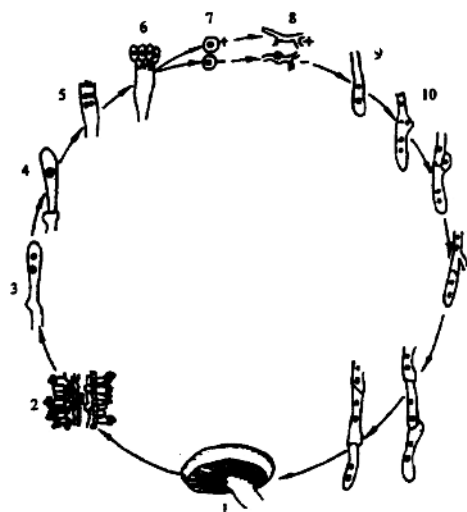


图1-3 食用菌的生活史

1. 子实体 2. 子实层 3. 原担子 4. 核配 5. 减数分裂
6. 担孢子成熟 7. 不同性的担孢子 8. 单核菌丝接合
9. 质配后的双核菌丝 10. 双核菌丝细胞分裂

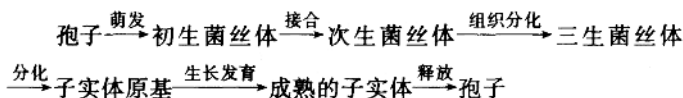
多数食用菌初生菌丝的细胞中,染色体是单相的,所以栽培后不会形成子实体;只有两条不同单相染色体的初生菌丝接合成双核菌丝体后,才能形成发育健全的子实体。

2. 同宗结合与异宗结合 初生菌丝的接合,有的能育(能结菇),有的不育。食用菌中草菇、双孢蘑菇能从同一孢子所萌发的两条菌丝之间进行接合而生育,这种现象称同宗结合。多数食用菌如香菇、平菇、木耳的初生菌丝有“雌”、“雄”的性别之分(常用“+”、“-”表示)。不同性别的单核菌丝在形态上看不出什么差异,但同性别菌丝间永不亲和,只有异性结合的菌丝可育。这种只有经过异性的单核菌丝细胞间发生融合后才能生育的现象叫异宗结合。

3. 次生菌丝体和三生菌丝体 初生菌丝配对后,单核细胞变为双核细胞,单核菌丝体发展为双核菌丝体(次生菌丝体)。双核菌丝粗壮,生长迅速,能形成子实体。食用菌的子实体,实际上是由分化了的双核菌丝组成的,所以切取子实体的任何一部分组织,就能培养出所需要的纯菌种来,这就是菌种制作中的组织分离法。

双核菌丝体发展到一定阶段,可形成一些特殊化的组织如菌丝束、菌索等。人们把这些组织化的双核菌丝体称之为三生菌丝体或结实性双核菌丝体。

4. 生活史 食用菌的生活史,可以简单地用下列流程式表示:



在食用菌的生活史中,除了上述有性循环外,还有一些无性小循环。即菌丝不需要经过性结合而产生无性孢子,然后无性孢子在适宜条件下,又萌发成菌丝的过程。

第三节 食用菌的营养生理

一、食用菌的营养类型

食用菌没有叶绿素,不能通过光合作用制造养分,其生活所需要的有机营养物质依赖于自然界的其他生物,其主要营养方式有以下三种类型。

1. 腐生类型 指只能利用植物、微生物死亡的残体加以分解、同化,从中获得营养和能量,发育成新菌体。属于这一类型的食用菌称腐生菌,大部分食用菌是腐生菌。以木材腐生的称木腐生菌,如香菇、银耳、平菇等。以粪草腐生的称粪草腐生菌,如双孢蘑菇、草菇等。目前人工栽培的食用菌大多数属于木腐生菌类。

2. 寄生类型 指只能从活的动植物体中获得所需的营养物质和能量的营养方式。如虫草菌中的冬虫夏草,在自然条件下,仅寄生在鳞翅目蝙蝠蛾的幼虫上,只能专性寄生。也有的食用菌如蜜环菌通常是生活在砍伐的竹根、树根和死亡树干上,但也可以寄生在活树上,这种类型叫兼性寄生。

3. 共生类型 一部分担子菌类食用菌,如美味牛肝菌、松口蘑、红菇、乳菇等,不能独立生活,必须和高等植物如松属、栎属、云杉等的根系生长在一起,形成一种互相供应养分的共生结构叫菌根。形成菌根的真菌叫菌根菌。菌根菌为植物吸收无机盐和水,而植物光合作用积累的有机物质为菌根菌生长环境提供所需要的营养物质。

二、食用菌所需要的营养物质

食用菌所需的营养物质,主要有水、碳源、氮源、矿质元素、微

量的生长素等。

1. 水 水是食用菌的重要组成部分,一般鲜菇的含水量可达85%~95%。食用菌细胞的一切生化反应都是在水的参与下进行的,而营养物质也必须溶于水后才能被吸收。食用菌在生长发育的各个阶段都需要水分,在子实体生长时需要量更大,培养料中所含的水是食用菌生长所需水分的主要来源。

2. 碳源 能提供食用菌构成菌体细胞和代谢产物中碳素来源以及组成生命活动能源的营养物质为碳源,它是最主要的营养物质。食用菌所需的碳源主要成分是高分子的纤维素、半纤维素、木质素、淀粉类多糖和低分子的蔗糖、麦芽糖、葡萄糖。目前人工代料栽培中都以含丰富碳源的木屑、稻草、棉籽壳、甘蔗渣、玉米秆等为主要原料。

3. 氮源 凡能提供食用菌合成蛋白质和核酸中所需要的氮素来源的营养物质为氮源,氮源主要是有机氮,如蛋白质、蛋白胨、氨基酸、尿素等。有些食用菌能利用一些无机氮,如铵盐、硝酸盐等。在食用菌栽培中,米糠、麸皮、菜籽饼等也是氮素的主要来源。

研究证明,培养原料中含氮量与含碳量要有一定比例,提供高浓度的氮素,反而会影响子实体的生长发育。

4. 矿质元素 食用菌的生长发育中还需要一定量的矿物质元素,如磷、钾、钙、镁、硫等。食用菌对磷、镁、钾等元素的需要量较大,每升培养基中以100~500毫克为宜,这些元素主要从无机盐(如磷酸氢二钾、硫酸镁)中获得。而对铁、钴、锌等元素,需要量很少,称微量元素。在普通的生活用水中都有,一般不需另外加入。

5. 生长素 食用菌的生长发育,还需要一定量的维生素和生长素类物质,食用菌对这类物质的需要量虽少,但却不可缺。这类物质在马铃薯、麦芽、酵母膏、米糠和麸皮等辅料中含量较多,用它作培养基时,一般不需另外添加维生素。

食用菌对营养物质的吸收和利用

食用菌不能进行光合作用,只能依靠腐生、寄生、共生等营养方式,从基质中摄取所需要的营养物质。单糖、有机酸及醇类等小分子化合物,都能直接被食用菌所利用。对一些较复杂的大分子聚合物,如纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶等,须通过分泌胞外水解酶,将之分解成简单的小分子才能吸收到体内,成为合成细胞物质的原料。

食用菌对少数低分子量营养物质的吸收,是借助细胞膜内外浓度差,通过被动扩散方式,由细胞外进入细胞内。大部分的低分子物质及酶解物的吸收是通过主动运输进行的,这种运输需要细胞膜上载体蛋白或酶,还需要能量,是菌体细胞有选择性、可逆浓度梯度吸收营养物质的方式。

吸收到菌丝细胞内的营养物质,可通过隔膜在菌丝细胞间进行输送,输送的速度又受菌龄、代谢强度和环境因子影响。食用菌生长发育到一定阶段,一些生理成熟的菌丝会聚集一起,形成菌丝的变态结构,如菌丝束、菌索、假根等,从而加大了输送营养物质的能力。原基和子实体形成时,进入营养菌丝内的营养物质,都集中地向子实体输送。

营养物质被输送到一定部位后,在细胞内酶系统的作用下,进一步合成自身的氨基酸、蛋白质、脂肪、糖、有机酸等,进行大分子的聚合,来建造食用菌本身的细胞物质,并贮存能量。

第四章 食用菌生长的环境条件

食用菌生长发育所需要的环境条件主要是温度、湿度、空气、酸碱度等。不同种类的食用菌,对环境条件的要求不同;同一种类

食用菌,菌丝体生长阶段和子实体发育阶段所需要的环境条件也不相同。栽培食用菌时只有满足了它对各方面的要求,才有可能取得高产优质。

一、温度

温度是食用菌生长发育最重要的环境条件之一,大多数食用菌子实体分化时期要求的温度比菌丝体生长的温度低些。从子实体分化时对温度的要求来看,大体可分为三种类型:

(1)中温型:子实体分化最高温度在 28°C 以下,最适温度为 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$,如木耳、银耳、大肥菇等。

(2)低温型:子实体分化最高温度在 24°C 以下,最适温度在 20°C 以下,如双孢蘑菇、香菇、平菇、金针菇、猴头菇等。

(3)高温型:子实体分化最高温度在 30°C 以上,最适温度在 24°C 以上,如草菇、竹荪、桃红平菇等。

某些菌类进入子实体分化阶段虽有一个降温过程,但还不能诱导菇蕾形成,还必须有一个较大的昼夜温差刺激才行,如香菇。我们将这些菌类称为变温结实性菌类。有些菌类子实体的形成不需要温差刺激,而取决于温度是否保持稳定,如双孢蘑菇、金针菇。我们称之为恒温结实性菌类。

二、水分和湿度

水不仅是食用菌的重要组分,也是菌丝吸收营养、新陈代谢必不可少的基础物质。食用菌生长发育所需要的水分绝大部分都来自培养料。只有含水量充足时才能正常生长并形成子实体。一般适合食用菌菌丝生长的培养料的含水量在60%左右,段木栽培时,其木头中含水量一般要求在35%以上。

食用菌在子实体发育阶段要求有较高的空气相对湿度,其空

气相对湿度一般在 85%~95%，否则子实体的形成和发育就会受到抑制。但有些菌类出菇阶段也要保持干湿交替，才能使子实体正常发育，获得优质高产，如香菇、木耳。

三、酸碱度

酸碱度是影响食用菌新陈代谢的重要因素，以 pH 表示。一般来说，木腐生菌类适于在偏酸环境中生长，粪草腐生菌喜欢在偏碱基质中生长。

食用菌生长要求培养料具备最适 pH，但由于它在生长中代谢作用会改变培养料的 pH，所以，在配制培养料时，要考虑如何加强培养料的缓冲作用，以防止由于食用菌代谢所造成过分酸化或碱化。一般在培养产酸的食用菌时，可在培养料中加 0.5%~2% 碳酸钙。

四、空气

食用菌生长时吸收氧气，排出二氧化碳。空气中二氧化碳浓度过高会影响食用菌生长发育。不同种类的食用菌对氧气的需求是有差异的。如平菇菌丝体在二氧化碳含量高达 20% 时也能生长。金针菇在二氧化碳浓度高时会促进菌柄的生长，抑制菌盖的分化，使金针菇菌柄变长，菌盖变小，提高商品性状。

大部分食用菌在营养生长阶段转入生殖生长阶段时，对氧气的需求量略低，一旦子实体形成，则呼吸旺盛，对氧气的需求量也急剧增加。

五、光照

食用菌的菌丝生长一般不需要光线。有些种类在散射阳光下菌丝生长速度大为降低。这主要是由于阳光中的紫外线有杀伤菌丝作用，同时，在日光下培养料内水分急剧蒸发，引起失水，也不利