

富农丛书

15

食用菌栽培 技术

朱凤生 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

食用菌栽培技术

朱凤生 主编

徐金妹 陈海新 晏海明 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

食用菌营养丰富、质嫩味鲜,大力发展食用菌事业,是增加农民收入、发展农村经济的重要途径。本书首先介绍了食用菌的基础知识,然后分别介绍了食用菌的制种技术及其主要病虫害与防治,最后详细介绍了几种常见食用菌的生物学特征、栽培技术和采收与加工方法。

本书适用于农村广大食用菌栽培技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培技术/朱凤生主编. —北京:中国水利水电出版社, 2000. 1

(富农丛书; 15)

ISBN 7-5084-0238-3

I. 食… II. 朱… III. 食用菌类-蔬菜园艺 N. S646

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第55335号

书 名	富农丛书⑮ 食用菌栽培技术
作 者	朱凤生 主编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	山东省高唐印刷有限责任公司
规 格	787×1092毫米 32开本 4.5印张 100千字
版 次	2000年1月第一版 2000年1月山东第一次印刷
印 数	0001—6100册
定 价	5.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《富农丛书》编委会

主 任：卜 宇

副主任：杨志海 李荣华

编 委：杨正山 徐庆登 黄家洪 肖伯群

孙桂尧 孙龙泉 侯敬民 许文元

高祥勋 胡信强 姜顺权 陈友斌

方 苹 曹 阳

主 编：杨正山

副主编：孙龙泉 许文元 陈友斌

丛书责任编辑：李荣华

前 言

科技富农，是时代的呼唤，是农民的心声，也是我们科技工作者应尽的职责。

改革开放 20 多年来，党在农村的一系列富民政策确使一部分人先富了起来；但从总体来看，大部分地区、大部分农民的富裕程度还不高，有相当一部分农民还在温饱线上徘徊；在许多地区还有很多有待开发的项目和领域。随着市场经济体系的逐步建立与完善，农民要得以迅速脱贫致富、富上加富，依靠农业科技已成了唯一选择。正是这种发展势态，促使我们及时进行调查研究的，约请有较高的理论水平、丰富的生产经验、长期从事农业技术推广工作的有关专家和科技人员编写了这套《富农丛书》。

这套丛书是以中青年农民、科技示范户、生产专业户为对象撰写的，分别介绍粮经作物、蔬菜、果树、花卉、食用菌栽培技术及病虫害防治，畜禽饲养技术及其疾病防治，特种水产养殖等方面的新技术、新成果、新品种、新用途。首批出版 40 余分册，每分册 8~10 万字，以种植、养殖的单项技术为主，立意新颖，技术成熟，内容适用，文字通俗，很容易掌握，能科学地引导、指导农民及时掌握各种农业科学技术，早日脱贫致富，走上富裕大道。

新的世纪的大门已经开启，愿我们这套丛书能成为农民朋友开启富裕之门的金钥匙！

编 者

2000 年 1 月

73		张琳 (一)
73		张琳等编主前前前 (二)
04		置对前前前 (三)
11		朱对前前前 (四)
04		王琳琳编主前前前 (五)

前 言

一、食用菌基础知识..... 1

- | | | |
|----|------------------------|---|
| 04 | (一) 概述 | 1 |
| 32 | (二) 食用菌的形态特征和生活史 | 2 |
| 02 | (三) 食用菌生长发育的条件 | 3 |

二、食用菌制种技术..... 8

- | | | |
|----|-------------------------|----|
| 03 | (一) 概述 | 8 |
| 03 | (二) 制种基本设备及用具 | 9 |
| 03 | (三) 培养基 | 12 |
| 03 | (四) 棉塞的制作 | 15 |
| 03 | (五) 消毒灭菌 | 16 |
| 17 | (六) 菌种的分离、培养及质量鉴定 | 17 |
| 17 | (七) 几种食用菌优良菌种质量鉴定 | 18 |
| 17 | (八) 菌种的保藏 | 22 |

三、食用菌主要病虫害及其防治 23

- | | | |
|----|------------------------|----|
| 07 | (一) 生理性病害 | 23 |
| 18 | (二) 传染性病害 | 25 |
| 18 | (三) 食用菌的虫害及螨害 | 29 |
| 08 | (四) 菌种生产和栽培中常见杂菌 | 31 |
| 08 | (五) 食用菌病虫害的综合防治 | 34 |

四、蘑菇 37

(一) 概述	37
(二) 蘑菇的生物学特性	37
(三) 菇房的设置	40
(四) 蘑菇的栽培技术	41
(五) 蘑菇的采收、分级和加工	46

五、平菇

(一) 概述	49
(二) 平菇的生物学特性	49
(三) 平菇的栽培技术	52
(四) 平菇的采收和加工	56
(五) 平菇栽培中异常现象的原因分析	59

六、银耳

(一) 银耳的形态和生活史	62
(二) 银耳生长发育的基本条件	63
(三) 银耳的栽培技术	65
(四) 银耳的采收和加工	72

七、香菇

(一) 概述	74
(二) 香菇的形态	74
(三) 香菇生长发育的基本条件	76
(四) 香菇的栽培技术	78
(五) 杂菌防治	84
(六) 香菇的采收和加工	84
(七) 注意事项	86

八、黑木耳

(一) 概述	87
--------------	----

(二) 黑木耳的生物学特性·····	88
(三) 黑木耳的袋料栽培技术·····	91
(四) 黑木耳的段木栽培技术·····	96
(五) 黑木耳的采收和加工·····	99

九、金针菇····· 101

(一) 金针菇的生产概况·····	101
(二) 金针菇的生物学特性·····	102
(三) 金针菇的栽培技术·····	104
(四) 金针菇的搔菌技术·····	107
(五) 金针菇的采收、分级和加工·····	109

十、草菇····· 111

(一) 概述·····	111
(二) 草菇的生物学特性·····	112
(三) 草菇的栽培技术·····	114
(四) 草菇的成熟采收·····	120

十一、猴头菇····· 122

(一) 概述·····	122
(二) 猴头菇的生物学特性·····	123
(三) 猴头菇的栽培技术·····	126
(四) 猴头菇的采收加工保鲜法·····	133
(五) 猴头菇的后茬管理·····	134

参考文献·····	136
-----------	-----

一、食用菌基础知识

(一) 概 述

食用菌是可供人们食用的大型真菌，如蘑菇、香菇、草菇、平菇、金针菇、黑木耳、银耳、猴头菇等。

我国在食用菌开发利用上，历史悠久。早在 4000 多年前的《礼记·内则篇》中就有关于食用菌栽培和利用的记载。人工栽培食用菌事业的发展，从本世纪 50 年代开始迅速发展，50 年代利用牛、猪粪代替马粪种植蘑菇成功；60 年代开始人工栽培银耳；70 年代利用木屑代用培养料栽培香菇成功；80 年代初用棉籽壳代用培养料露地栽培平菇成功，并推广应用于生产，开创了我国科学大面积栽培食用菌的新局面。

食用菌深受广大群众喜爱，作为菜肴或食品，一是其具有质嫩味鲜的特殊风味；二是菇体的丰富营养对促进身体健康有一定作用。据食品分析测定，食用菌含有较高的菇类蛋白、碳水化合物、脂肪、多种维生素及钙、磷、铁等矿质元素。如鲜菇中蛋白质含量为 3%~5%，超过叶菜类、根菜类蔬菜的蛋白质含量。

此外，食用菌在保健药效方面，长期享有较高声誉，有“保健食品”之美称。它有利于增强人们的体质，许多食用菌制成品可直接和间接地用于治疗某些疾病。近代科研证明，银耳多糖具有增强免疫和抑制肿瘤细胞扩散的作用；黑木耳对缓和人体动脉硬化和血栓有明显疗效；香菇和灵芝多糖的药

用效果也在我国和日本医学界临床实验上得到证明。由于它们有增强人体的免疫功能和抗肿瘤等作用，故在国内外市场非常畅销，人们尤其喜食香菇、木耳、平菇、猴头菇等食用菌，因此它们已成为民间的美味佳肴和保健食品。

(二)食用菌的形态特征和生活史

1. 菌丝体

(1)菌丝和菌丝体 菌丝体是由许多分枝的细丝组成。菌丝体中的每一根细丝叫做菌丝。菌丝是多细胞的，每个细胞有细胞壁、细胞膜、细胞质和细胞核。

(2)初生菌丝体和次生菌丝体 由孢子萌发形成的菌丝叫做初生菌丝，它比较纤细，初期为多核，以后产生隔膜，使每个菌丝细胞只含一个细胞核。所以初生菌丝又称“单核菌丝”。初生菌丝经质配，菌丝细胞的核由一个变两个，此时的菌丝称为次生菌丝。由于每个菌丝细胞含有两个核，故又称之为双核菌丝。根据初生菌丝接合形成双核菌丝方式的不同，又分为同宗接合和异宗接合。

2. 子实体

食用菌子实体的形态多种多样，有头状、花朵状、球状、伞状等，以伞状的为最多。以伞状菌为例，伞菌的地上部分即为子实体，像一把插在地上的伞，故名伞菌。它由菌盖、菌柄、菌褶或菌孔等几个部分组成。(图1)

(1)菌盖 最明显的形状像一顶帽子，故叫菌帽，是食用菌的主要部分。菌盖的形状、颜色、菌肉厚度等随品种类型有所不同。

(2)菌褶 菌盖反面为褶片。

(3)菌柄 菌柄是菌盖的支持部分，分肉质、蜡质、革质三种。与菌盖分离程度难易及菌柄颜色、形状、充实度随品种、类型各不相同。

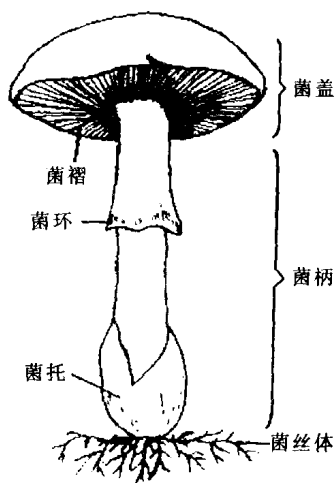


图1 蘑菇子实体

3. 食用菌的生活史

食用菌在自然界里，由子实体释放出孢子，借助外力，如风、水、动物等进行传播，当遇到合适的条件时，孢子便萌发形成菌丝。

一个食用菌子实体所产生的孢子量是非常惊人的，通常为10多亿到900多亿个，可见其繁殖能力是很强的。孢子的大小不一，一般在5~10微米×3~8微米。其形状也多种多样，有椭圆形、球形、卵形、圆柱形等等。不同种类的食用菌，其孢子的数量和颜色也有差异。

食用菌的一生可分为两个阶段：从孢子萌发形成单核菌丝，单核菌丝又接合形成双核菌丝并进一步生长发育，这是营养生长过程；从双核菌丝形成子实体原基到子实体成熟产生孢子，这是生殖生长过程。孢子、初生菌丝、次生菌丝、子实体、孢子的循环过程构成了食用菌的生活史。

(三) 食用菌生长发育的条件

1. 营养

食用菌与绿色植物不同，它不含叶绿素，不能通过光合

作用制造养分，其生长发育所需的营养物质，全是从周围环境中吸取。食用菌按生长习性及其培养料物质分为木生类型和草生类型两大类。木生类型有黑木耳、银耳、香菇、金针菇、灵芝等；草生类型有草菇、蘑菇、口蘑等。不论食用菌的营养方式如何，从需要的物质看，不外是碳源、氮源、矿质元素营养、生长素。

(1) 碳源 碳素营养是提供食用菌细胞合成碳水化合物和氨基酸的成分，是构成菌丝体成分的重要元素，同时又是代谢活动过程的重要能量来源和细胞内贮物质的主要原料。食用菌所需的碳素营养全部来自有机物质，如纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶、糖及有机酸和醇类等。食用菌不能利用二氧化碳、碳酸盐等无机碳素。凡是大分子结构的碳水化合物，如纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶，必须在各种酶的作用下，分解成能溶于水的简单化合物后，才能被食用菌的菌丝所吸收。这就是没有进行高温灭菌的培养料要事先经过堆制发酵的原因，同时也是二次发酵增产的机制。

(2) 氮源 食用菌的氮源主要来自树木、秸秆或腐殖质中的蛋白质和氨基酸。在食用菌栽培中，米糠、麸皮、菜籽饼等也是氮的重要来源。菌丝阶段的需氮量比较高，缺氮将使菌丝生长受抑制；子实体阶段，如果培养料中氮素过高则易徒长，不易形成子实体。提倡的比例，菌丝阶段碳氮比为 20 : 1；子实体阶段，碳氮比为 30 : 1~40 : 1。

(3) 矿质元素营养 矿质元素营养，又称无机盐类。从真菌研究资料分析：食用菌对磷、钾、硫、镁四种元素的需要量相当大，而铁、锌、铜、锰、钼、钙等为必需微量元素，因此培养基中要加入适量磷酸二氢钾和硫酸镁、硫酸锌、硫

酸亚铁等化合物。在生产栽培中，可利用棉籽壳、甘蔗渣、禾谷类秸秆和锯木屑等有机物质，及河水、井水中矿质元素来栽培食用菌。加入少量石膏或石灰主要是为了调节培养料中的酸碱度，同时也可提供钙元素。

(4) 生长素 生长素是一种刺激生长或调节生长的有机物质，如维生素 B1 和维生素 B2 等。

2. 食用菌生长发育的环境条件

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 (pH 值) 等。不同的食用菌所要求的环境条件不同，同一种食用菌在不同的生长发育时期对环境条件的要求也不同。只要满足生长发育条件就能获得优质高产。

(1) 温度 食用菌在各个生长发育阶段所要求的适宜温度不同，大致可分为高温型、中温型、低温型三个类型。

1) 高温型 如草菇、茯苓等，其菌丝生长最高温度在 30℃ 以上，最适温度在 26~28℃ 左右。

2) 中温型 如蘑菇、香菇、黑木耳、银耳及猴头菇等，其子实体形成最高温度在 22℃，最适温度为 16℃ 左右。

3) 低温型 如金针菇 (朴菇)、滑菇等，其子实体形成最高温度在 18℃ 以下，适宜温度在 14℃ 以下。

(2) 水分和湿度 食用菌的菌丝生长及子实体形成，两者对湿度的需求不同，包括两个方面：一是培养料的含水量；二是空气的相对湿度。培养料中的水分是食用菌生长所需水分的主要来源，料中含水量适宜才易形成子实体。含水量是指水在湿料中的百分含量。一般的代用培养料，其含水量宜在 60% 左右，料水比为 1:1.2~1.5；段木含水量一般要求在 35% 以上。食用菌在子实体发育阶段，空气相对湿度一般

要求在 85%~95%。

所谓适宜的培养料含水标准,即用手抓一把培养料紧握,当手指缝间能溢出水分,又不会很快连续滴水时,即为适宜的含水量标准。如果紧握时,手指缝中看不到水分溢出或手指缝中水滴不断连续往下滴时,则说明含水量不足或培养料水分过高。播种以后,不论哪一种食用菌,当菌丝生长进入子实体分化形成时,需水量迅速增加,除培养料中要有充足的含水量外,空气中还要有较高的相对湿度,这样利于子实体的形成。

(3) 空气 食用菌与绿色植物及藻类不同,它不能利用二氧化碳作原料,进行光合作用放出氧气,而是从周围环境中吸进氧气,排出二氧化碳。此外培养料在被分解过程中也产生大量的二氧化碳,如果空气中二氧化碳浓度过高,将会影响食用菌的呼吸作用和生长发育。

不同种类的食用菌对氧气和二氧化碳浓度的要求不同。如平菇、金针菇在二氧化碳浓度高达 22%时仍在生长。许多研究和试验结果都证明,在子实体原基分化和形成阶段,如果处在高浓度的二氧化碳环境中,就不能形成正常形状的子实体,会出现各种类型的畸形。因此在生产实践中,要求菇房必须有一定的通风设备,以满足氧气的供给。

一般说来,在子实体分化阶段,即从营养生长转入生殖生长时,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。

(4) 光线 食用菌和其他许多真菌一样,在菌丝生长阶段大多数食用菌不需要光线,如香菇、金针菇、灵芝、猴头菇等。在子实体发育阶段则要求一定量的散射光。在完全无光条件下,有些菇不能形成子实体,如香菇、草菇;有些菇

虽能形成子实体，但菇体生长畸形，如平菇等。因此室外露地栽培食用菌，必须用草帘或深色薄膜覆盖，将阳光照射控制在抑制发菌最低限度。

(5) 酸碱度 (pH 值) 所谓酸碱度，是食用菌培养基质中的氢离子浓度的高低，它取决于两方面：一是决定于培养基质的化学成分，不同成分培养基或培养料的 pH 值不同；二是决定于食用菌本身生理代谢过程中分泌的有机酸。食用菌培养基中的酸碱度，对基质中发菌能力、速度、子实体出现早迟、产量等都有关系，对转接、扩种成功与否也有很大关系。

食用菌的生长和其他真菌一样，均适宜于生长在偏酸性的环境中。因此不论是进行菌种分离培养，还是原种的提纯、母种扩大培养或生产栽培等，对培养料的酸碱度均应调节到偏酸性，这样对食用菌的菌丝发育、子实体形成都是有利的。

二、食用菌制种技术

(一) 概 述

从事食用菌生产首先要有菌种，菌种的好坏是生产成功与否的关键。食用菌菌种一定要在无菌的条件下进行分离、接种和培养，并需要一些基本的设备。

食用菌菌种分为母种、原种和栽培种，其制作工序如图2所示。从孢子、子实体、菇（耳）木分离培养出来的菌丝称为母种。母种菌丝体较少。分解和利用养料的能力也较弱。这

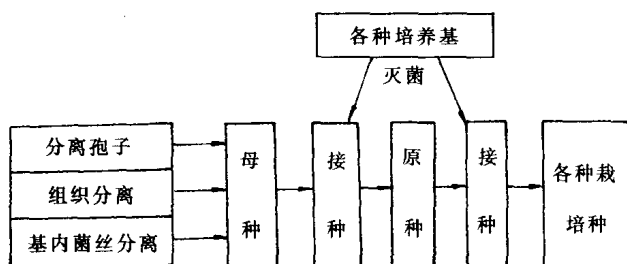


图2 菌种制作工序

种菌丝体不宜直接用来培养子实体，必须在营养丰富和适宜的培养基上经过一段时间的增殖，使菌丝逐渐增多，并提高其分解和利用培养料的能力。所以，母种要扩接到木屑、棉籽壳或其他农作物秸秆培养基上进一步繁殖。母种通过进一步繁殖，就成为原种。原种再扩接一次便成为栽培种。栽培种可以在生产上直接使用。

(二) 制种基本设备及用具

1. 灭菌设备

(1) 常压灭菌锅 大多数是在灶上安放大铁锅或用大铁锅与木桶组成,也有的在大锅的锅台四周用砖和水泥砌成柜,柜的里外用水泥抹严,顶部用水泥板盖严,防止漏气,桶内或柜内设蒸架。虽然式样大小各异,但基本原理都是一样的。

(2) 高压灭菌锅 高压蒸汽灭菌是一种湿热灭菌方法,它利用加大蒸汽压力来提高灭菌温度以杀死培养基中的一切微生物及它们的芽孢和孢子,达到灭菌的目的。这种灭菌锅能耐受较高的蒸汽压力,具有灭菌时间短、效果好、燃料省等优点。其规格型号较多,有手提式、直立式和卧式等。

2. 接种设备

(1) 接种箱 接种箱是用木材、玻璃制成的可以密闭的箱子(图3)。接种箱两侧分别开2个洞口,并装有布袖套,双手插入布袖套后能伸进箱内进行操作。接种箱顶部装有日光灯和紫外线灭菌灯管。接种箱构造简单,移动方便,消毒效果好,人在箱外操作不会吸入有害气体,夏季接种不觉闷热,目前生产上采用较多。

(2) 接种室 接种室是一间可以关闭严密的小房间,面积不宜过大,一般长 $\times$ 宽为2米 $\times$ 3米,高为2.5米。室顶应装天花板,地面、四壁要求平整、光滑。室内中央放操作台和椅子,上方装日光灯和紫外线灭菌灯各一只。接种室外应有一间大小为2~3米 $\times$ 1米的缓冲间,内放工作台一张,并