

建设社会主义新农村图示书系

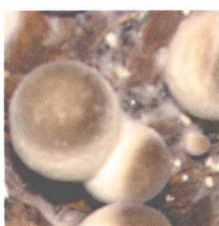
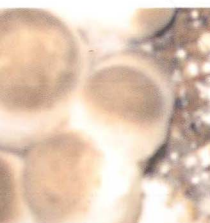
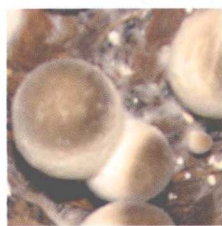


食用菌系列主编 张金霞 王 波

图说草菇

栽培关键技术

邓优锦 朱 坚 谢宝贵 主编



中国农业出版社

建设社会主义新农村图示书系

图说草菇

栽培关键技术

食用菌系列主编 张金霞 王 波
邓优锦 朱 坚 谢宝贵 主编



中国农业出版社 ■

图书在版编目 (CIP) 数据

图说草菇栽培关键技术/邓优锦, 朱坚, 谢宝贵主编. —北京: 中国农业出版社, 2010.12
ISBN 978-7-109-15206-9

I. ①图… II. ①邓… ②朱… ③谢… III. ①草菇—蔬菜园艺—图解 IV. ①S646. 1-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第228527号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路2号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 贺志清 黄 宇

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011年1月第1版 2011年1月北京第1次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 2.75
字数: 70千字 印数: 1~8 000册
定价: 15.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编：邓优锦 朱 坚 谢宝贵

编 委：邓优锦 朱 坚 谢宝贵

刘新锐 柯丽娜 周修赵

陈 剑 林舒术 刘朋虎

前 言

食用菌自身的营养和保健功能特点使其具有良好的市场前景，其美味备受消费者青睐；其生产利用农林副产品、净化环境的特点，深受社会关注；其节省耕地、立体栽培的高效益生产方式，在确保我国食物安全中发挥着重要作用。食用菌已成为农业生态、环境保护、农民增收的重要产业。

近年来，由于国家政策的大力扶持，进一步调动了广大生产者的积极性，食用菌产业稳定发展。但是生产中仍有不少技术问题需进一步明确和解决。为此，在农业部公益性行业（农业）科研专项“食用菌菌种质量评价与菌种信息系统研究与建立”（3-27）的支持下，通过对不同区域、不同种类生产中的技术问题的调查研究，组织专家整理、编写了《建设社会主义新农村图示书系》食用菌栽培关键技术系列，以图文并茂的形式介绍了平菇、黑木耳、香菇、白灵菇、鸡腿菇、金针菇、茶树菇、蘑菇、草菇栽培的关键技术。希望这些书的出版，对于食用菌产业的发展起到推动作用，对菇农增收有所帮助。

由于时间仓促，疏漏之处在所难免，敬请读者提出宝贵的意见，以期完善。

张金霞

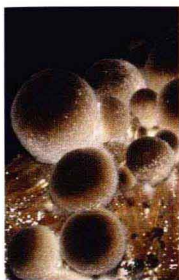
2010年11月8日

目 录

前言

一、概述	1
(一) 发展利用概况与前景	1
(二) 经济价值	2
二、草菇的生物学特性	4
(一) 分类地位	4
(二) 形态特征及发育	4
(三) 营养生理特征	8
(四) 生态习性	8
(五) 优质品种特性简介	10
三、草菇菌种生产工艺	16
(一) 场所与设备	16
(二) 母种培养基的配制	21
(三) 草菇原种与栽培种生产	27
四、草菇的栽培	38
(一) 草菇床栽模式	38
(二) 袋料栽培	53

五、草菇病虫害防治	62
(一) 常见病害	62
(二) 常见虫害	67
(三) 生理性病害	70
六、草菇采收、保鲜与加工	73
(一) 草菇采收	73
(二) 草菇保鲜	74
(三) 草菇加工	76
参考文献	82



一、概 述

(一) 发展利用概况与前景

草菇原产我国东南地区，在广东、福建、湖南、广西、台湾、江西等省（自治区）都有大量的草菇栽培，后扩展到东南亚各国，已成为栽培甚广的商品化食用菌。我国是最主要的草菇生产国，产量占到世界总产量的3/4以上。福建的永春、德化、屏南都是草菇的主要生产地。同时草菇也是我国传统的出口产品，远销许多国家和地区，如美国、加拿大、新加坡、马来西亚、英国和日本等。无论是鲜菇、速冻菇，还是干菇、罐头菇在国际市场上都占有绝对优势。近年来国内草菇栽培地区已经跨过长江，北上扩展到河南、河北等地，但草菇的生产量仍远不能满足国内外市场的需要。由此可见，草菇生产蕴藏着巨大的市场潜力。

与其他商业栽培的食用菌相比，草菇在栽培上具有其独特的优势：第一，栽培周期最短，从播种到菇蕾形成只要5天左右，10天左右即可采收；第二，是夏季特有的食用菌，草菇属高温型菌类，适宜在夏季栽培，而大部分菌类不借助控温设施都很难在夏季生产；第三，不存在菌林矛盾，草菇属草腐生菌，栽培基质来源广泛，稻草、麦秆、玉米秆、高粱秆、花生藤、黄豆荚、棉籽壳、废棉、蔗渣等农业生产的下脚料都可用于种植草菇，这既可变废为宝，又不破坏森林资源，实属环保型的菌类；第四，投资少，见效快；第五，栽培简单，栽培模式多样，有阳畦栽培、简易地棚栽培、专业菇房室内栽培、袋栽、保温菇房周年栽培、地热线周年栽培等等。另外，草菇栽培废料还可作为蘑菇等其他食

用菌的堆肥原料，循环利用，降低成本，提高效益。

基于草菇生产的广阔原料来源，低生产成本，短生产周期，成熟的栽培技术和广阔的市场潜力，我们认为草菇是一种很有发展前景的食用菌。

（二）经济价值

草菇不仅具有味道鲜美、肉质细嫩的可口品质，更具有丰富的营养和保健作用，因而备受人们青睐。草菇性寒味甘，无毒，具有补脾益气、清暑热的功效，可消暑清热，有利于降血压，同时还具有抗肿瘤、增强机体抗病力的作用。草菇的食、药用价值主要体现在以下几个方面：

1. 草菇蛋白质、氨基酸含量丰富，脂肪含量低 每100克鲜菇含蛋白质3.37克，比日常食用的蔬菜高几倍（表1），脂肪2.24克，8种必需氨基酸总量为29.1克。草菇是重要的必需氨基酸营养源，是国际公认的“十分好的蛋白质来源”，有着“素中之荤”的美名。

表1 草菇和蔬菜、肉类营养含量比较（100克鲜重）

品 名	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	糖类 (%)
草 菇	3.37	2.24	2.61
胡萝卜	0.40	0.20	5.70
甘 蓝	0.10	0.15	4.14
番 茄	0.40	0.40	2.19
马铃薯	0.10	0.10	14.00
牛 肉	14.00	3.30	—
鸡 蛋	12.00	11.50	0.50
奶 油	1.00	82.00	—
白面包	8.00	0.40	45.00

2. 维生素种类丰富，含量高 尤其是维生素C，每100克鲜菇中含维生素C 206.28毫克，居蔬菜水果之首，比富含维生素C的番茄、石榴、柚子、辣椒等水果、蔬菜高2～8倍。草菇维生素D含量也是菇类中最高的。

3. 纤维素含量高，能防止胆结石和便秘的发生 能够减慢人体对碳水化合物的吸收，是糖尿病患者的良好食品。

4. 草菇中含有一种叫毒蛋白的物质，具有抗癌作用 草菇中含有氮浸出物和嘌呤碱，能抑制癌细胞的生长。草菇中多糖类化合物和凝集素蛋白均具有明显的抗癌作用。老年人常食用草菇，可预防肿瘤发生，同时降低胆固醇的含量，对预防高血压、冠心病也有积极作用。

此外，草菇中磷、钙、铁、钠、钾等多种矿质元素含量也很丰富。



二、草菇的生物学特性

（一）分类地位

草菇 [*Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing] 是生长在热带、亚热带高温多雨地区的一种著名食用菌。在分类上，它隶属于真菌门 (Eumycetes)、担子菌纲 (Basidiomycetes)、担子菌亚纲 (Homobasidiomycetes)、伞菌目 (Agaricales)、光柄菇科 (Pluteaceae)、小包脚菇属 (*Volvariella*)。

学名: *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing.

英文名: Straw mushroom; The chinese mushroom.

（二）形态特征及发育

草菇在形态上可以分为菌丝体和子实体两大部分。人们平时看到的并且可食用的部分就是子实体，是草菇的生殖器官。而在草菇生长发育过程中为子实体提供养分的则是菌丝体部分，为草菇的营养器官。

1. 菌丝形态特征及其发育 草菇菌丝是多核的，每个细胞的细胞核数目是1 ~ 15个不等 (图1)，菌丝在基质中不断地生长、繁殖、吸收、运送和积累营养物质供繁殖器官的生长。草菇菌丝按照其发育的顺序，可分为初级菌丝、次级菌丝：初级菌丝由担孢子萌发形成 (图2)，然后与相互亲和的初级菌丝发生质配，质配后的细胞不断有丝分裂形成可出菇的次级菌丝。草菇菌丝在显微镜下呈丝状，有很多分支，由菌丝细胞连接而成；白色至淡黄

色，透明或半透明；细胞长度从46.2微米到390.6微米不等，细胞之间隔膜十分明显，一般宽度为8 ~ 14微米（图3），无或有少数或大量的厚垣孢子，厚垣孢子为紫红褐色，圆球形（图4），直径35 ~ 45微米，在适当条件下也可萌发形成次级菌丝。草菇初级菌丝与香菇、平菇不同，两相邻的细胞间没有锁状联合。次级菌丝生理成熟后在相对低温和光线诱导下扭结出菇，进入繁殖阶段。



图1 草菇细胞核荧光显微照片

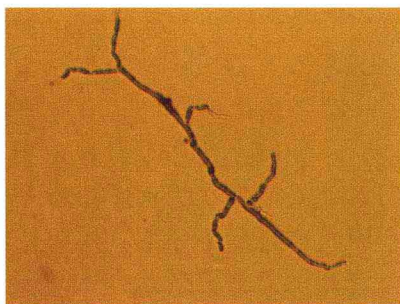


图2 担孢子刚萌发形成的菌丝

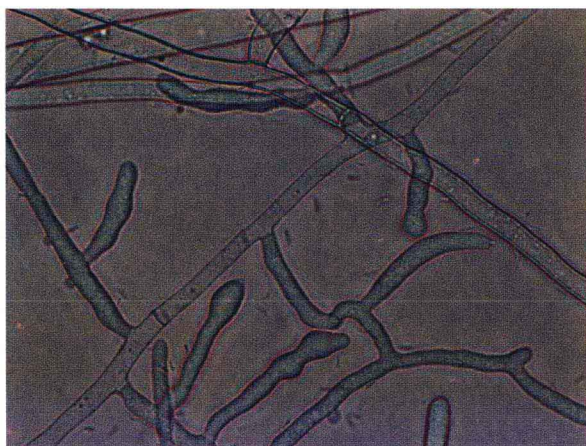


图3 显微镜下的草菇菌丝形态

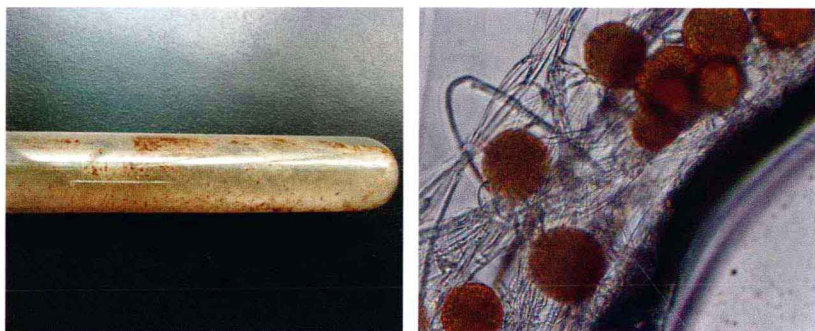


图4 厚垣孢子形态

左：试管中的厚垣孢子 右：厚垣孢子的显微形态

2. 子实体形态特征及其发育 草菇子实体发育经历了针头期、小钮期、钮扣期、蛋形期、伸长期和成熟期6个阶段（图5）。针头期是次级菌丝扭结形成的针头大小的草菇原基；原基不断长大进入小钮期，此时还没有器官分化；当长到钮扣大小时开始菌盖和菌柄的分化，进入的幼菇阶段称为钮扣期；草菇幼菇形如鸟雀的卵，顶端黑褐色，往下颜色渐淡，基部呈白色，继续不断长大，此时内部分化出菌盖、菌柄、菌褶等器官，它们被外面的一层菌膜（外菌膜）包裹着，外观上看呈鸭蛋状，此时为蛋形期，这正是我们采收的时机（图6）。若不采收让其继续生长发育，便进入伸长期，此时顶端的菌膜将被突破，突破后外菌膜残留在菌柄基部，形成灰黑色、边缘不规则、杯状的菌托，在菌托中伸出菌盖和菌柄，菌盖成为钟罩形，菌柄上小下大呈圆锥或圆柱状；继续生长就会开伞进入成熟期，成熟开伞的草菇子实体由菌盖、菌褶、菌柄及菌托四部分组成（图7），菌盖展平，中央稍突起，表面灰色，中间较深，往四周渐浅，其色泽的深浅随品种和环境光照强度的不同而有差异，有黑褐色纤毛，形成放射状条纹。菌盖下面是密集的菌褶，菌褶是孕育担孢子的场所，由280～380片不等的刀片状薄片组织组成，菌褶与菌柄离生，不等长，边缘完整，初期菌褶为白色，随着子实体发育逐渐变为粉红色，子实体成熟时变为红褐色，外表着生草菇孢子。孢子光滑，椭圆形， $4 \sim 5$ 微米 $\times 6 \sim 8$ 微

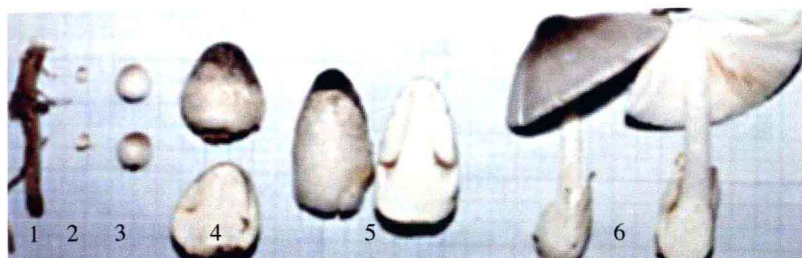


图5 草菇子实体生长发育过程

1.针头期 2.小纽扣期 3.纽扣期 4.蛋形期 5.伸长期 6.成熟期



图6 可采收的草菇



图7 成熟子实体的外形

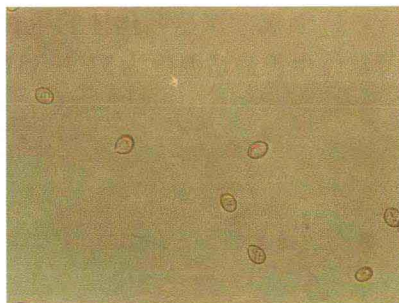
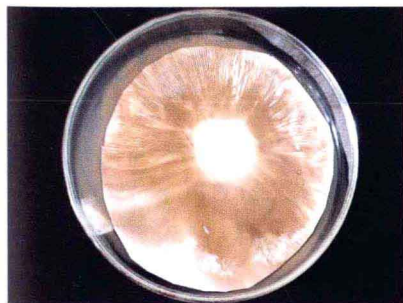


图8 孢子印及孢子显微形态

左：孢子印 右：担孢子的显微形态

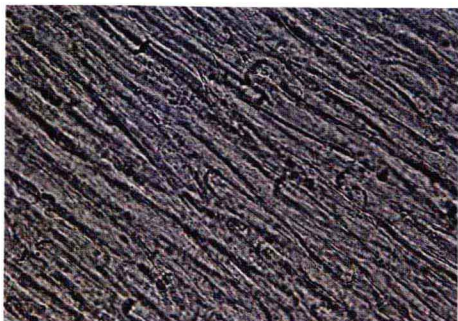


图9 菌柄组织显微形态

米，孢子印粉红色或红褐色（图8）。菌柄浅白色，内实心，呈圆锥或圆柱状，长5～18厘米，粗0.8～2.0厘米，菌柄组织由紧密条状细胞组成（图9），最顶端为生长组织，其下为伸长部分，成熟后质地变粗，纤维质增多。

（三）营养生理特征

草菇是一种草腐菌，只能利用现成的有机物生长。菌丝体对营养的要求主要是碳源和氮源，其生长最好的碳源是纤维素或半纤维素的分解产物，适宜的氮源为尿素、铵盐和多种氨基酸；营养生长阶段碳氮比（C/N）以20：1为宜，而在生殖生长阶段其碳氮比（C/N）则以30：1～40：1为好。此外，添加多种矿质元素，如钾、镁、铁、硫、磷和钙等以及一定量的维生素，尤其是维生素B对菌丝体的生长更好。

（四）生态习性

1. 温度 草菇菌丝体的生长要求较高的生长温度20～40℃，菌丝体生长最适温度为32～35℃左右，温度的变化对其生长速度影响很大（图10），高于42℃或低于15℃都会受到强烈抑制，5℃以下或45℃以上容易引起菌丝体死亡，子实体分化发育的适合温度是27～31℃，23℃以下难以形成子实体，21℃以下或45℃以上菇蕾死亡。厚垣孢子萌发最适温度是40℃，可以在50℃下24小时或4℃下14小时不失活。

2. 水分和湿度 含水量50%～75%基质中菌丝均能生长，最适基质含水量为55%～75%，含水量高菌丝较稀（图11）。品

种间存在差异。子实体生长要求80%~95%的相对湿度，以85%~95%为宜，高于95%时菇体易腐烂，低于80%时菇体生长受到严重抑制。

3. 酸碱度 (pH) 菌丝体生长的适合pH为5~10，栽培料中最适于菌丝生长的pH为8.0 (图12)，担孢子的萌发以pH6.0~7.5为宜，最适pH是7.5，高于7.5时担孢子萌发率急剧下降。

4. 二氧化碳浓度 草菇是好氧性真菌，在进行呼吸作用时吸入氧气和排出二氧化碳。空气中的二氧化碳浓度太高对菇的生长发育具有明显的抑制作用，甚至导致生长停止或死亡。图13是同



图10 不同温度条件下草菇菌丝的生长情况



图11 不同湿度条件下草菇菌丝的生长情况



图12 不同酸碱度条件下草菇菌丝的生长情况

一个通气量较小的草菇菇房里拍摄的两张菇床照片，左图的床面离窗户较近，右图的床面离窗户较远。从图片可以看出，左图草菇密度比右图大，而右图中走道密度大于中间，内侧中央的培养基质周围因二氧化碳浓度太高而无法长出草菇子实体。因此说，适度的二氧化碳浓度是保证草菇子实体能够正常生长发育的重要条件之一。



图13 不同通气量对草菇的影响

左：窗户附近的床面 右：远离窗户的床面

5. 光照 草菇担孢子的萌发和菌丝的生长不需要光照，直射的太阳光照射甚至会影响菌丝体的生长。草菇的子实体在黑暗的条件下可以正常生长，但是一定的散射光对子实体的形成有促进作用。子实体的颜色会随着散射光变强而加深，同时子实体组织也变得更致密，但强烈的直射光会抑制子实体的生长发育。

（五）优质品种特性简介

福建省食用菌种质资源保藏管理中心从国内外收集了草菇品种70几个，并对每一个品种都进行了生物学特性和农艺性状的测定，在此选取了性状表现优良的12个品种作简单的介绍。由于各个菌种的溯源比较困难，在此每个菌种只标明福建省食用菌种质