

吕作舟 ◆ 编著



香菇栽培关键技术



广东省出版集团
广东科技出版社



香菇栽培关键技术

吕作舟 编著

广东省出版集团
广东科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

香菇栽培关键技术/吕作舟编著. —广州: 广东科技出版社, 2004. 11

(全面建设小康社会“三农”书系·食用菌编)

ISBN 7-5359-3776-4

I. 香… II. 吕… III. 香菇—蔬菜园艺 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 098825 号

Xianggu Zaipei Guanjian Jishu

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www. gdstp. com. cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广东肇庆新华印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/32 印张 3. 625 字数 73 千

版 次: 2004 年 11 月第 1 版

2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 10 000 册

定 价: 4. 50 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书介绍了香菇的生物学特性、香菇用林的培育和利用、香菇菌种的制备和保藏、香菇段木栽培、香菇袋式栽培与畦式栽培等内容。为了实现高效栽培目的，重点介绍了花菇的成因及培育措施、香菇干制加工程序及技术要点。本书内容丰富，文字简练，深入浅出，通俗易懂。书中附有大量插图，对一些关键的实用性技术采用文字叙述与图表对照的方法进行介绍，可使读者获得事半功倍的效果。

《全面建设小康社会“三农”书系》编委会

组织单位名单

中共广东省委宣传部
广东省精神文明建设委员会办公室
广东省新闻出版局
广东省农业厅
广东省科学技术厅
广东省海洋与渔业局
广东省出版集团

编委会成员名单

顾 问： 蔡东士
主 任： 胡中梅
副 主 任： 陈俊年 谢悦新 谢明权 李珠江 朱仲南
黄尚立 王桂科
编 委： 李夏铭 李和平 刘 曦 郭仁东 姚国成
黄建民 黄达全 刘 蔚

出版策划成员

总 策 划： 李夏铭
策 划： 黄达全 陈锐军 崔坚志 冯常虎

序

朱小丹

高度重视并认真解决“三农”问题，是我们党一以贯之的战略思想。党的十六大提出，要把建设现代农业、发展农村经济、增加农民收入，作为全面建设小康社会的重大任务。

改革开放以来，广东依靠党的政策指引和优越的地理位置，大胆探索，开拓进取，改革不断深化，经济发展迅猛，社会全面进步。广东农业产业化水平也不断提高，农村面貌发生了巨大的变化，农民收入大幅度增加。但是，我们也看到，农村经济与整个经济社会发展不尽协调，科学文化发展相对滞后，城乡居民收入差距较大等问题仍然比较突出，制约着广东城乡协调发展的水平和全面建设小康社会的进程。广东真正解决“三农”问题，任重道远。

党的十六大以来，在“三个代表”重要思想的指引下，广东省委、省政府认真贯彻以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观，为进一步解决“三农”问题，作出一系列重大决策，统筹城乡产业发展，着力提升农村工业化、农业产业化水平；统筹城乡规划建设，加快推进城镇化，努力形成以城带乡、城乡联动的发展格局；统筹城乡体制改革，维护好农民的合法权益，建立有利于城乡一体化发展的新体制；统筹城乡居民就业，促进农村劳动力战略性转移；统筹城乡社会



事业发展，加快建立健全农村社保体系，促进农村社会的全面进步，等等，全省广大农村经济社会发展呈现新的面貌。

为了更好地促进广大农民思想道德和文化科技素质的提高，向广大农民提供智力和信息服务，中共广东省委宣传部、广东省文明办、广东省新闻出版局、广东省农业厅、广东省科技厅、广东省海洋与渔业局和广东省出版集团等单位，组织专家学者编写了这套《全面建设小康社会“三农”书系》。这是贯彻落实中央和省委关于解决“三农”问题精神的一个实际行动，为广大农民做了一件实事和好事。

贴近实际、贴近生活、贴近群众，是书系的重要特点。书系包括政策法规、文明生活、医疗保健、民居工程、创业、农民工、蔬菜、果树、植保土肥、畜牧、兽医、水产、食用菌、加工、培训教材等15编，共130个品种。既有农业种养生产技术知识，又有农村精神文明建设的内容；既注意满足在农村务农者的需要，也考虑到外出务工者的需求，是一套比较完整、全面、实用的知识性、大众化、普及型读物。而且，书系深入浅出，通俗易懂，图文并茂，价格低廉，可谓“‘三农’书系，情系‘三农’”。

“知识就是力量”。愿书系能使广大农民得益，能为我省建设经济强省、文化大省、法治社会、和谐广东和实现富裕安康提供智力支持。

是为序。

一、香菇生产概述	1
(一) 香菇的营养价值与药用价值	1
(二) 香菇栽培历史沿革及其在国民经济中的作用	2
二、香菇的生物学特性	4
(一) 香菇的形态特征	4
(二) 香菇的分布	5
(三) 香菇的生活条件	5
(四) 香菇的生活史	12
三、香菇用林的培育与利用	15
(一) 香菇段木栽培的常用树种	15
(二) 香菇用林的培育和利用	16
四、香菇菌种的制备和保藏	22
(一) 制种技术	22
(二) 菌种保藏方法和复壮技术	35
五、香菇段木栽培	39
(一) 准备菌种	40
(二) 场地的选择和清理	41
(三) 菇树的选择及段木的准备	43
(四) 人工接种	48
(五) 接种后的菇木管理	55
六、香菇袋式栽培	70
(一) 准备菌种	70
(二) 准备原辅材料	72
(三) 料袋制备	75



(四) 菌袋培养	83
(五) 出菇管理	85
七、香菇畦式栽培	92
(一) 准备菌种	93
(二) 铺料播种	94
(三) 发菌管理	96
(四) 出菇管理	98
八、香菇采收与加工	99
(一) 采收	99
(二) 干制加工技术	100
参考文献	108

一、香菇生产概述



(一) 香菇的营养价值与药用价值

香菇属伞菌目，口蘑科，香菇属，学名 *Lentinus edodes* (Berk) Sing.。香菇是我国一种著名的食用菌，据分析，干香菇食用部分占 72%，每 100 克食用部分含水分 13 克，脂肪 1.8 克，碳水化合物 54 克，粗纤维 7.8 克，灰分 4.9 克，钙 124 毫克，磷 415 毫克，铁 25.3 毫克。维生素 B₁ 0.07 毫克，维生素 B₂ 1.13 毫克，尼克酸 18.9 毫克。鲜菇除含水 85% ~ 90% 外，固形物中含粗蛋白 19.9%，粗脂肪 4%，可溶性无氮物 67%，粗纤维 7%，灰分 3%。福建、浙江、江西、安徽等地所产的干菇是在炭火上烤焙的，干香菇特有的香味尤浓。

香菇也是我国一种著名的药用菌，许多医药学家对香菇的药性及功用均有著述，如《本草纲目》认为，香菇“甘、平、无毒”；《医林纂要》认为，香菇“甘、寒”，“可托痘毒”。现在已经知道，香菇中含有一种抗肿瘤成分



——香菇多糖，含有降低血脂的成分——香菇太生，香菇还含有抗病毒成分——干扰素的诱发剂双链核糖核酸。总之，香菇是不可多得的保健食品。

(二) 香菇栽培历史沿革及其在国民经济中的作用

我国开始栽培香菇的确凿年代已无从稽考。关于香菇栽培的起源，目前多倾向于龙泉说。相传是宋朝浙江省龙泉县龙岩村的农民吴三公发明的，并经菇农们不断摸索、改进，至元朝，由农学家王桢总结成文字。

李师颐于1931年开始在龙泉县推广香菇孢子粉（菌褶阴干粉碎而成）菌种。1956年，上海农业试验站陈梅朋根据组织分离与孢子分离的原理，制成了香菇木屑纯菌种。次年，锯木屑瓶栽香菇试验初步成功。1958年开始在龙泉推广木屑菌种，获得成功。1965年，广东省微生物研究所在粤北翁源试用段木纯菌种接种法（新法栽培）获得成功，并制成了相应的专用接种工具。至此，我国的纯菌种香菇栽培技术已达到完全成熟的阶段，基本具备了大规模推广应用的条件。至1980年，段木纯菌种香菇栽培技术已在全国各地全面推广，从而结束了沿用数百年的砍花法一统中国香菇栽培的局面，进入新法栽培新时期，香菇产量大幅度提高。

我国的香菇代料栽培起步较早。1957年，锯木屑瓶栽试验成功。1964年，上海市农业科学院食用菌研究所何园

素、王曰英等人进行木屑砖式栽培并获得成功。1978年，上海郊区嘉定、川沙等县种植面积达4.5万米²，嘉定一度成为全国香菇代料栽培的中心。1980年以后，福建省古田县菇农彭兆望等受银耳锯木屑袋栽（菌棒栽培）技术的启发，发明了香菇锯木屑大田袋栽技术。与此同时，适宜代料栽培的香菇杂交新菌株Cr-02选育成功。这些科技成果在各有关部门的扶持下，如星火燎原，迅速传播到全国各地，古田县亦成为闻名中外的银耳、香菇生产基地县。20世纪90年代，在栽培规模不断扩大、产量不断提高的同时，浙江、福建、河南、辽宁等地菇农和科研人员，在袋栽花菇技术方面获得了重大进展，创造了“庆元模式”（高棚层架代料栽培花菇技术）、“泌阳模式”（小棚大袋立体栽培花菇技术）和“新宾模式”（半熟料畦式栽培香菇技术）。近年来，生料栽培（开放式栽培）、棉秆粉、菌草等代料资源的开发利用，香菇的保鲜加工以及菌糖综合利用等项技术正在不断完善与推广。据中国食用菌协会统计，2002年我国香菇总产量为200万吨，占世界总产量的80%以上，直接产值66.5亿元。香菇已成为我国农业可持续发展的重要组成部分。

二、香菇的生物学特性



(一) 香菇的形态特征

香菇子实体单生、丛生或群生。菌盖圆形，直径通常5~10厘米，有时达20厘米，表面茶褐色、暗褐色，被有深色的鳞片。幼时边缘内卷，有白色或黄色的绵毛，随生长而消失。菌盖下面有菌幕，后破裂，形成不完整的菌环。老熟后盖缘反卷，开裂。菌肉厚，白色，坚韧，干菇具有特有的香味。菌褶弯生，白色，受伤后产生斑点，生长后期变成红褐色。菌柄3~6厘米×1~1.5厘米，中央生或偏心生，内部结实，纤维质。菌环以上部分白色，菌环以下部分带褐色。孢子印白色，担孢子在显微镜下无色，椭圆形、圆筒形，一端稍尖，5~7微米×3.4~4微米。菌丝有锁状联合。

由于生长条件（发生的树种、光照、温度、湿度、菇场的经纬度和海拔、地理隔离等）的差异，香菇在形态上、品质上、色泽上有种种变化，但这些差异和变异在分类学

上还不能作为一个新亚种或新变种的特征。

目前,香菇已有许多符合人们经济目的的品种。例如按生产季节分,有春生型、夏生型、秋生型、冬生型、春秋生型;按菌盖大小分,有大叶菇、中叶菇、小叶菇;按菌肉厚薄分,有厚肉种、中肉种、薄肉种等。在我国的香菇生产中,除了各省栽培的本地种之外,还先后从国外引进一些品种,在生产上发挥了一定的积极作用。但是,有些地方由于技术不精,管理不善,菌种出现了混杂退化现象,应引起各有关部门的重视。

(二) 香菇的分布

野生香菇主要分布于中国、朝鲜、日本、菲律宾、印度尼西亚、新几内亚、新西兰和尼泊尔等,俄罗斯(萨哈林)、泰国和马来西亚也有分布。我国主要产地是浙江、福建、台湾、安徽、江西、湖南、湖北、广东、广西、四川、云南和贵州等省(区)。

(三) 香菇的生活条件

香菇的生活条件和其他食用菌一样,包括水分、营养、温度、空气、光照和 pH 值等因子。

① 水分

水分是香菇生命活动的物质基础。只有在适宜的水分

条件下,新陈代谢才能正常进行。也就是说,外界的营养物质只有溶解在水里,才能通过香菇的细胞壁渗透进来,所有的代谢产物也只有溶解在水中,才能排出体外。短期的缺水,香菇菌丝处于休眠状态,长期缺水菌丝必定死亡。水分不足或过多都会阻碍香菇的生长发育,但在不同的发育阶段,香菇对水分的要求是不同的。

(1) 水分对担孢子的影响。在适温 24°C ($22 \sim 26^{\circ}\text{C}$) 条件下,孢子在水中或适宜的培养液中萌发率达 $80\% \sim 100\%$ 。在冰中存放 2 小时对萌发率没有影响,经 24 小时萌发率降至 $50\% \sim 60\%$ 。在蒸馏水中能够萌发,但菌丝不能生长,在水中经 24 小时萌发率降至 $50\% \sim 60\%$ 。

(2) 水分对菌丝生长的影响。在锯木屑培养基中,菌丝体生长的最适含水量是 $60\% \sim 70\%$ (因锯木屑的种类、粗细而异);在菇木中适宜的含水量是 $32\% \sim 45\%$,其中以 $35\% \sim 40\%$ 最适宜,在 32% 以下成活率不高,在 $10\% \sim 15\%$ 时菌丝生长极差。

(3) 水分对子实体的影响。子实体发生、生长发育都需要水分,菇木含水太多,香菇质地柔软,易腐,菌盖变深黑褐色;菇木含水量适宜,可以得到厚肉菇。在菇蕾的菌盖长至 $2 \sim 3$ 厘米时,菇木水分不足,加上空气相对湿度低(刮风),雪后晴天,可以得到花冬菇。菇蕾生长初期,遇到打霜结冰易产生菇丁。在实际栽培中,把经过干燥抑制的成熟菇木浸在冷水中,可以通过温差、湿差等刺激,使香菇一齐发生,通过浸水时间的长短来控制每根菇木上香菇发生的朵数。

② 营养

营养是香菇整个生命过程的能源，也是产生大量子实体的物质基础。丰富而全面的营养是香菇高产优质的根本保证。

香菇是一种木腐菌，主要的营养成分是碳水化合物和含氮化合物，也需要少量的无机盐、维生素等。

(1) 碳源。香菇能利用相当广泛的碳源，包括单糖类、双糖类和多糖类。单糖类（如葡萄糖、果糖）最好，双糖类（如蔗糖、麦芽糖）次之，淀粉再次。木糖、阿拉伯糖、核糖、鼠李糖、甘露糖、菊糖、纤维素等几乎不能利用。糖的浓度在1%~5%（即3%左右）比较好。大多数有机酸中的碳源不能被利用，相反，对香菇菌丝生长发育有害。但是，培养基加糖后，再加柠檬酸、富马酸、酒石酸却有促进香菇菌丝生长的效果。烃类化合物、乙醇、甘油也能利用。在天然的培养基中经常用麦芽浸膏、酵母浸膏，也可以用马铃薯、玉米或可溶性淀粉作碳源。

(2) 氮源。用于香菇细胞内蛋白质和核酸等的合成。香菇菌丝能利用有机氮（蛋白胨、L-氨基酸、尿素）和铵态氮，不能利用硝态氮和亚硝态氮。在有机氮中，能利用氨基酸中的天门冬氨酸、天门冬酰胺、谷氨酸、谷氨酰胺，不能利用组氨酸、赖氨酸等。

香菇生长发育的最适氮源浓度，因氮源的种类而有不同。例如硫酸铵和酪蛋白水解后的各种氨基酸为0.03%，酒石酸铵为0.06%。香菇菌丝利用菇木中氮源的能力，因

香菇菌株而有不同，一般为段木含氮量的 $1/3$ 。

在香菇菌丝营养生长阶段，碳源和氮源的比例以 $25 \sim 40 : 1$ 为好。高浓度的氮会抑制香菇原基的分化，而原基发育成香菇的能力取决于培养基中的碳源和较高浓度的糖。当蔗糖的浓度达 8% 时，子实体的发生非常好。在生殖生长阶段，最适宜的碳氮比是 $73 : 1$ 至 $260 \sim 600 : 1$ 。成熟生长时以碳源浓度高的培养基为好。

(3) 矿质元素。除了镁、硫、磷、钾之外，铁、锌、锰同时存在能促进香菇菌丝的生长，并有相辅相成的效果。每升培养液中，各添加锰、锌、铁 2 毫克 (2ppm) 可以促进香菇菌丝的生长。在这 3 种元素中缺少锰时，香菇菌丝的生长量明显减少。钙和硼能抑制香菇菌丝的生长，在浓度适合的培养基中，有铁、锰、锌存在时，再添加铜、钼和钴也能促进香菇菌丝的生长。

(4) 维生素类。香菇菌丝的生长发育必须吸收维生素 B_1 ，其他维生素则不需要。适合香菇菌丝生长的维生素 B_1 的浓度大约是每升培养基 100 微克。

在培养基中添加腺嘌呤和胞嘧啶可以促进香菇菌丝的生长，而激动素、吲哚乙酸和赤霉酸对香菇菌丝的生长没有影响。

在段木栽培中，香菇菌丝主要从韧皮部和木质部中吸取碳源、氮源和矿质元素。因此，含有丰富营养物质的边材越发达，对香菇菌丝的生长、子实体的大量发生越有利。在锯木屑栽培中，所用的培养基不仅应满足香菇菌丝生长的需要，而且更重要的是必须满足栽培后期子实体连续发