

香菇

标准化

高效栽培技术

全国优秀科技特派员带您种菇致富！

郭成金 编著



食用菌栽培技术丛书

XIANGGU BIAOZHUNHUA
GAOXIAO ZAIPEI JISHU



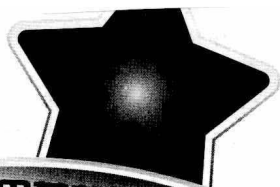
化学工业出版社

生物·医药出版分社

香菇

标准化

高效栽培技术



食用菌栽培技术丛书

XIANGGU BIAOZHUNHUA
GAOXIAO ZAIPEI JISHU



化学工业出版社
生物·医药出版分社

·北京·

本书作者为 2009 年度全国优秀科技特派员, 有着 26 年食用菌栽培实际工作经验和教学经验。本书介绍了香菇的营养价值、经济价值、栽培环境要求、标准化制种技术、菌种保藏技术、高效栽培技术、采收与保鲜技术、病虫害综合防治技术等内容。突出了标准、高效、低耗、安全栽培技术特点。

本书可作为广大食用菌种植户及种植户的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

香菇标准化高效栽培技术/郭成金编著. —北京:
化学工业出版社, 2010.12
(食用菌栽培技术丛书)
ISBN 978-7-122-09641-8

I. 香… II. 郭… III. 香菇-蔬菜园艺
IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 198507 号

责任编辑: 李 丽 史 懿
责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 周 遥

出版发行: 化学工业出版社 生物·医药出版分社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张 5 彩插 1 字数 91 千字
2011 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

前 言

食用菌之所以成为国际性产业，是因为它符合联合国粮农组织和世界卫生组织倡导的 21 世纪食品“天然、营养、健康”的主题，为人类提供优质保健食品。随着人民生活水平的不断提高，人们的饮食已逐步从温饱型向科学营养型转变，食用菌产业市场潜力极大。

中国是农业大国，是食用菌生产和出口大国，食用菌产业是中国的优势产业。

作者集 26 年的实际工作经验和教学体会，力图使读者能够通过阅读本书掌握栽培食用菌的技术要领；通过实际操作，不断创新，达到增收致富的目的。

本丛书共 6 个分册，包括平菇（侧耳）、双孢蘑菇、银耳、香菇、草菇、金针菇的标准化高效栽培技术，书中以食用菌栽培的产业化、标准化、安全、高效益、生态环保为主线，构建内容和结构，突出新颖、实用、通俗易懂、可操作性强的特点。其内容包括 2 个具有代表性的草腐菌（双孢蘑菇、草菇）和 4 个木腐菌（平菇、银耳、香菇、金针菇）的分类、生活史、形态、营养价值、经济价值、市场需求、环境要求、标准化制种、菌种保藏、高效栽培、采收与级别分类及保鲜、加工、病虫害防治技术

等。在阐述中，突出标准、高效、安全、循环利用等技术特点。

由于作者能力有限，不足之处在所难免。在此恳请读者批评指正。

郭成金

2010 年 10 月于天津

目 录

第一章 香菇生产与市场概述	1
第一节 人工栽培香菇发展史	1
一、发展史	1
二、香菇产业的现状	2
第二节 香菇的营养价值与经济价值	3
一、营养价值	3
二、经济价值	4
第二章 生物学基础	5
第一节 香菇形态特征	5
第二节 香菇的生活史	6
第三节 香菇发育的环境条件	6
一、水分要求	6
二、营养要求	11
三、空气要求	21
四、温度要求	21
五、光照要求	22
六、酸碱度要求	23
第三章 菌种厂的基本内容	24
第一节 菌种厂的布局设计	24
一、布局设计	24
二、基本内容设计	26

第二节 其他设施、设备	35
一、容器	35
二、温室棚膜	37
三、喷灌设备	39
第三节 灭菌与消毒技术	40
一、物理方法灭菌技术	40
二、化学方法灭菌技术	43
三、消毒与灭菌的效果检验技术	45
第四章 香菇栽培技术	48
第一节 菌种质量与鉴定标准	48
一、基本定义	48
二、菌种的提纯与复壮	50
三、纯菌种的制备技术	50
四、菌种的保藏技术	55
第二节 栽培技术	61
一、引种与选种	61
二、原料的购贮	63
三、栽培场地的选择与棚室建设	65
四、生产性母种的制作	68
五、原种的制作	71
六、栽培种的制作	73
七、出菇菌棒的制作	75
八、香菇出菇管理	80
九、香菇采收、保鲜及干制	85
十、花菇的栽培技术	88
第五章 常见病虫害防治技术	96

一、常见竞争性杂菌病害与防治	97
二、寄生性杂菌病害	110
三、食用菌的有害动物	114
四、有害微生物和动物的综合防治	116
第六章 采后加工及贮藏技术	121
一、食用菌有机食品的生产	121
二、加工与贮藏	122
附录	128
附录 1 香菇菌种质量要求	128
附录 2 常用母种培养基及其配方	137
附录 3 常用原种和栽培种培养基及其配方	137
附录 4 中国主要农业区气象条件	138
附录 5 食用菌采集记录表	150
参考文献	152

第一章

香菇生产与市场概述

第一节 人工栽培香菇发展史

一、发展史

香菇是世界著名食用菌之一，也是中国主要出口菇类之一。在中国，香菇又称香蕈、冬菇、过雨菇、暗花菇等。在中国，香菇栽培范围广泛，栽培原料以木屑和棉籽皮为主，栽培方法以熟料为主，生产周期较长，栽培工艺较复杂，需要转色。国际贸易以干香菇为主。在中国香菇贸易中，干、鲜香菇均有。香菇根据栽培的温度和工艺不同，可产生薄菇、厚菇、花菇，而后者又可分为暗花菇、明花菇以及天白花菇。香菇以特殊的香味、富含维生素 D 原和铁元素著称，是大众青睐的优质保健食品，产业、市场前景广阔。

香菇栽培源于中国浙江省龙泉、庆元、景宁。香菇栽培创始人吴三公发明的香菇栽培技艺“惊蕈”沿用至今。

惊蕈也广泛应用于其他菇类的栽培，其原理是通过机械拍打，使菌丝断裂，萌发点多，另外由于拍打震动，可赶走杂气，使氧气进入，有益于菌丝生长。

中国香菇栽培经历了砍花法（公元 1000 年以前）→人工接种木段栽培法→木屑瓶栽法（1958 年，福建）→塑料袋栽培法（1967 年，台湾）→木屑菌块栽培法（1979 年，上海）→木屑、棉籽皮菌棒栽培法（1986 年，福建古田）等不同发展阶段。另外，1989 年，澳大利亚、美国出现了香菇大袋栽培法。

1987 年，中国香菇产量达 17.88 万吨，第一次超过日本。从此，中国的香菇产量跃居世界第一。2004 年，中国香菇产量已达到 247 万吨，已成为名副其实的世界香菇第一大生产和出口大国。

二、香菇产业的现状

香菇是国际公认的五大类食用菌之一。20 世纪 90 年代初，中国河北农业大学刘振岳等获得香菇与平菇属间原生质体融合成功，经过 4 年 10 个世代的培育，现已培育出体细胞杂交新菌株，命名为“平香一号”。中试证明其菌丝粗壮，菌丝体洁白，菌柄中生，无孢子，生育期比普通香菇短，生物转化率为 154.6%，产量超过双亲，栽种优势显著。在中国，香菇的栽培正向标准化、规模化、安全、高效生产的方向迈进，是中国设施农业重要组成部分。

第二节 香菇的营养价值与经济价值

一、营养价值

香菇干物质中，含粗蛋白 19%、粗脂肪 4%、可溶性无氮物 67%、粗纤维 7%、灰分 3%。香菇含有丰富的人体必需氨基酸。不饱和脂肪酸比例大。在香菇中还含有六大酶类的 40 多种酶。

香菇中含麦角甾醇和菌甾醇。麦角甾醇（维生素 D 原）经紫外线照射后可以变成维生素 D₂（麦角钙化甾醇），它可以促进钙和磷的代谢，影响骨骼钙化过程。正常烘烤干的香菇每克中维生素 D₂ 的含量一般为 110～130IU（一个国际单位的维生素 D₂ 等于 0.05μg），而经自然光干燥的可达 1000IU 以上。一般认为每克干香菇中含有 128IU，而小豆中只有 8.0IU，地瓜为 16.2IU，大豆为 6.0IU，裙带菜为 61.4IU，紫菜为 14.6IU，海带为 12.6IU。一般正常人每天需要的维生素 D₂ 约 400IU。因此，3～4g 干香菇所含维生素 D₂ 就足够一位成人一天的需要量。

《本草纲目》认为香菇“甘平，无毒”。《日用本草》认为香菇“益气，不饥，治风破血”。《本经逢原》认为香菇“大益胃气”。《现代本草》认为香菇为补偿维生素 D₂ 的药剂，可预防佝偻病，并治贫血。香菇富含酪氨酸氧化酶，可降低血脂。香菇多糖可增强人体免疫力，有抗肿瘤

的作用。

二、经济价值

传统香菇木段栽培周期，一般需要 8~12 个月，平均生物学效率为 15% 左右。代料香菇栽培从制种到收获完毕，其周期缩短到 6~8 个月，平均生物学效率为 80%~90%，有的可达 100%，为木段栽培产量的 5~6 倍，甚至更高。香菇是一种目前栽培普遍、生物学效率较高的食用菌，也是人们消费量最大的食用菌之一。可根据香菇品种的不同，或不同菌株的子实体原基分化所需的温度不同进行周年生产，获得显著的经济效益。

第 二 章

生物学基础

第一节 香菇形态特征

香菇是一种木腐菌。子实体伞形，多为单生，也有丛生和簇生的。菌盖圆形似铜锣，一般直径为 3~5cm。菌盖表面多为浅褐色或深褐色。有的菌盖表面有鳞片，菌肉白色，见图 2-1（彩图见文前）。菌褶和菌柄为白色或淡黄色，菌柄长 3~5cm。孢子印白色，孢子近似椭圆形，其大小一般为 $(5\sim7)\mu\text{m}\times(3.4\sim4)\mu\text{m}$ 。香菇菌丝有锁

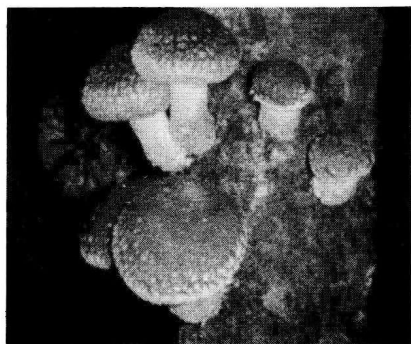


图 2-1 木段香菇

状联合。菌丝细胞不能在活树上生长，只能在失去生命力的木段上生长，分解木材组织，使木材腐朽。

第二节 香菇的生活史

香菇属异宗结合菌类，双因子控制，四极性。其生活史见图 2-2。

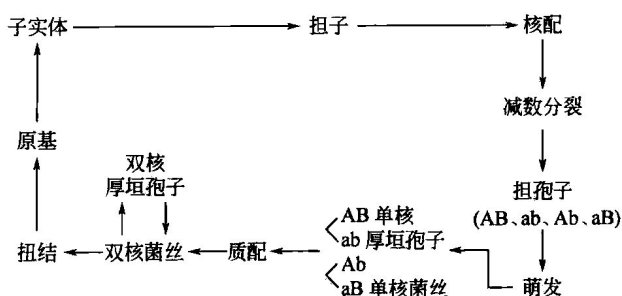


图 2-2 香菇生活史

第三节 香菇发育的环境条件

香菇生长、分化及繁殖离不开水、肥、气、热、光、酸碱度等营养与环境因子，必须综合认识，探索其中的规律，以便指导生产实践。

一、水分要求

香菇新鲜子实体含水率一般为 80%~95%，由此也

说明，香菇的发育特点及水的重要性。无论是在其营养生长阶段还是生殖生长阶段，所需水的量与水的形态虽然不同，却都离不开水。而且，水质也不可忽视，水的矿化度、矿物质成分、酸碱度、水温、水的磁化等都会影响香菇菌丝细胞的生长分化和子实体发育，也影响香菇的产量和质量。关于水质，应特别防止有害物质、重金属物质及放射性物质进入。

栽培香菇的培养基因其品种不同，含水量也不同，培养基中含水率多在 55%~58%。有关培养基含水量的计算见表 2-1。培养基中由于菌丝体生长、子实体的发育，需要不断地吸收水分，而且随出菇潮次的增多、蒸发量的加大，培养基中水分含量逐渐减少。所以，应经常适当地补充水分。

每 100kg 干料应加入水的计算公式为：

$$\text{100kg 干料应加入的水(kg)} = \frac{\text{含水率} - \text{培养料结合水含水率}}{1 - \text{含水率}} \times 100$$

在发菌阶段，主要是要处理好温度与通风换气的关系。菌丝细胞所需要的水分主要来源于培养基。因为，菌丝生长所需要的水分已在培养料中被容器包裹，是栽培者给定的，是相对稳定的因素。这个阶段要求空气相对湿度较小，一般保持在 58%~65%。在打孔通氧时，孔径的大小，打孔的数量，要根据当时的空气相对湿度、季节温差的变化、昼夜温差的变化及环境洁净度的高低而定，以

表 2-1 食用菌培养基含水量计算

培养基 含水率 /%	100kg 干料 应加入的水 /kg	料水比 (料水)	培养基 含水率 (%)	100kg 干料 应加入的水 /kg	料水比 (料水)
50.00	74.00	1 : 0.74	58.00	107.10	1 : 1.07
50.50	75.80	1 : 0.76	58.50	109.60	1 : 1.10
51.00	77.60	1 : 0.78	59.00	112.20	1 : 1.12
51.50	79.40	1 : 0.9	59.50	114.80	1 : 1.15
52.00	81.30	1 : 0.81	60.00	117.50	1 : 1.18
52.50	83.20	1 : 0.83	60.50	120.30	1 : 1.20
53.00	85.10	1 : 0.85	61.00	123.10	1 : 1.23
53.50	87.10	1 : 0.87	61.50	126.00	1 : 1.26
54.00	89.10	1 : 0.89	62.00	128.90	1 : 1.29
54.50	91.20	1 : 0.91	62.50	132.00	1 : 1.32
55.00	93.30	1 : 0.93	63.00	135.10	1 : 1.35
55.50	95.50	1 : 0.96	63.50	138.40	1 : 1.38
56.00	97.70	1 : 0.98	64.00	141.70	1 : 1.42
56.50	100.00	1 : 1.00	64.50	145.10	1 : 1.45
57.00	102.30	1 : 1.02	65.00	148.80	1 : 1.49
57.50	104.70	1 : 1.05	65.50	152.20	1 : 1.52

注：风干培养料含结合水含水率以 13% 计。

免过多地散失水分，一则不利于菌丝的发育，二则可能会因打孔通气造成染菌。当空气相对湿度低于 58% 时，发菌环境过于干燥，菌丝生长慢、发育不良；高于 65% 时，因氧气相对少，菌丝生长分化也慢，遇到高温会引起厌氧

菌大量繁殖，导致培养基酸败，菌丝停止生长，甚至造成发菌的失败。

在子实体发育阶段，控温、调湿、通氧三者同等重要。应以较为温和的方式进行补水。常以喷雾状水的方式，对地面、空间及子实体给水。出菇后期，补给培养基中的水分，则可以采取直接加压注水、减压补水、向地面浇水、借土壤毛细管水作用渗入培养基、增加空间湿度或浸湿菌棒等方式补水。培养基中含水量不足，菌丝体生长缓慢，子实体也不能正常发育，产量也低。因此，在培养基中适当添加保水剂（如硅藻土、蛭石和珍珠岩），有利于保水。

香菇子实体生长分化要求空气相对湿度为 85%~90%，长时间低于 80% 时，不利于菌丝细胞分裂和伸长，已分化形成的菇蕾，也会干枯死亡。有的会出现子实体开裂，影响产量和销售。空气相对湿度低于 40% 时，不能形成子实体。空气相对湿度高于 95% 时，子实体表面形成一层水膜，影响对氧气的吸收。子实体生长缓慢，菌盖边缘细胞难以分裂，多呈现铁锈色。菇蕾的颜色变黄，甚至腐烂。如果处理不及时，还会造成菌棒、菇蕾的二次染菌。在子实体发育过程中，需要较高的空气相对湿度，但是，不能恒定在某一湿度，要有湿度变化，只有这样才能保证子实体发育所需物质正常运输，保证细胞生长分化所需的氧气和水分及时供给。

磁化水有利于食用菌栽培产量的提高。磁化水是指经