

双孢蘑菇



食用菌栽培技术丛书

标准化

SHUANGBAO MOGU BIAOZHUNHUA
GAOXIAO ZAIFEI JISHU

高效栽培技术

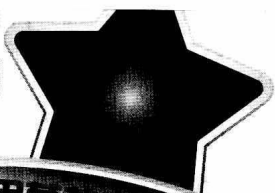
全国优秀科技特派员带您种菇致富！

郭成金 编著



化学工业出版社
生物·医药出版分社

双孢蘑菇



标准化

食用菌栽培技术丛书

SHUANGBAO MOU BIAOZHUNHUA
GAOXIAO ZAIPEI JISHU

高效栽培技术

郭成金 编著



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。本书介绍了双孢蘑菇的营养价值、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厂及种植户的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

双孢蘑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 978-7-122-09643-2

I. 双… II. 郭… III. 蘑菇-蔬菜园艺 IV. S646. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 198504 号

责任编辑: 李 丽 史 懿
责任校对: 顾淑云

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 90 千字
2011 年 1 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 双孢蘑菇生产与市场概况	1
第一节 人工栽培双孢蘑菇发展史	1
一、发展史	1
二、双孢蘑菇产业的现状	3
第二节 双孢蘑菇的价值	4
一、营养价值	4
二、经济价值	5
第二章 生物学基础	6
第一节 双孢蘑菇的生活史	6
一、生物学特征	6
二、生活史	7
第二节 双孢蘑菇生长分化的条件	9
一、水分要求	9
二、营养要求	13
三、空气要求	23
四、温度要求	23
五、光照要求	24
六、酸碱度要求	24
第三章 菌种厂的基本内容	25
第一节 菌种厂的布局设计	25
一、布局设计	25

二、基本内容设计	27
第二节 其他设施、设备	36
一、容器	36
二、温室棚膜	38
三、喷灌设备	40
第三节 灭菌与消毒技术	41
一、物理方法灭菌技术	42
二、化学方法灭菌技术	44
三、消毒与灭菌的效果检验技术	47
第四章 双孢蘑菇栽培技术	49
第一节 菌种质量与鉴定标准	49
一、基本定义	49
二、菌种的提纯与复壮	51
三、纯菌种的制备技术	51
四、菌种保藏技术	56
第二节 栽培技术	62
一、引种与选种	62
二、原料的购贮	64
三、栽培场地的选择与棚室建设	65
四、生产性母种的制作	69
五、原种的制作	72
六、栽培种的制作	74
七、双孢蘑菇床式栽培技术	77
八、林下空地双孢蘑菇栽培技术	88
第五章 常见病虫害防治技术	92
一、常见竞争性杂菌病害与防治	93

二、寄生性杂菌病害	106
三、食用菌的有害动物	110
四、有害微生物和动物的综合防治	112
第六章 采后加工及贮藏技术	117
一、食用菌有机食品的生产	117
二、加工与贮藏	118
附录	124
附录 1 双孢蘑菇菌种质量要求	124
附录 2 常用母种培养基配方	135
附录 3 常用原种和栽培种培养基及其配方	135
附录 4 中国主要农业区气象条件	136
附录 5 食用菌采集记录表	148
参考文献	150

第一章

双孢蘑菇生产与市场概况

第一节 人工栽培双孢蘑菇发展史

一、发展史

双孢蘑菇（蘑菇）属草腐真菌。因其成熟子实体菌褶里产生的每个担子上各有两个孢子而得名。世界双孢蘑菇的贸易以双孢蘑菇罐头为主，鲜菇贸易量较少。双孢蘑菇是理想的健康食品，也是现在世界范围内生物学基础研究最深入、栽培技术最精湛、栽培方式工业化最早、栽培范围遍及世界的食用菌。它是中国食用菌出口的拳头产品，是大众青睐的优质保健食品，产业、市场前景十分广阔。

双孢蘑菇（见图 1-1）分布较广，多分布于中国、日本、土耳其，以及欧洲、北美洲、澳大利亚等地。

双孢蘑菇（蘑菇、双孢菇）有白色、棕色、奶油色、米色 4 个品系（变种）。目前，蘑菇属的种类超过 200 种。

双孢蘑菇栽培起源于法国，至今已有 300 多年的历史



图 1-1 双孢蘑菇（引自上海农科院）

史，是世界上人工栽培、消费最广泛的食用菌，具有重要的经济价值，2009 年的世界总产量近 350 多万吨，价值 100 多亿美元。

1925 年，中国从国外引进生产菌株到国内栽培，在上海、福州、杭州、北京等大城市开始人工栽培蘑菇。目前，中国单产平均为 $7\sim 10\text{kg}/\text{m}^2$ ，高的达 $15\sim 23\text{kg}/\text{m}^2$ 。中国大棚地栽最低产值为 $30\text{元}/\text{m}^2$ 左右，投入产出比为 $1:3$ 以上。每亩 (666.7m^2) 实际栽培有效利用面积约 500m^2 ，利用率为 75% ，可获利万元以上。如果是立体栽培，收入会更可观。

1978 年，我国开始品种改良。1999 年，中国成为世

界第一大双孢蘑菇生产国，年产鲜菇 42.5 万吨。2007 年产量达 160 多万吨，占世界的 40%。1989 年，中国育成的双孢蘑菇杂交新菌株 As2796 系列也成为世界上年产鲜菇量最大的商业菌株。

自 2000 年以来，中国建立的世界范围内双孢蘑菇野生种与人工栽培菌株的种质库，目前已达 300 多株。

二、双孢蘑菇产业的现状

目前，蘑菇是世界食用菌生产中产量最大、栽培地域最广泛的菇类。中国在国际蘑菇罐头贸易量中占首位。法国、荷兰、英国、意大利、波兰、西班牙、德国、加拿大、爱尔兰、比利时、印度尼西亚、匈牙利和墨西哥等国均有较大规模的生产。全世界有 100 多个国家或地区栽培双孢蘑菇，年产鲜菇 350 多万吨，产值达数十亿美元。

我国的食用菌工厂化生产走过了一条曲折的道路。自 20 世纪 80 年代开始，从美国、意大利等国家先后引进了 9 条大型的双孢蘑菇工业化生产线，但是由于技术、市场和管理等问题，能够成功运作的不多，多被迫停产，工厂化生产一度处于低潮。然而自 20 世纪 90 年代以来，随着经济的发展和市场条件的成熟，国内再次掀起了以双孢蘑菇、杏鲍菇、真姬菇等木腐菌食用菌工厂化生产投资热潮。除了一些独资、合资企业陆续在国内投资建厂外，国内工商企业也陆续投资开发食用菌工厂化生产。

目前，荷兰是蘑菇平均单产最高的国家。全国蘑菇平

均单产达 $27\text{kg}/\text{m}^2$ ，最高单产可达 $30\sim 35\text{kg}/\text{m}^2$ 。工业化生产带来了稳产、高产、高效。美国蘑菇一季单产最高达 $32\text{kg}/\text{m}^2$ 。全年可连续生产 $5\sim 6.5$ 个周期，故而全年总产量可达 $160\text{kg}/\text{m}^2$ 。

无论是双孢蘑菇工厂化生产，还是温室大棚生产，均为人类优质保健食品，具有为地增肥、节水、不与粮争地、不与农争时、适应性强、原料（多为工农业下脚料），来源丰富且价格低廉、生产周期短、劳动强度小、复种指数高、单位效益高、利于发展循环经济的特点。

第二节 双孢蘑菇的价值

一、营养价值

双孢蘑菇菌肉肥厚、细嫩，营养丰富，历来有“植物肉”之称。据分析，每 100g 双孢蘑菇干品中含蛋白质 $36.1\sim 40\text{g}$ 、脂肪 3.6g 、碳水化合物 31.2g 、磷 718mg 、铁 188.5mg 、钙 131mg 、灰分 14.2g 、粗纤维 6.0g 、热量 302kcal ($1\text{cal}=4.1840\text{J}$)。双孢菇还含有 18 种氨基酸，其中 8 种是人体必需氨基酸。

现代医学表明，双孢蘑菇对病毒性疾病有一定的免疫作用。其所含的蘑菇多糖和异蛋白具有一定的抗癌活性，能抑制肿瘤的发生、发展，对小白鼠肉瘤 S-180 和艾氏癌的抑制率分别为 90% 和 100% 。所含的酪氨酸酶能溶解一定的胆固醇、降低血压，是一种降压剂，所含的胰蛋白

酶、麦芽糖酶、解脲酶有助于食物的消化。

中医认为，双孢蘑菇味甘平，有提神、消食、平肝阳等作用。据参加第二届国际蘑菇营养学年会的科学家报道，蘑菇中含有多抗病毒成分，这些成分对治疗由病毒引起的疾病有很好的效果。据报道，蘑菇很早就被用于中药，具有镇痛功效，对关节炎等疾病也有一定的疗效。现代研究发现，蘑菇里含有多抗病毒成分，有些蘑菇能增强人体免疫机能，甚至能降低接受器官移植手术的病人产生排异反应的危险。不过，对其中机理人们尚不清楚。科学家希望能提炼出蘑菇中的有效成分，以用于治疗病毒引起的疾病，如慢性疲劳综合征、丙型肝炎甚至艾滋病等。

二、经济价值

双孢蘑菇适应性强，产量高，经济效益显著。在中国，其生物学效率（鲜）可达25%~50%，是一种目前食用菌栽培普遍、生物学效率较高的食用菌，也是人们消费量排名前几位的食用菌。可根据双孢蘑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 双孢蘑菇的生活史

一、生物学特征

双孢蘑菇子实体单生或簇生（基部分开），子实体中等至稍大。菌盖直径 3~15cm 不等，初半球形，后近平展，有时中部下凹，白色或乳白色，光滑或后期具丛毛状鳞片，开伞时，边缘开裂。菌肉白色，厚。菌褶粉红色至褐色、黑色，较密，离生，不等长。菌柄粗短，圆柱形，稍弯曲，直径为 1.5~4.5cm，长为 5~10cm，近光滑或略有纤毛，白色，内实。菌环单层，白色，膜质，生于菌柄中部，易脱落。担子上有两个担孢子，所以称为双孢蘑菇，孢子印深褐色。孢子褐色，椭圆形，光滑， $(6.5 \sim 10) \mu\text{m} \times (5 \sim 6.5) \mu\text{m}$ 。

双孢蘑菇的菌落形态有气生型、匍匐型和杂交型 3 类。气生型品种应选择那些菌丝尖端生长直挺、长势强、

分支清晰、基内菌丝生长旺盛，而且菌丝前端下扎培养基较深的菌株，这类菌株产量高、品质好，管理较粗放。匍匐型品种应挑选菌丝呈绒毛状、颜色白，与培养基表面贴生呈扇状或云彩状，从试管背面看，呈明显的轮状生长，基内菌丝粗而密。这类菌株产量高、品质差，管理更要精细。杂交型品种，其菌丝介于气生型和匍匐型之间。

孢子在适宜的条件下萌发，菌丝无色，初为单核菌丝，质配后形成双核菌丝，菌丝呈管状，有横隔膜将菌丝分隔成多细胞，有分支，无锁状联合。细胞内同样有细胞壁、细胞核、液泡、线粒体等细胞器，但没有叶绿体。菌丝体是多核细胞，一般顶端幼嫩细胞中平均 6.6 个细胞核菌丝，越老细胞核越少。

大肥菇则属高温菇，子实体大。菌盖直径 6~20cm，初半圆形，后扁半球形，顶部有的下凹，白色，后变为暗黄色到深蛋壳色，中部色深，边缘内卷，表皮超越菌褶，毛鳞片、双菌环、菌肉白色。柄长 2~5cm，单个子实体平均重 10~15g。市场上有鱼目混珠的现象。

二、生活史

双孢蘑菇的担子有两个核、萌发而成的初生菌丝为单相的双核菌丝。多数人认为属于次级同宗结合的菌类，见图 2-1。

双孢蘑菇子实体在七八成熟后，在菌褶处开始弹射出大量担孢子。双孢蘑菇 95% 的担子上，只形成 2 个担孢

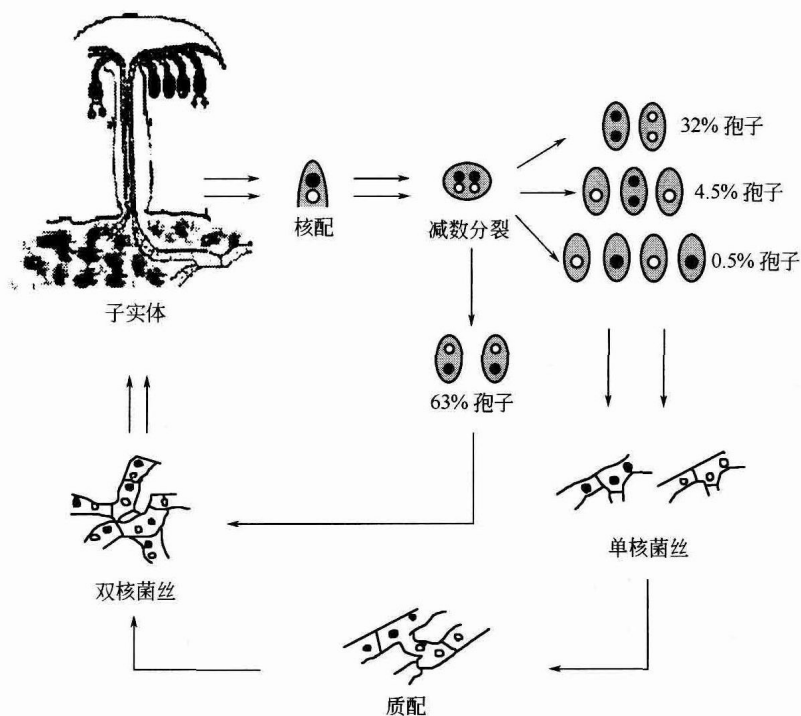


图 2-1 双孢蘑菇生活史

子，而不是 4 个担孢子，4.5% 的担子上产生 3 个担孢子，只有 0.5% 的担子上产生 4 个担孢子。从生活史图上可看出含有异核体的担孢子占 63%，为自体可育的担孢子。它们萌发后可以发育成为可育菌丝，这也是双孢蘑菇通过单孢分离选育优良品种的研究基础；然而形成同异核体的概率也高达 33.5%；形成单核单孢子的概率也高达 3.5%，后两者为自体可育的担孢子。其萌发后必须通过具有亲和能力的单核菌丝进行质配，才能形成可育菌丝。

在育种过程中，通过单孢分离获得的双孢蘑菇菌株约有1/3根本不能形成子实体，故此，单孢菌株必须经过出菇实验，才能应用于生产实践。

第二节 双孢蘑菇生长分化的条件

双孢蘑菇生长、分化及繁殖离不开水、肥、气、热、光、酸碱度、电、磁等条件与环境因子，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

双孢蘑菇生命中的物质转变、能量转化、信息传递、信号传导、形态建成等都离不开水。

双孢蘑菇的水包括培养基中的水、子实体中的水、细胞代谢中的水、生长中的水、分化中的水以及环境空气中的相对湿度等。双孢蘑菇新鲜子实体含水率一般为80%~95%，由此也说明，双孢蘑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，应特别防止有害物质和重金属及放射性物质进入。水的矿化度、矿物质成分、酸碱度、水温、水的磁化等都会影响双孢蘑菇菌丝细胞的生长分化和子实体发育，也影响双孢蘑菇的产量和质量。栽培双孢蘑菇的培养基因其品种不同，含水率也不同，培养基中含水率多在58%~