

专家推荐：农村劳动力技能培训用书



构建和谐新农村系列丛书

GOUJIAN HEXIE XINNONGCUN XILIE CONGSHU

名誉主编 中央农村工作领导小组副组长、办公室主任 陈锡文

香菇栽培新技术

侯振华◎主 编



种植类



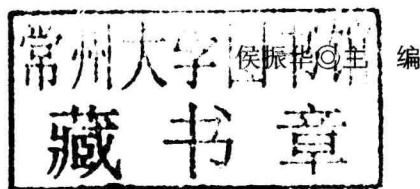
专家推荐：农村劳动力技能培训用书

构建和谐新农村系列丛书

GOUJIAN HEXIE XINNONGCUN XILIE CONGSHU

名誉主编 中央农村工作领导小组副组长、办公室主任 陈锡文

香菇栽培新技术



图书在版编目 (C I P) 数据

香菇栽培新技术 / 侯振华主编. —沈阳: 沈阳出版社, 2010.8

(构建和谐新农村系列丛书)

ISBN 978-7-5441-4231-1

I. ①香… II. ①侯… III. ①香菇 - 蔬菜园艺 IV. ①S646.1

中国版本图书馆CIP 数据核字 (2010) 第 152462 号

出 版 者: 沈 阳 出 版 社

(地址: 沈阳市沈河区南翰林路 10 号 邮编: 110011)

印 刷 者: 北京市顺义富各庄福利印刷厂

发 行 者: 沈 阳 出 版 社

幅面尺寸: 145mm × 210mm

印 张: 4.5

字 数: 62 千字

出版时间: 2010 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 沈晓辉

装帧设计: 博凯设计

版式设计: 北京炎黄印象文化传播有限公司

责任校对: 董俊厚

责任监印: 杨 旭

书 号: ISBN 978-7-5441-4231-1

定 价: 12.80 元

《香菇栽培新技术》

编 委 会

名誉主编:陈锡文

主 编:侯振华

副 主 编:陈林灼

编 委:丁华明 王安文 邓 明 卢景珠

李春涛 乔登州 刘国垠 刘顺永

杨剑炜 杨惠荣 张晓忠 吴春香

汪渊智 赵雪宝 赵维屏 屈春生

周卫东 郑学友 袁和平 贾贵元

徐 宁 郭 涛 郭贤成 曹贵方

梁聪敏 韩美玲 路秀峰 谭恩惠

序 言

陳錦及

构建和谐新农村就是要坚持以科学发展观为指导,通过不懈的努力,实现农村“人与人、人与自然环境之间的相互依存、相互促进”的协调关系以及“生产发展、生活富裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的融洽环境。《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》指出:“把建设社会主义新农村作为战略任务,把走中国特色农业现代化道路作为基本方向,把加快形成城乡经济社会发展一体化新格局作为根本要求。”农民、科技、政策是完成这一目标任务重中之重的三大要素。

一、构建和谐新农村的主体作用

农民是构建和谐新农村的主体。首先必须充分发挥农民的主体作用。农村生产力的发展是构建和谐新农村的基础。有文化、懂技术、会经营的新型农民是农村生产力最具活力并起决定性作用的要素,是发展农业生产、繁荣农村经济的基本力量。加强对农民的培训教育,提高农民的科技文化素质和经营能力,是构建和谐新农村工作的前提。

改革开放 30 多年来,我国农村发生了翻天覆地的变化,农业发展取得了举世瞩目的巨大成就。两组基本数据可以说明这一点,即粮食生产总量和农民人均收入的增长数据。1978 年我国的粮食产量是 6095 亿斤,2009 年突破 10616 亿斤,产量增加 4521 亿斤,总增长率达到 74%;1978 年我国农民年人均收入是 134 元,2009 年是 5153 元,扣除物价指数,平均每年增长超过 7%,近 4 年来更是超过 8% 以上。如此高的年均

增幅,从全球视野看都是了不起的。但横向比较,差距就显现出来了。以农民收入为例,1978年城乡收入差距是2.57:1,2009年是3.31:1,城乡差距不但未被“消灭”,反而明显在扩大。其中缘由,有自然条件、经济调控等多种主客观因素的影响,但毋庸置疑,劳动者素质、劳动效率等问题影响更为严重。我国农业的劳动生产率且不说与世界发达国家相比,就是与发展中的农业先进国家都不能相提并论。中国农村的突出问题是人口多而人均占有的可利用土地少,这一特征注定了解决“三农”问题必然是一项“多管齐下”的综合工程,任何发达国家的经验都只能是“借鉴”而不能是“照搬”。城镇化是个发展方向,但决不能作为一条“捷径”来走。目前我国的城镇化水平是45.7%,这还是把大量进城农民工统计在内。美国、日本等发达国家城镇化率达到90%以上,农民的比例仅占5%左右。我国农村整体劳动力超过5亿人,城镇化除了住房、社保等问题,最重要的是要有就业机会。提供就业首先要有足够的生产能力,即使解决了生产能力,还要面对产品的市场出路。没有国内外统一且相对旺盛的市场需求,就无法保证城镇就业的稳定。频繁的农民城乡流动,算不上真正的城镇化。农村优质人力资源向城镇的单项流动更会严重影响城镇化的进程和水平。

到2030年,我国人口将达到15亿,经过20年的艰苦努力,即使真正实现了70%的城镇化率,还有30%的人口在农村。面对4.5亿巨大的农村人口数字,构建和谐新农村的任务依然会很艰巨,任何外力只能起到引导与推动作用。培育一代掌握先进、适用农业技术,掌握现代经营管理知识的新型农民,充分激发调动农民的积极性、主动性、创造性,才是新农村建设的希望所在。

二、构建和谐新农村的科技潜力

构建和谐新农村的最大潜力在科技。必须高度重视农业科学技术的现实背景:其一,由于区域间、城乡间发展不平衡,耕地面积不断减少,农村优质人力资源在不断流失;其二,农村、农业的基础设施仍然相当脆

弱;其三,部分劳动资料投入过度导致的环境污染;其四,传统农业资源持续投入导致的边际效益下降;其五,市场对农业新产品以及农村对新技术的巨大需求。

我国农业科学技术的现实情况,一方面是存在技术进步的多重需求刺激;另一方面又表现出农业科学技术的严重滞后。目前我国农业科技的贡献率仅为 48%,而发达国家可以达到 80%~90%。如我们的化肥、农药的施用量年年增加,不仅造成资源投入浪费,还造成很大的环境污染;基础设施落后并不是科技进步的直接动因,但由于基础设施投入的严重不足,急需利用科技要素来弥补。既有科技进步的强烈需求,又存在科技应用的巨大空间,所以,农业科学技术成为新农村建设的最大潜力要素。

从宏观角度看,应加快推进农业产业技术体系建设和农业科技体制、机制创新,利用农业部门得天独厚的、自上而下的技术推广系统推进农业技术转移和农业高新技术的推广普及,引导和促进农业科技创新要素向现实生产力转化,向农业生产实际需要集中。综合多部门和多行业的技术集成、配套能力,按照“高产、优质、高效、生态、安全”的要求,在品种培育等领域取得突破性进展。在技术研究开发层面,不仅要重视无性繁育、无土栽培、生物灾害、基因优选等种植、养殖领先技术的研发推广,还要遵循和谐新农村的规划要求,创新和完善沼气、太阳能、沙石道路、绿色建材等适应不同农村地域特点的实用技术和适用技术。

三、构建和谐新农村的政策保障

纵观世界各发达国家工业化的发展过程,在工业化初始阶段,农村低廉的人力资源和农业低廉的原料资源流入城市,流入工业产业,农业为工业的发展付出巨大的代价,当工业得到足够积累,工业化发展到一定程度后,工业会出现反哺农业、城市支持农村的趋向,最终实现工业与农业、城市与农村的协调发展。我国总体上已进入工业化发展的中期阶段,具备了以工促农、以城带乡的客观需求和经济条件。在 2006 年完全

废止农业税的基础上,2009 年发展新农村建设中最直接体现民生改善的 10 个方面,进展都非常明显,即:从硬件上讲,农民的饮水安全、乡村道路建设、农村电网建设、农村沼气建设、危房改造;从软件上讲,教育、科技、文化、卫生和生活保障等民生改善状况均好于预期。2009 年新建农村公路 38.1 万公里,总里程达 333.56 万公里,公路质量明显提高,87% 以上的行政村通了公交班车;除西藏之外,大电网覆盖基本上做到了进村入户,电价比农网改造前明显降低;基本上解决了农村饮水困难问题,新有 6000 万农村人口有了饮水安全保障;1.4 亿农村义务教育阶段学生免除教科书费和学杂费,中西部 1100 万农村义务教育阶段寄宿生获得生活补助。中央财政下拨资金 24 亿元,免除 440 万中等职业教育困难家庭和涉农专业学生的学费。截止到 2009 年 3 季度,新型农村合作医疗制度参保农民达到 8.33 亿人,到 11 月底,4631 万人获得农村最低生活保障。新型农村社会养老保险制度已经在 330 个县展开试点,覆盖 60 周岁以上农村人口 1500 万左右。

在一系列重大支农惠农政策中,实施农村五项文化服务工程,对于保障群众基本文化权益,提高农民整体素质,推动农村社会全面协调及可持续发展具有特殊意义,其中农家书屋工程更是以知识改变农村面貌和全面建设小康社会的重要举措。2007 年、2008 年,中央财政拨付 6.22 亿元专项资金用于农家书屋工程建设。2009 年又安排 13.954 亿元专项资金与各省(市区)配套资金共同推进农家书屋工程进度,以确保提前完成“2015 年全国实现每一个行政村有一家农村书屋”的规划目标。目前我国已建成农村书屋 30 万个,占全国 61 万多个行政村的近 50%。

“贴近农村实践,满足农民需求”,作为农家书屋工程的科技图书组成部分,沈阳出版社组织出版了《构建和谐新农村系列丛书》。全套图书百余种,愿《构建和谐新农村系列丛书》发挥出“提高农民群众科学技术素质,丰富精神文化生活,推动和谐新农村全面发展”的预期作用。

2010 年 7 月



目 录

序言/陈锡文

第一章 香菇的生长史及生长环境	1
第一节 香菇的生长史	1
第二节 香菇的生长形态	2
第三节 香菇的生长环境	5
第二章 香菇菌种培育	11
第一节 菌种生产的发展与分类	11
第二节 菌种制作技术	13
第三节 菌种的提取、保存与复壮	19
第四节 预防菌种质量的退化	22
第三章 香菇生产的原辅料	25
第一节 香菇生产主要原料	25
第二节 香菇生产辅助原料	32
第三节 生产添加剂及配合材料	34
第四节 无公害消毒用品	37
第四章 香菇生产的配套设施	40
第一节 现代化生产机械设备	40
第二节 料袋灭菌设备	44



第三节 无菌操作设备	46
第五章 香菇栽培技术	48
第一节 香菇露天栽培技术	48
第二节 反季节夏产香菇栽培技术	76
第三节 全年四季产菇栽培技术	84
第四节 生料多样化栽培技术	94
第五节 组合套种香菇栽培技术	102
第六章 香菇的菌病虫害与无公害防治	107
第一节 霉菌的识别与防治	107
第二节 常见虫害与防治	113
第三节 常见病害与防治	118
第四节 无公害综合防治措施	122
第七章 香菇的采收、加工及储存	126
第一节 香菇的采收	126
第二节 香菇的保鲜加工及包装	127
第三节 香菇的脱水加工及工艺	129
第四节 干菇的储存及保管	131
主要参考书目	133
后记	

第一章

香菇的生长史及生长环境

第一节 香菇的生长史

香菇的生长史，也就是香菇生长活动的全过程，包括从孢子萌发到子代孢子成熟，并弹射出子代孢子。

通常把香菇的生长史分为以下九个阶段：

(1) 担孢子萌发。担孢子萌发时，内部出现空泡，但不产生典型的芽管。

(2) 担孢子长出第一根菌丝。这根菌丝称为初生菌丝，也称单核菌丝。每个单核菌丝细胞中只有一个单倍体细胞核，可以无限地进行繁殖。但这种菌丝无结菇能力，不具备产生子实体的能力。

(3) 单核菌丝进行质配。两条可亲和的单核菌丝，通过菌丝细胞的接触而融合。即一方细胞内的细胞核迁移到另一方的细胞内进行质配。

(4) 形成双核菌丝。交配后的两条单核菌丝，在有性生殖上可以亲和。配对时，菌丝体的每个细胞有一个异核细胞核，在每个横隔膜处产生锁状联合。异核双核



菌丝可以无限繁殖，有出菇能力。

(5) 形成子实体。双核菌丝在适宜条件下生长发育，达到生理成熟后，菌丝体结成小棉球状，发育成原基，后逐渐分化、膨大而形成子实体，长出幼菇，进而生长发育成商品菇。

(6) 形成担孢子。在子实体内菌褶两侧的双核菌丝体顶端细胞发育成担子，从此进入有性繁殖阶段。

(7) 进行核配。担孢子中，有两个遗传不同的单倍体进行核配，形成一个双倍体核。

(8) 进行减数分裂。交配双方的遗传物质进行重组分离，产生4个单倍体核。在正常情况下，1个担孢子形成4个单核孢子。

(9) 担孢子成熟后弹射散发。成熟的担孢子在自然界随风传播，也可以人工采收，供繁殖与杂交育种用。弹射后，在萌发过程中，经常发生一次有丝分裂，表明孢子生长史又重新开始。

总而言之，香菇的生长史是从孢子萌发开始的，经过各级菌丝生长发育和子实体生长发育，至子代孢子的产生结束。这期间包括营养生长期和生殖生长期，经历发菌期和子实体形成期，这就是最直观的香菇生长史。

第二节 香菇的生长形态

香菇的生长发育形态，分为菌丝体和子实体。菌丝体分为初生菌丝、次生菌丝和三次菌丝等生长发育阶段，

属发菌阶段。子实体分为原基、菇蕾、幼菇、不同开伞度菇等生长发育阶段，属生殖生长阶段。不同生长发育阶段有着不同的形态特征。认识和掌握这些特征，对科学栽培和生产出优质高产的香菇具有重要意义。

一、香菇的孢子形态及萌发

孢子类似农作物的种子。在显微镜下观察，孢子无色（或半透明），光滑，椭圆形，或圆柱形，有时呈卵圆形，有（5~7）微米 $\times$ （3.4~4.0）微米，内含1个细胞核，壁较薄。将成熟的子实体去根，覆盖于黑纸上，温度适宜，经5~6个小时，孢子散落于纸上形成孢子印，呈纯白色。

刚收集的孢子萌发率达95%左右，保存一个月后孢子的萌发率只有50%，保存三个月后孢子的萌发率仅有3%。孢子可以制成孢子粉接种繁殖，亦可挑选优良的孢子用于杂交育种。

二、子实体生长发育形态

子实体（简称菇）由菌盖、菌褶和菌柄组成，是食用的主要部分。在菌盖与菌柄间连生着一层菌膜，保护菌褶及孢子，随着菇开伞生长，这层菌膜逐渐消失。

1. 菌盖

初呈半球形，边缘内卷，随着成熟长大，逐渐开伞，直至展平。菌盖直径4厘米~15厘米，淡褐色至褐色。



其颜色深浅依菌株不同、菇龄不同、含水量不同、光照强弱而产生差异。菌盖表面覆盖的鳞片，白色或淡褐色，呈绒毛状。早熟菌株鳞片多而明显，中晚熟菌株鳞片小而不明显。光线强则少，光线弱则多；湿度适宜则多，干燥则少。随着菇龄增大，鳞片逐渐隐退。菌盖肉厚、乳嫩、香醇。未开伞时肉厚，开伞后肉变薄，低温肉厚，高温肉薄。

2. 菌褶

附生在菌盖下方，被菌膜包住，呈白色或淡黄色，宽3微米~4微米，刀片状，弯生菌盖下，以菌柄为圆心向四周辐射排列的褶皱，即为菌褶。表面附生子实层，其上排生出许多棒体状担子。担子顶端生有4个担子小梗，每个梗上生1个孢子。因此，菌褶是香菇的繁殖器官。

3. 菌柄

中生或偏生，近圆柱状或稍扁，直立或弯曲生长。一般长2.5厘米~10厘米，粗0.5厘米~1.5厘米，菌柄的菌环上呈白色，中下部淡褐色，根蒂边呈褐色。菌柄也覆生鳞片，柄肉白色，较结实，有些纤维化。菌环丝膜状，随菌盖开伞而逐渐消失。

4. 子实体的阶段形态变化

子实体生长发育阶段分为原基、菇蕾、幼菇、开伞菇等。

原基是由二次菌丝纽结而成的盘状体，已经肉质化。初期埋藏在菌皮下，直至破膜而出，成为可见的原基。



菇蕾是由原基生长分化而来，当原基破皮而出，受到光线的刺激，分化为菌盖、菌柄两部分，该形态称为菇蕾。

幼菇是由菇蕾生长发育而来的，随着菇长大至菌膜尚未破裂时称为幼菇。

开伞菇是由幼菇生长发育而来，由于菌盖迅速生长扩展，菌柄伸长，迫使菌膜被拉破，出现开伞现象，开伞的程度可分为 10 度。这一过程称为开伞，开伞的菇称为开伞菇。

第三节 香菇的生长环境

香菇生长环境条件的好坏与香菇产品质量关系密切。从污染分析，如果栽培场地靠近城市和工矿区，其土壤中重金属含量较高，地表水可能被重金属（镉、砷、铬、汞、铅、锌等）以及农药、硝酸盐污染，污染物也会被香菇富集和吸收，不仅危害香菇子实体的正常生长发育，降低产量，更严重的是有害物质污染降低了香菇的品质。此外，环境空气污染，如栽培场地的空气中有毒有害气体和空气悬浮物（二氧化硫、氟化氮、氯气、二氧化碳、粉尘和飘灰等）超标，使香菇产品卫生指标超标，甚至造成有毒有害物质的残留。所以栽培香菇要利用和创造好有益的生长环境条件，克服和避免有害的生育环境，保证香菇健康地生长，达到高产优质的目的。



一、生长发育条件

1. 温度

香菇是低温和变温结实性的菇类。担孢子萌发的最适温度为 $22^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$ 。菌丝生长的温度范围在 $5^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$ ， $24^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 菌丝生产旺盛， 25°C 生长速度达到峰值。高于或低于 25°C ，菌丝生长速度均下降，并呈一定等高关系，如 $26^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$ 的生长速度， $27^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$ 的生长速度， $28^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$ 的生长速度。

菌丝生长有着健壮生长和快速生长的区别，健壮生长要求比快速生长温度低。健壮生长的菌丝生长速度稍慢，粗壮，菌丝密度厚；快速生长的菌丝生长速度快，纤细，菌丝密度偏稀。栽培种的菌丝要求健壮生长，符合发足发壮菌丝的要求。健壮生长温度一般在 $18^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ ，快速生长温度一般在 $24^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 。低温培养有利于控制杂菌污染。

(1) 气温、菌温、堆际温。气温是指室内外自然温度；菌温是指培养料内菌丝体生命活动产生的温度；堆际温是指堆间、袋间周围的温度。在菌种培养期间，必须密切注意三种温度的相互效应，高温季节避免极端高温危害，低温季节利用三种温度效应，提高室温，促进发菌。

(2) 菌温、堆际温和气温的关系代料原种和栽培种叠放越高，堆距越近，数量越多，通风程度越差，其堆际温越高，菌丝生长越旺盛。同时气温越高，堆际温也



随之升高。

香菇发菌管理要关注这三个温度的相互关系，协调好三个温度的关系，预防烧菌。低温季节可利用菌温和堆际温，提高发菌室菌温与气温，促进菌丝生长；高温季节，疏散堆距，改变堆形，减少层次，加强通风换气，降低室温，保证菌丝安全渡过高温期。

2. 水分

水与香菇的关系，一是指培养料中的含水量，二是指空气的相对湿度。在木屑培养基中，菌丝生长的最适含水量是 58% ~ 62%，低于或高于这个幅度都不利于菌丝生长；在菇木中适宜的含水量是 32% ~ 40%，在 32% 以下接种成活率不高，在 10% ~ 15% 条件下菌丝生长极差。发菌阶段空气相对湿度保持在 70% 左右，子实体生长发育期间空气相对湿度保持在 85% ~ 90%，最高不超过 95%。

3. 营养

香菇是一种木腐菌，主要富含碳水化合物和含氮化合物，以及少量的无机盐和维生素等营养成分。培养基中的各种营养物质，只有溶解在水里才能被香菇吸收利用。

(1) 碳源。香菇菌丝能利用广泛的碳源，包括单糖类、双糖类和多糖类，糖浓度在 1% ~ 5% 比较好。

(2) 氮源。香菇菌丝能利用有机氮和铵态氮，不能利用硝态氮和亚硝态氮。在香菇菌丝营养生长阶段，碳源和氮源的比例以 25:1 ~ 40:1 为好，如果氮的浓度过