

新世纪富民工程丛书

食用菌栽培书系

草菇秸秆熟料 高产栽培技术

李银良 黄小明 詹荣卿 李美良

编著



河南科学技术出版社

新世纪富民工程丛书

★食用菌栽培书系★

草菇秸秆熟料高产 栽培技术

李银良 黄小明 詹荣卿 李美良 编著

· 郑州 ·

河南科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

草菇秸秆熟料高产栽培技术/李银良等编著. — 郑州:
河南科学技术出版社, 2006. 1

(新世纪富民工程丛书·食用菌栽培书系)

ISBN 7-5349-2930-X

I. 草… II. 李… III. 草菇-栽培 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 102014 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

责任编辑: 李玉莲

责任校对: 李 华

封面设计: 宋贺峰

版式设计: 栾亚平

印 刷: 河南省中景印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 130mm × 185mm 印张: 8.5 字数: 177 千字

版 次: 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1—3 000

定 价: 10.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

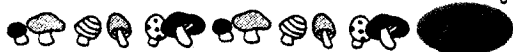
前言

草菇是我国人工栽培最早的食用菌，其味美鲜甜、香气独特，是食用菌栽培的传统品种，国际上称之为“中国蘑菇”。

草菇不仅口感好，而且营养丰富，蛋白质含量高，有“素中之荤”的美名，是宾馆宴席、家庭餐桌上的美味佳肴，深受人们欢迎。

草菇是典型的高温速生食用菌，是食用菌中生长速度最快、生产周期最短的品种，从播种到收获只需两周。但长期以来栽培技术没有突破，还都是沿用传统室外堆栽法进行，产量普遍较低，大部分传统栽培地区停留在“靠天吃饭”的落后状态。室外每 100 千克稻草产菇不足 10 千克，如遇不良气候，则颗粒无收，加上草菇易开伞，不耐贮藏，产品质量难保障，难以形成商品菇，严重影响经济效益，从而影响了广大农民群众栽培草菇的积极性。

在长期的草菇栽培生产实践中，江西省黎川县、信丰县广大菇农、食用菌专业户及江西黎良食用菌菌种基地科技人员大胆探索，勇于创新，打破传统的室外栽培模式，根据其他食用菌熟料栽培、半熟料（巴斯德灭菌）栽培的相关原理：熟料灭菌具有灭菌和使培养料营养熟化或降解作用，有



利于食用菌分解吸收。半熟料是通过培养料堆制发酵生热或巴斯德灭菌培养料温度达到 $60 \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，杀灭菇房及培养料中害虫及有害杂菌，减少栽培过程中害虫及杂菌的危害和对养分的消耗，并培育具有固氮作用的高温放线菌分解基质、合成菌体蛋白，以利于草菇的生长利用，获得草菇的高产。在平菇熟料袋栽技术、蘑菇堆制发酵技术的基础上，通过不断反复探索实践，采用稻、麦等农作物秸秆熟料、半熟料栽培草菇，经不断的筛选配方和管理技术的深化，尤其是江西黎良食用菌菌种基地草菇熟料栽培高产系列菌株的选育成功，和科技人员对栽培技术的科学总结和完善，使大规模栽培草菇的产量转化率为 $30\% \sim 50\%$ ，甚至高达 60% ，比传统栽培产量高出 $3 \sim 6$ 倍。并且生物学效益、经济效益大大提高，是草菇生产在低成本、高效益方面的重大突破。草菇熟料栽培设备简单，方法简便，既可因陋就简，也可充分利用食用菌现有灭菌设备，还可互助合作建造，共同利用设备。栽培设施可以充分利用农村家庭庭院、废旧仓库、空余房屋等，还可建造阳畦及与蔬菜果树农作物套种栽培。尤其是充分利用其食用菌栽培设施（蘑菇房、平菇、金针菇、香菇等菇棚及蔬菜塑料大棚）在夏季高温闲置期套种草菇，不仅省时省事省钱，增加菇农、菜农、食用菌专业户、生产企业经济收入。还能推动其他食用菌生产的发展。加之草菇熟料栽培资源丰富，不仅传统的稻草、废棉、棉籽壳可以作为主要原料，而且麦秸、玉米秸、高粱秸、玉米芯、蚕豆秸、甘蔗渣也成为草菇熟料栽培的优质材料，还开发出平菇、金针菇、香菇等菌糠成为草菇熟料栽培的原料。因而可以实现草菇的熟料商品化、产业化规模栽培，实现周年生



产。为城镇，特别是为大中城市提供优质味美的鲜草菇，改善城市居民的物质文化生活，提高广大农民群众、食用菌专业户栽培草菇的积极性，具有重要意义。

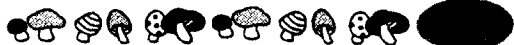
为了帮助广大农民群众、食用菌专业户掌握草菇的熟料栽培的技术，编著者根据自己在栽培实践中的经验和体会，并广交菇友，切磋技术，提炼、总结了生产中成功的经验、方法措施及关键技术使之完善，编写成册。供读者实践中参考。

由于条件及编著者水平有限，书中不足、差错之处热忱希望广大读者批评指正，使之日臻完善。

作者联系地址：江西省黎川县黎良菌种基地。邮编：344600。联系电话：0794 - 7575055，0794 - 7524252，手机：13970416256。联系人：李银良。

编著者

2005 年 10 月



目 录

一、概述	(1)
(一) 草菇的区域分布及生物学分类	(1)
(二) 草菇的生产历史及熟料栽培技术的发展创新	(2)
(三) 草菇的经济价值	(7)
(四) 草菇的生产现状及发展前景	(10)
二、草菇的生物学特性	(12)
(一) 草菇的形态特征	(12)
(二) 草菇的生活史及生长发育	(16)
(三) 草菇生长发育必需的生活条件	(23)
三、草菇熟料、半熟料栽培的设施、设备	(37)
(一) 栽培生产场所	(37)
(二) 机械设备	(47)
(三) 灭菌设施及设备	(49)
(四) 消毒灭菌灭虫药品	(54)
(五) 保鲜、干制设备	(63)
(六) 草菇栽培袋及其他常用器材	(67)
四、草菇熟料、半熟料栽培菌种的生产	(68)
(一) 草菇熟料、半熟料栽培菌种的选育	(68)



(二) 草菇菌种的制作技术	(77)
(三) 菌种质量的鉴定标准及保藏技术	(114)
五、草菇熟料、半熟料高产栽培技术与管理方法 ...	(119)
(一) 草菇熟料、半熟料栽培的准备工作	(119)
(二) 草菇的稻草、麦草熟料、半熟料栽培 技术	(129)
(三) 草菇的棉籽壳、废棉熟料、半熟料高 产栽培技术	(159)
(四) 草菇的甘蔗渣、玉米秆、高粱秆等熟料、 半熟料栽培技术	(179)
(五) 草菇菌糠、中药渣、蚕豆秸等熟料、半熟料 高产栽培技术	(191)
(六) 草菇的反季节栽培技术	(199)
六、草菇的病虫鼠害防治	(206)
(一) 常见杂菌的防治	(207)
(二) 草菇熟料栽培中常见病害的防治	(214)
(三) 常见害虫的防治	(223)
(四) 防重于治, 防治结合, 避免病虫危害	(235)
七、草菇的采收、鲜销和加工	(240)
(一) 草菇的采收	(240)
(二) 鲜草菇的销售	(246)



一、概 述

(一) 草菇的区域分布及生物学分类

1. 草菇的区域分布 草菇属热带亚热带高温多雨地区发生的腐生真菌，一般生长在腐烂的稻草秸秆堆及棉、麻等纤维物质上。是目前世界性广泛栽培的食用菌，主要集中在我国的东南部，此外，泰国等东南亚国家、非洲的尼日利亚等国也有分布。我国草菇自然分布主要为广东、广西、福建、江西、湖南、台湾、四川、西藏等省（区），亚热带地区也有分布，由于我国四季冷热分明，夏季从南到北大多炎热高温，适合草菇的生长发育，加上草菇的棉籽壳栽培技术、熟料混合料栽培技术的成功，草菇栽培区域北移。江苏、浙江、安徽等省发展迅速，并且我国北方地区山东、河北、江苏、北京等地区也已开始大规模栽培，甚至辽宁、吉林等地也有部分栽培。随着中低温型菌株的选育成功，这一高温型的热带菌菇，已遍布中华大地。

2. 草菇生物学分类 草菇生物学分类上属于担子菌伞菌目光柄菇科小包脚菇属，全世界已发现小包脚菇属的种、亚种和品种达 100 多个。

草菇烘干后带浓郁的兰花菇香，所以又叫兰花菇。由于



开伞后基部有蛋壳形苞脚，故又名苞脚菇。又由于草菇味美鲜甜，又叫做美味草菇。在闽西、赣东南等武夷山脉地区当地人称稻草为禾秆，由于草菇腐生于禾秆上，当地人又称之为秆菇。

(二) 草菇的生产历史及熟料栽培技术的发展创新

草菇的栽培起源于我国。距今已有 300 多年的历史，据记载，栽培草菇的鼻祖应该是广东曲江县南华寺的僧侣，僧侣们身居山间林中，交通不便，其所需蔬菜，多自种自养，僧侣们是食素者，草菇就成为他们喜爱的食物。在这种需要下，他们逐渐地将野生草菇变为人工栽培。

在长期的草菇栽培历史中，我国劳动人民积累了丰富的经验，并系统地总结了全套栽培技术，随后，被华侨带到东南亚许多国家，1934 年，马来西亚和缅甸相继栽培了草菇，菌种和技术都是由华侨引进的。此后，逐步传到了菲律宾、印度尼西亚、新加坡、泰国、日本、朝鲜以及非洲的尼日利亚和马达加斯加。近年来，美国和欧洲有些地区也有栽培，这些地区和国家称草菇为“中国蘑菇”。

20 世纪 60 年代，大规模人工草菇栽培开始，栽培技术有较大提高，栽培方法越来越多，初步改变草菇生产“靠天吃饭”的落后状态。70 年代广东省率先开展了草菇栽培技术的创新和科研，开展了草菇田间栽培技术，进行了草菇生理学、细胞学、形态和遗传的研究，从广东、广西、福建、湖南等省（区）栽培中搜集多个品系，进行比较、实验和筛选工作，选育出 V_{20} 、 V_{23} 、 V_{37} 等优良品系，从菌种的选育，原料的配制和生产管理技术，都有了很大的进步，



产量大大提高。80年代，栽培技术更有长足的进步，旧法栽培发展到新法栽培，单一的室外栽培发展到室内、阳畦、地沟、塑料大棚栽培，发展到利用夏季休闲的蔬菜大棚、蘑菇、香菇等食用菌菇房栽培生产。传统的单一的稻草栽培发展为棉籽壳、废棉、麦秸、玉米秸、高粱秸秆、甘蔗渣等多种原料栽培，多种原料混合栽培。我国是农作物秸秆等纤维素原料极为丰富的国家，稻草、麦草、棉籽壳、玉米秸、高粱秸秆每年少说也在5亿吨左右，可以为草菇生产提供广阔来源，使草菇的栽培面积、区域、范围不断扩大，逐渐向北方棉花产区、小麦产区、玉米、高粱等旱粮作物产区推移。草菇的产量不断增加，不仅过长江，跨黄河，而且越过了长城，现在，在东北的夏季也有了草菇栽培。

90年代中后期，随着食用菌栽培技术的突飞猛进和不断创新，草菇传统产区（江西赣东、赣南）的菇农、食用菌生产者和技术人员通过长期生产实践的积累，和对平菇熟料栽培、蘑菇发酵料栽培技术的重大改革，大胆实践，优化技术，草菇熟料、半熟料栽培技术日趋完善，并系统化、理论化。

草菇为以草类纤维等为主要营养的腐生真菌，它只能从已经发酵腐熟有机物和土壤中吸收它所需要的营养物质。一般是通过菌丝分泌纤维素酶、半纤维素酶和淀粉酶，分解利用禾谷类秸秆中的纤维素和半纤维素。但是，据研究，草菇纤维素酶和半纤维素酶的活性不高，对纤维素、半纤维素的分解能力不强。草菇又是典型的高温速生食用菌，生产周期短，菌丝生长速度快，短期内难以完全分解基质，不能满足其营养需求；而且禾谷类农作物秸秆用于食用菌生产时，由



于其物理性状及化学组分的差异，碳、氮比例不适合草菇生长，其易被吸收利用的营养物质含量较低，不能完全满足草菇人工栽培、快速生长的营养要求，因此，需要添加部分易分解利用速效碳氮养分。禾谷类秸秆物理结构不能适宜，茎秆壁薄，麦草表面覆有一层蜡质，稻草含二氧化硅 12.6%，茎中空、孔隙大、容量小、体积大，单位体积内的营养物质少，吸水后仍有回弹力，难以固型，含水量不易掌握，整草堆栽、床栽，播种初期在草上蔓延不快，营养分解慢，当菌丝吃料后，纤维素等被分解，菌丝生长料层隆起，变得疏松，草节间溢水，中后期菌丝难以生长，产量不高。禾谷类农作物秸秆含有大量的鬼伞、霉菌等杂菌孢子，极易萌发鬼伞霉菌等杂菌危害，堆料后，由于微生物的发酵产生的“生物热”，致使料温上升，草菇菌丝难以生长。因而传统的草菇稻草室外堆草栽培、传统的草菇生料栽培，产量不高、生物学转化率低。

采用草菇的熟料、半熟料栽培，禾谷类农作物秸秆培养料经碾压粉碎、石灰水浸泡软化、高温（100℃保持 6 小时左右）煮熟，蜡质层、硅质层被破坏，培养料被软化，增加紧实性，增加培养料表面积，扩大吸收面，同时提高了秸秆容重，缩小了体积，可使菌丝集中分布，有利于营养积累。高温蒸、煮熟培养料，使秸秆料聚集紧实，部分纤维素、半纤维素等大分子化合物被分解成葡萄糖等简单的小分子化合物，得到部分水解，从而易被草菇菌丝吸收。培养料松软，有利于草菇菌丝穿透，且石灰水提高培养料的酸碱度，给草菇创造所喜欢的微碱性环境，还能抑制鬼伞菌丝的生长。熟料灭菌能够杀灭培养料中秸秆附带的一切杂菌孢



子，包括芽孢。因此，熟料栽培可以添加足量的易分解利用速效碳、氮养分，作为草菇培养初期的辅助碳、氮源，以利于菌丝的快速定植和对其他碳氮源的利用，如麦麸、米糠、玉米粉、花生饼、菜籽饼等饼粕，满足草菇人工栽培需要。在营养丰富而无杂菌竞争的条件下，草菇菌丝充分生长发育，取得高产优质。

采用草菇的半熟料栽培，通过培养料堆制发酵生热，使培养料温度达到 $60 \sim 75^{\circ}\text{C}$ ，培养料经堆制发酵创造适合喜温微生物生长的温度条件，让嗜热性微生物大量繁殖，在其分解水解酶的作用下，使培养料腐熟、被微生物分解形成腐殖质，供草菇生长利用。通过巴斯德灭菌，在高温条件下杀灭培养料中大部分有害微生物的营养体，使大部分病原菌和虫卵害虫等受热死亡，同时也对菇房内的环境进行一次彻底消毒，减少病虫杂菌的发生，减少培养料中养分的消耗和对草菇菌丝的危害。还可有效地代替化学农药进行杀虫杀菌，使生产的草菇成为无残毒无污染的保健食品，为草菇菌丝生长发育创造良好的环境条件。再通过通风控温，为嗜热微生物群生长繁殖，创造一个良好的生态环境条件。把培养料中残留的氮转化为有机氮，对其中的纤维素进行降解，产生聚糖、大量菌体蛋白、各种维生素和氨基酸类等物质，为草菇生长提供大量有效成分，从而使播种后草菇菌丝的复苏和定植更为迅速。半熟料栽培经石灰水浸泡软化，培养料发酵堆沤，提高酸碱度，培养料中的高分子化合物转化为低分子化合物，更容易、更顺利被草菇菌丝吸收利用。其理化性状得到改善，蜡质层、硅质层被破坏，培养料更紧实，菌丝分布更集中，其透气性、吸水性、保温性更好。同时可适量添加



一定量的容易被草菇分解利用速效碳、氮养分。使培养料的碳氮比更适合草菇菌丝生长的要求。草菇菌丝由于萌发快，生长迅速，12 小时即可萌发，半熟料栽培5~7天可形成原基。草菇菌丝的生长优势可抑制杂菌孢子的萌发，避免杂菌的污染和与草菇菌丝争夺养分，半熟料栽培产量也接近熟料栽培。

草菇熟料、半熟料栽培改善了培养料的理化性状和营养结构，并且适应草菇容易从发酵腐熟的有机物中吸收营养物质的腐生习惯。熟料、半熟料栽培合理利用菇房、仓库、菇棚、塑料大棚等保护栽培设施，可以人为控制温度、湿度、光照及通风等，避免不良天气条件的影响，增强对不良环境的抵御能力，能够为草菇生长发育创造比较优良的环境条件，因而产量高、品质好。熟料、半熟料栽培将稻、麦草与棉籽壳、废棉等混合栽培，营养更丰富、全面，培养料更紧密又透气，且不易松散（如同钢筋水泥结构一样），菌丝易连接，养分输送不易断，既保证了通风，又保证了出菇后劲。熟料、半熟料栽培有利于开展现代工业化规模生产，使草菇栽培技术规范统一化。

草菇熟料、半熟料栽培在科学技术进步的推动和广大菇农的不断努力下，各种新技术、新模式、新工艺不断涌现。特别是适合草菇熟料、半熟料栽培的系列高产菌株的成功选育，使草菇的栽培蓬勃发展，异军突起。随着草菇生物学效率的提高和总产量的增加，草菇重新成为城乡菜篮子亮丽的风景。草菇熟料、半熟料栽培成为农村致富、农民增收的新的经济增长点。



(三) 草菇的经济价值

草菇菌肉肥嫩，口感滑脆，烹炒煲汤，味美爽口，在众多食用菌品种中以其风味独特而为消费者喜爱，加工制成罐头，色香皆存，食用方便，长期以来已经成为宴席和千家万户家庭餐桌上佳肴，烤制干品，香气浓郁，回味无穷，是享誉古今的美味食品。在代表中华民族文化的各大菜系中，都有用草菇烹调的名饌佳肴。是城乡，尤其是大中城市菜篮子不可缺少的绿色菌菜，且价高货好销。

草菇还是我国传统出口产品，在国际市场占有绝对优势。香港鲜草菇每天消费就达 5 吨，每年需空运近 200 吨。美国、加拿大、新加坡、马来西亚和英国等每年都需要大量进口，需求量与日俱增，是我国出口换汇的主要食用菌。在国际上享有较高的声誉。

1. 草菇的营养价值 草菇不仅味道鲜美，而且营养丰富，据化学分析，鲜草菇的含水量 92.39%，蛋白质 2.66%，脂肪为 2.24%，还原糖为 1.66%，转化糖为 0.95%，灰分为 0.91%，其中钙占 0.75%，磷 30.62%，钾为 44.2%，其他矿物质为 24.43%。每 100 克鲜草菇中维生素 C 含量为 206.28 毫克。

在草菇的营养成分中，它的蛋白质含量是较高的，比日常生活中食用的蔬菜高几倍（表 1-1），是国际上公认的“十分好的蛋白质来源”。

据有关资料报道，草菇中的蛋白质共含有 18 种氨基酸（表 1-2），其中人体不能自行合成或转化而必须从食物中摄取的 8 种必需氨基酸，在草菇里全部都有，而且含量较



高，为氨基酸总量的 38.2%。

表 1-1 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	0.60	0.20	5.70
甘蓝	0.10	0.15	4.14
西红柿	0.40	0.40	2.19
马铃薯	1.10	0.10	14.00
牛肉	16.00	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

表 1-2 草菇氨基酸种类及含量

氨基酸		氨基酸	
氨基酸种类	含量 (%)	氨基酸种类	含量 (%)
异亮氨酸	4.2	丙氨酸	5.3
亮氨酸	5.5	精氨酸	5.3
赖氨酸	9.8	天门冬氨酸	8.5
蛋氨酸	1.6	谷氨酸	17.6
苯丙氨酸	4.1	甘氨酸	4.5
苏氨酸	4.7	组氨酸	4.1
缬氨酸	6.5	脯氨酸	5.5
色氨酸	1.8	丝氨酸	4.3
		酪氨酸	5.7
合计	38.2		61.8



在评价食品营养价值的高低时，人们通常以蛋白质含量多少作为标准，而蛋白质中必需氨基酸的有无或多少又是更重要的标准。草菇的蛋白质和必需氨基酸的含量较高，因此，它具有较高的营养价值。此外，草菇含有较多的鲜味物质谷氨酸和各种糖类等，使草菇具有鲜美的风味。

2. 草菇的保健食疗功能 草菇是健康食品，高蛋白、低脂肪，其含有的脂肪远远低于肉类，且 85.4% 是非饱和脂肪酸。人们过多食用动物性脂肪会增加血液中的胆固醇，而体内亚油酸、胆红素和肌醇供应不足，易引起冠状动脉阻塞疾病，多食草菇可消除以上现象，有降低高血压、减肥、预防心血管病的功效。

草菇中维生素含量极为丰富，含有维生素 B、维生素 C、维生素 D、维生素 K 和烟酸等，尤其是维生素 C 的含量称得上是食用菌之冠。据福建农林大学分析，草菇中维生素 C 含量为 206.27 毫克/100 克，超过各种蔬菜，连富含维生素 C 的辣椒也无可比拟（表 1-3）。维生素 C 又称抗坏血酸，是人体健康必不可少的，成人每天需要量不低于 30 毫克，如人体缺少维生素 C，导致免疫力降低，易感坏血病。成人每天食用 100~200 克鲜草菇，便可维持维生素 C 正常含量，可明显提高人体免疫能力，促进新陈代谢，加速创伤愈合。草菇还含有 10.4%~11.9% 的纤维素，能增强肠胃蠕动，抑制肠癌的发生。维生素 C 具有阻止体内亚硝酸的形成和吸收，防止癌病的发生。经临床证明草菇具有强身壮体、解毒抗癌之功效，被誉之为“健康食品”。

草菇还含有一种叫异体蛋白的物质，能保持正常糖代谢及神经传导，促进食欲，能促进细胞间质某些激素的形成，

