



钱 玉 夫 编著

蘑菇实用栽培学

四川科学技术出版社

蘑菇实用栽培学

钱玉夫 编著

四川科学技术出版社

责任编辑：黄灼章 侯矾楠

技术设计：李明德

蘑菇实用栽培学

钱玉夫 编著

四川科学技术出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

温江人民印刷厂印刷

ISBN 7—5364—0231—7 / S.42

统一书号：16298·287

1987年10月第一版 开本787×1092毫米 1/32

1987年10月第一次印刷 字数265千

印数：1—12400册 印张12.5

定 价：2.45元

前 言

随着农业产业结构的调整，作为新兴产业的食、药用菌已成为我国“七五”期间主要的商品生产项目之一，与此同时，各地中等农职业技术学校、供销学校也相应地开设了食用菌专业。在这一新形势下，以蘑菇为首的各类食用菌实用资料和系统性的教材日显必要。有鉴于此，笔者将自己二十多年食用菌栽培实践和科研成果，结合近年来的专业教学体会，并参阅国内外有关重要文献，集思广益，归著成书。本书系科普和教材两用书，侧重实用性、通俗性和先进技术，面向食用菌专业师生，收购和加工单位的辅导员、验收员，农林系统的业务员，部队中的军地两用人才，厂矿医院后勤部门及食用菌栽培专业户。力求在应用中达到投资少，成本低，经济效益高的目的。

本书在编写过程中，虽承蒙浙江农业大学园艺系寿诚学副教授、上海师范大学生物系食用菌研究室杨庆尧副教授的指导，并得到浙江省教委职业教育处，温州市教委、科协，平阳县科协、科委、教委、食用菌协会及学校的鼓励和支持，但由于本人水平有限，且时间匆促，未必如愿以偿，不足和谬误之处一定不少，敬请不吝批评指正。

本书由我校许成城老师插图，刘采茶、吕珍华、雷爱翠、蔡昌希、施德中、郑玉女、吴小青等同学协助抄稿，在此一并致谢。

钱玉夫

一九八六年九月

目 录

第一章 蘑菇栽培概述	1
第一节 人工栽培蘑菇发展史.....	1
第二节 人工栽培蘑菇种类简介.....	3
第三节 蘑菇的经济效益和营养价值.....	4
第二章 蘑菇生物学基础知识	6
第一节 蘑菇分类学地位及形态结构.....	6
第二节 蘑菇的生活史.....	9
第三节 蘑菇对环境条件的要求.....	10
第四节 蘑菇和有益微生物.....	15
第三章 菇房的设施和品种的选择	17
第一节 菇房的形式.....	17
第二节 菇床的设置.....	18
第三节 床架式搭架注意事项.....	19
第四节 菇房消毒.....	20
第五节 品种的选择.....	21
第六节 目前当家品种的管理要点.....	25
第四章 培养料的配制	29
第一节 培养料的重要性.....	29
第二节 培养料常用的材料和种类.....	31
第三节 碳氮比和含氮量的计算方法.....	33

第四节	几种较实用的培养料配方	38
第五节	培养料的堆制	43
第六节	培养料的翻堆	46
第七节	堆温不高的原因和培养料进房的 标准	47
第五章	蘑菇培养料二次后发酵新技术	50
第一节	室内二次后发酵原理探讨及其作用	50
第二节	室内二次后发酵的条件和方式	52
第三节	室内后发酵温度控制	54
第四节	室内二次后发酵的注意事项	56
第五节	室外圆筒式简易节能二次后发酵 技术	57
第六节	长方式室外二次后发酵	60
第六章	播种和发菌管理	65
第一节	播种前菇房、床架、培养料的消毒	65
第二节	栽培种类型的选择	66
第三节	播种前的检查工作	67
第四节	播种方法和前期管理	69
第五节	播种后的中后期管理	72
第六节	料层中新技术的应用	74
第七章	覆土	77
第一节	覆土的作用	77
第二节	覆土前的准备工作	78
第三节	覆土前菇房的检查	79
第四节	覆土时间和方法	80
第五节	粗土的调水和发菌	82

第六节	覆细土的作用和调水	84
第七节	土层调水后菌丝不上泥常见的原因 和挽救措施	86
第八章	蘑菇覆土新工艺	89
第一节	砗糠统土	89
第二节	河泥砗糠土	90
第三节	河泥禾草土、河泥菌料土	92
第九章	秋菇管理	94
第一节	水分管理	94
第二节	通风换气管理	107
第三节	采摘、收购及运输	108
第四节	追肥	111
第五节	床面整理	116
第十章	春菇管理	119
第一节	病虫害防治和通风管理	119
第二节	水分管理和春菇追肥	120
第三节	春菇善后处理	122
第四节	蘑菇废料再利用的研究	123
第十一章	蘑菇的非季节性栽培——野外套种法	126
第一节	蘑菇非季节性套种法的意义	126
第二节	稻田套种蘑菇	127
第三节	甘蔗园套种蘑菇	133
第四节	果园竹木林荫下套种蘑菇	135
第十二章	农药基础知识	138
第一节	农药的分类	138
第二节	农药的加工制剂	141

第三节	农药的施用	145
第四节	蘑菇病虫害防治中几种代表性农药的制剂	148
第五节	农药毒性和名称的识别	153
第十三章	蘑菇病虫害防治	156
第一节	概 述	156
第二节	非病原性病害	159
第三节	病害病	169
第四节	菇蝇类害虫	211
第五节	螨 类	219
第六节	线 虫	226
第七节	其他害虫	231
第八节	病虫害防治主要措施小结	237
第十四章	下乡辅导学员要点	239
第一节	下乡辅导员辅导方式	239
第二节	辅导要形成有系统的网络模式	240
第三节	辅导员要善于了解菇农的心理	240
第十五章	制种技术	243
第一节	概 述	243
第二节	食用菌制种的基本设备和工具	255
第三节	消毒和常用的消毒药品、凝固剂	268
第四节	培养基	280
第五节	培养基灭菌	298
第六节	菌种分离	309
第十六章	双孢蘑菇制种技术	323
第一节	蘑菇母种的制作	323

第二节	蘑菇原种和栽培种的制作	333
第三节	蘑菇制种新工艺	343
第十七章	制种期的主要杂菌	358
第一节	链孢霉	358
第二节	曲霉属	360
第三节	青霉属	363
第四节	怎样降低菌种污染率	366
第五节	无菌操作	368
第十八章	附 录	372
一、	食用菌专业生产实习和试验须知	372
二、	镜 检	375
三、	华氏温度换摄氏温度和空气相对湿度 换算法	380
四、	酸碱度 (pH值) 简易测定法	382
五、	如何识别塑料袋是否有毒	383
六、	食用菌常用培养基成分含量表	384
七、	蘑菇盐渍加工技术	384

第一章 蘑菇栽培概述

第一节 人工栽培蘑菇发展史

蘑菇人工栽培起源于法国，在巴黎附近的种瓜农民，偶然发现在培育过甜瓜之后的废弃温床堆肥上长出了蘑菇。同时发现了用漂洗过蘑菇的水喷洒在堆肥上，蘑菇长得更旺盛。他们注意到这种现象后，于1650年凭经验开始了人工栽培。

1707年，法国植物学家D·托尼弗特曾记述过关于蘑菇人工培植方法，他论及蘑菇是“起源于马”，认为蘑菇孢子存在于自然界的马厩肥中，由于是孢子萌发后长出了绒毛状的菌丝，再把这种菌丝移置到马厩肥的床上，并盖上一层土时，则长出了蘑菇。

1754年，瑞典人兰德伯记述了一个以整年栽培蘑菇的房屋建筑。

1780年，法国的一位园艺家强布赖发现：最适宜栽培蘑菇的环境是地下隧道和地洞里。从那时起，巴黎就竞相利用荒废的地洞来栽培蘑菇。人工栽培蘑菇的方法是从法国传播到世界各地的。1865年，人工培植技术再经英国传入美国，并于1870年开始发展成为蘑菇工业。1910年，第一座典型的“标准蘑菇菇房”在美国建成并投入了生产。

我国人工栽培蘑菇较迟，直到1935年才在上海等几个大城市里开始利用马粪进行小面积种植。

目前，全世界蘑菇栽培国有70多个，并且大部分走上了工厂化专业性生产。其中主要蘑菇生产国有美国、法国、英国、荷兰、朝鲜、德意志联邦共和国、意大利、比利时、瑞典、爱尔兰、罗马尼亚、保加利亚等。我国是世界蘑菇国的后起之秀。目前栽培蘑菇机械程度虽然跟不上外国，但成本低、菇质好，出口的蘑菇深受外商欢迎。近年来总产量和菇质量将跃居世界首位。

在蘑菇菌种生产方面，最早是利用生长过蘑菇的堆肥或自然地里的菌丝体，再移接种到新的菌床上，即所谓的“捡种”方法。这种原始的方法持续了200多年。其病害繁多，产量极低。

1894年，法国科学家于康斯坦丁和马特鲁乔特以蘑菇的孢子和组织来培养的“纯菌种”试验，取得了成功。把培养成的纯菌种进一步培养在灭过菌的厩肥上，即现在所说的厩肥菌种或称粪草菌种。从此以后，蘑菇栽培才进入了科学种菇的新阶段。

1932年，美国先顿先生以谷粒种子作为菌种生长基质获得成功。并获美国专利，刊号（1869517）被指定给宾州州立学院。

1956年，吉查恩成功地利用一种耐热塑料膜的袋制方法，申请英国专利刊号是78449。

我国在蘑菇菌种生产技术上较落后。例如已有92年历史的陈旧粪草种，国外沿用约40年就淘汰了，而我国至今仍沿用。谷粒菌种80年代后才在广东、广西、福建、浙江、江苏等省开始应用。

由上海师大生物系杨庆尧副教授等协作研制成功的“蘑

菇液体——颗粒菌种”，已于1986年4月上旬在上海通过鉴定。在此基础上，笔者和杨副教授协作的“以城镇垃圾等为主料的机械化生产合成颗粒菌种”亦获得成功。现已在浙江平阳、瑞安及上海嘉定、宝山等县开始推广，其经济效益显著。

第二节 人工栽培蘑菇种类简介

从19世纪以来，蘑菇无论在数量上或经济价值上，都占众菇类之首，并每年以6~7%的速度增长。目前，世界蘑菇栽培国栽培的种源绝大多数是蘑菇属的双孢蘑菇（变褐蘑菇）。此外，有些国家还栽培少量的双环蘑菇（大肥菇）、大孢蘑菇、耕地蘑菇等。

双孢蘑菇分为三个变种，即白色蘑菇、棕色蘑菇、奶油色蘑菇。其中起源于法国的白色蘑菇，因外形美观，鲜食或加工都较适宜，目前大多数蘑菇栽培国栽培的大都是白色双蘑菇。我国栽培的也是此品系。棕色品系又称棕菇，是美国的代表种，亦称波希美亚种，此种的特点是：菌盖淡褐色，朵型较大，肉厚，比白色蘑菇粗硬，对环境适应性强，易栽培。但因其色泽欠佳，品味差，不适应制罐工业。奶油色品系又称哥伦比亚品系，子实体比白蘑菇大，菌盖粉红色，肥厚但不圆整。国外栽培后两种品系主要用于鲜销和制蘑菇酱之用。

双环蘑菇又称大肥菇，该品系比双孢蘑菇更耐高温，抗病能力更强的四孢蘑菇，60年代后才开始试种。我国福建省70年代开始从国外引进。目前福建、广东、广西、浙江均有

少量试种。该品系的菌丝生长最适宜温度为27—28℃，子实体发育最适宜温度为23—25℃，播种后15—20天出菇。如果不覆土也能出些菇。大肥菇是异宗结合，属中高温型品种。它具有以上的优点外，其菇体肥厚、组织紧密，香味和品味皆好，是为自然气温较高的地区，栽培蘑菇提供了适宜的种源。我国南方地区栽培大肥菇季节宜选在5—10月份，是今后多季节扩大栽培蘑菇生产的途径之一。

名词解释：异宗结合——必须由两个不同性别的菌丝细胞交配才能生育的现象，即自交不孕。

第三节 蘑菇的经济效益和营养价值

种植蘑菇已成为我国栽培省、区致富的主要商品生产项目之一。同时，蘑菇经制罐、脱水、盐渍加工后出口是换取外汇的主要农副产品。据1985年6月20日在西安召开的全国第二次食用菌经验交流会上获悉，世界商品化栽培的食用菌，1981年总产量为127.59万吨，到1984年总产量已达150万吨。其中双孢蘑菇1981年为92.39万吨，1984年已达100万吨。世界各国对双孢蘑菇的栽培都是十分重视的。我国双孢蘑菇的出口量已超过10万吨，占世界蘑菇贸易量的1/3。浙江省蘑菇罐头出口量占食品罐头25%。1986年出口1.7万吨，规划以后每年递增0.2万吨，到“七五”期末出口总数达10.5万吨，创汇11256万美元。

蘑菇肉质鲜嫩，美味可口，不仅是调味佳品，同时其营养亦是各蔬菜类之秀。它享有高蛋白、低脂肪的“健康食

品”之美称。它含有18种氨基酸，其中有人体所必需的氨基酸8种，如高丝氨酸、刀豆氨酸、高胱氨酸等。蘑菇还含有许多核苷酸、维生素和矿物质等。据测定，鲜蘑菇含有的维生素有硫胺素、核黄素、维生素C、烟酸、泛酸和维生素K等6种。每100（克）鲜菇中含量：蛋白质2.9克、脂肪0.2克、碳水化合物66毫克、铁1.3毫克、维生素B₁0.11毫克、维生素B₂0.16毫克、维生素C4毫克、烟酸3.3毫克。它除了食用外，尚可作药用及工业用。蘑菇中含有多量的酪氨酸酶，对降低血压十分有效；此外还含有许多核苷酸，多吃蘑菇能治疗慢性肝炎。利用深层培养蘑菇菌丝体来生产蘑菇蛋白饼干、蘑菇面包、蘑菇糜等工业健康食品，是今后高档食品开发的一项新途径。

练习题：

1. 人工栽培蘑菇起源于哪一国的哪一年？粪草和谷粒菌种是哪一年获得成功的？发明者是谁？
2. 目前世界蘑菇栽培国种植的蘑菇品系有几大类？最普遍的是哪一个品系？为什么说双环蘑菇是今后扩大生产的途径之一？
3. 试述蘑菇的经济和营养价值。

第二章 蘑菇生物学基础知识

第一节 蘑菇分类学地位及形态结构

蘑菇在分类学上隶属于真菌门、担子菌纲、伞菌目、蘑菇科、蘑菇属。蘑菇整个菌体由菌丝体和子实体两大部分组成。从孢子或组织块萌发到母种、原种、栽培种、料内发菌、土层养菌阶段称为菌丝生长阶段，亦称营养生长阶段。从喷打结菇水以后至第二年春菇结束，为子实体生长阶段，亦称生殖生长阶段。

1. 菌丝体：蘑菇菌丝是由一个连一个的管状细胞组成的。菌丝具多细胞、有横隔、有分枝等特点。菌丝粗为1~10微米。按它的发育时间不同可分为初生菌丝（一次菌丝），二、三次菌丝和束状菌丝（或称初生、绒毛、线状、束状菌丝）。由各次菌丝相互联结，构成一个巨大的蛛网状菌丝集体，通称为菌丝体。

（1）初生菌丝：孢子在适宜的环境下，从孢子一端的芽管萌发出一条十分微小、幼嫩的、每个细胞只有一个核的菌丝称为初生菌丝。它依靠孢子中的养分生长，生活史很短。

（2）二次菌丝（双核菌丝、绒毛菌丝）：芽管里萌发出的初生菌丝很快开始分枝和相互交换，使两个单核的细胞原生质聚合，形成每个细胞有两个核的双核菌丝，又称二次菌丝。二次菌丝比初生菌丝粗壮，呈绒毛状，故又称绒毛菌

丝。母种、原种、栽培种阶段的菌丝及料内发菌及土层中养菌前期的菌丝统称“绒毛菌丝”或称“营养菌丝”。此阶段的绒毛菌丝若旺盛，说明管理得当。其中气生型菌丝比匍匐型的菌丝旺盛，色泽亦浓白。

(3) 三次菌丝：三次菌丝也是双核细胞组成，但已进入高度分化的生殖生长阶段。菌丝从绒毛状变粗成为细线状，故又称线状菌丝。土层调水养菌到一定阶段，出现线状菌丝时就该喷打较重的结菇水，促使菌丝扭结然后形成菇蕾，此时就开始进入了生殖生长阶段。三次菌丝在吸收养分扭结成菇的生殖生长过程中起着主要的作用。

(4) 束状菌丝：该菌丝是由绒毛菌丝和线状菌丝老化后形成粗线条状的菌丝。子实体根部和秋菇后期土层中出现的粗菌丝束就是束状菌丝。衰老发黄的束状菌丝过多会影响出菇。土层中白色粗化了的束状菌丝对春菇菌丝更新有作用。

2. 子实体：子实体是食用菌产生有性孢子的果实，由已分化的菌丝体组成。蘑菇子实体是人们食用的部分，它由菌盖、菌褶、菌柄、菌环和孢子组成。(图1)



图1 蘑菇的形态

1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌柄 4. 菌环 5. 孢子