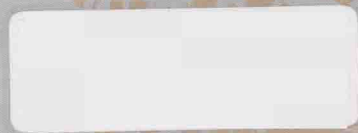

食用菌



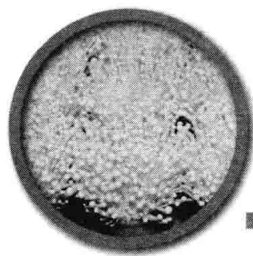
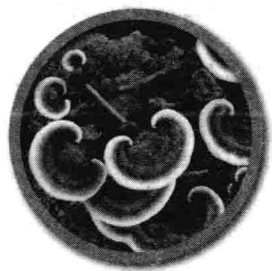
栽培与加工

任 清 李守勉 著



中国农业科学技术出版社

食用菌



栽培与加工

任清 李守勉 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培与加工 / 任清, 李守勉著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5116-1743-9

I. ①食… II. ①任… ②李… III. ①食用菌-蔬菜园艺 ②食用菌-蔬菜加工 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 145315 号

责任编辑 张孝安
责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)
传 真 (010) 82106650
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京昌联印刷有限公司
开 本 850mm × 1 168mm 1/32
印 张 5.25 彩插 4
字 数 150 千字
版 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷
定 价 16.80 元

前言

PREFACE

中国是世界上认识和利用食用菌最早的国家之一，食用菌伴随着中华文明的进步经历了悠久岁月。在我国历代历史文献中，有许多关于食用菌栽培、食用以及养生保健的记载。《吕氏春秋》载有“味之美者，越骆之菌”。苏恭等人著的《唐本草注》中记载：“煮浆粥安诸木上，以草覆之，即生蕈尔”，这是原始的木耳栽培法。李时珍著的《本草纲目》对前人记述的20多种有药用价值菌类的名称考证，对形态、栽培、采集方法和药用功效作了详细论述。

食用菌不仅营养价值丰富，而且大多数食用菌具有提高机体免疫力、降血脂、抗癌和美容护肤等保健养生功效。因此，有史以来，食用菌一直是人类餐桌上的佳肴。此外，食用菌能利用人类不可直接利用为食物的秸秆皮壳生产营养健康食品，栽培可以不占用耕地，具有良好的环保生态效应，特别是随着现代营养学、现代生物技术和现代设施园艺技术的发展，越来越多的食用菌实现了人工栽培，实现了工厂化生产，并且利用不同的食用菌开发出一系列丰富多彩的功能食品，满足不同消费者的需求，延长了产业链，成为了名副其实的食用菌产业。

我国随着改革开放政策的实施，食用菌产业开始了飞速发

展，历经三十年发展，食用菌生产已经遍及全国大江南北，成为我国重要的特色蔬菜和经济作物。成为世界食用菌生产第一大国，全球总产的70%以上。从最初的平菇、香菇、双孢菇、黑木耳、银耳和金针菇，到后来的白灵菇、杏鲍菇、鸡腿菇和灵芝等都受到了市场的青睐。然而，作为从事食用菌方面的科技工作者，认识到我国食用菌从业人员，特别是中小规模的食用菌工厂的技术员、菇农和食用菌加工厂的工程师，由于理论和技术的欠缺，产品质量不稳定，特别是食品安全不能得到有效控制，不能满足市场对食品安全要求的需要。






为满足从事食用菌产业的技术员和菇农的需求，北京工商大学和河北农业大学的科技工作者在从事食用菌科研和生产实践的基础上编写此书，既有理论介绍，又有科研和生产实践经验的总结。本书介绍了平菇、金针菇、香菇、双孢菇、鸡腿菇、灵芝、黑木耳、银耳、杏鲍菇和白灵菇共10种常见食用菌，每一章讲述1种，从食用菌的生物学特性、栽培技术、营养保健与加工三方面详细论述，第十一章主要介绍了食用菌的保鲜和贮藏技术，本书由任清和李守勉著。此外，崔闯和季超参与了文献查阅和前期资料的整理工作。

本书适用于从事食用菌生产加工和产品研制等行业的专业技术人员使用，也可作为食用菌产品消费者的参考书。

由于食用菌生产和加工技术在不断发展，书中所讲内容可能仍然有进一步改进和提升的空间，恳请广大从事食用菌生产加工和产品开发的朋友提出宝贵研究，为我国的食用菌产业贡献更大的力量。

作者

2014年7月25日

| | |
|---|----|
| 第一章 平菇  | |
| 第一节 平菇的生物学特性····· | 1 |
| 第二节 平菇栽培技术····· | 4 |
| 第三节 平菇营养保健与加工····· | 18 |
| 第二章 金针菇  | |
| 第一节 金针菇生物学特性····· | 21 |
| 第二节 金针菇栽培技术····· | 24 |
| 第三节 金针菇营养保健与加工····· | 38 |
| 第三章 香菇  | |
| 第一节 香菇生物学特性····· | 46 |
| 第二节 香菇栽培技术····· | 50 |
| 第三节 香菇营养保健与加工····· | 61 |
| 第四章 双孢菇  | |
| 第一节 双孢菇生物学特性····· | 67 |
| 第二节 双孢菇栽培技术····· | 69 |
| 第三节 双孢菇营养保健与加工····· | 76 |
| 第五章 鸡腿菇  | |
| 第一节 鸡腿菇生物学特性····· | 79 |
| 第二节 鸡腿菇栽培技术····· | 81 |

| | | |
|------|--|-----|
| 第三节 | 鸡腿菇营养保健与加工 | 87 |
| 第六章 | 灵芝  | |
| 第一节 | 灵芝生物学特性 | 89 |
| 第二节 | 灵芝栽培技术 | 93 |
| 第三节 | 灵芝营养保健与加工 | 98 |
| 第七章 | 黑木耳  | |
| 第一节 | 黑木耳生物学特性 | 103 |
| 第二节 | 黑木耳栽培技术 | 105 |
| 第三节 | 黑木耳营养保健与加工 | 110 |
| 第八章 | 银耳  | |
| 第一节 | 银耳生物学特性 | 116 |
| 第二节 | 银耳栽培技术 | 118 |
| 第三节 | 银耳营养保健与加工 | 122 |
| 第九章 | 杏鲍菇  | |
| 第一节 | 杏鲍菇生物学特性 | 127 |
| 第二节 | 杏鲍菇栽培技术 | 130 |
| 第三节 | 杏鲍菇营养保健与加工 | 139 |
| 第十章 | 白灵菇  | |
| 第一节 | 白灵菇生物学特性 | 141 |
| 第二节 | 白灵菇栽培技术 | 143 |
| 第三节 | 白灵菇营养保健与加工 | 149 |
| 第十一章 | 食用菌贮藏与加工  | |
| 第一节 | 食用菌保鲜贮藏技术 | 153 |
| 第二节 | 食用菌加工技术 | 156 |
| 参考文献 | | 160 |

第一章 平 菇

第一节 平菇生物学特性

一、平菇的生物学分类

平菇 (*Pleurotus streatus*), 又名白平菇, 在生物分类学中隶属于真菌门、担子菌纲、伞菌目、侧耳科、侧耳属, 是一种常见的灰色食用菇。目前, 发现的食用侧耳已有 30 多种, 广泛栽培的品种就有紫孢侧耳 (美味侧耳)、佛罗里达侧耳 (华丽侧耳)、漏斗状侧耳 (凤尾菇)、金顶侧耳 (榆黄蘑)、鲍鱼侧耳 (鲍鱼菇) 和糙皮侧耳平菇等。而平菇的栽培最为普遍, 产量最大, 几乎遍及全国各地。

二、形态特征

平菇从形态上由营养器官——菌丝体和繁殖体器官——子实体两个部分构成。

平菇的菌丝由孢子萌发发育而成, 初为单核菌丝, 单核菌丝

要的条件，才能正常生长，获得优质高产。

平菇生长发育需要合适的营养、温度、湿度、空气、光线和酸碱度。应采取措施，创造适宜其生长发育的条件，以获得高产优质。

(1) 营养 营养是平菇生长发育的物质基础。在人工栽培条件下，栽培料极其广泛，一般农副产品的秸秆、皮壳均可栽培平菇，如棉籽壳、玉米芯、稻草、麦秸、甘蔗渣、花生皮等。但要获得优质高产，有的栽培料需添加一定量的辅料，如麸皮、饼粉、玉米面、尿素、磷肥等，可显著提高产量和质量。

(2) 温度 温度是平菇生长发育的重要条件，菌丝在3~35℃可生长，适宜的温度为24~27℃；3℃以下或35℃以上，菌丝生长极其缓慢，40℃以上菌丝停止生长，甚至死亡。平菇菌丝耐寒力极强，在相对干燥的情况下，可短时间忍耐-30℃低温；子实体形成与生长的温度范围是5~25℃，适宜的温度为10~18℃，昼夜温差或人工变温处理可促使子实体的形成与生长。在一定范围内，温差越大，子实体分化越快。近年来，平菇品种繁多，各品种对温度的要求也有差异，高温型平菇对温度的要求较高，而广温型品种对温度的要求就不太严格。

(3) 湿度 湿度也是平菇生长发育的重要条件，包括培养料的含水量和空气相对湿度。菌丝体生长阶段，培养料的含水量要求60%左右，空气相对湿度要求在70%以下，过低过高均影响菌丝生长；子实体生长阶段，培养料的含水量要求65%~70%，出菇室空气相对湿度要求在85%~95%，空气湿度低于70%时，子实体生长缓慢，甚至出现畸形，当空气湿度高于95%时，子实体易变色腐烂或引起其他病害。

(4) 空气 主要指氧气和二氧化碳对平菇生长发育的影响。平

菇属好气性真菌，生长过程中需要充足的氧气和低浓度的二氧化碳。一般情况下，空气中的氧气含量能满足平菇生长发育的需要，但由于平菇生长过程中不断吸收氧气和放出二氧化碳，使空气中氧的含量降低，二氧化碳浓度增加，影响其生长发育。菌丝体生长阶段表现出耐受二氧化碳的能力较强，而子实体生长阶段需充足的氧气和低浓度的二氧化碳，子实体才能正常形成和生长，必须保证出菇室空气新鲜，否则子实体不能正常形成或长成畸形菇。

(5) 光线 光线对平菇的生长发育也有一定的影响。菌丝生长阶段几乎不需要光线，弱光和黑暗条件下均生长良好，光线强抑制菌丝的生长；但子实体阶段需要较强的散射光，在完全黑暗条件下不能形成子实体，一般能看书看报的光线即可，较强的直射光对菌丝体和子实体的生长有害。

(6) 酸碱度 平菇菌丝在 pH 值在 3~7 时能正常生长，适宜的 pH 值为 5.5~6.5。在平菇生长发育过程中，培养料 pH 值逐渐下降（即变酸），因此为了使平菇能更好地生长和抑制杂菌的发生，在配制培养料时，应适当提高 pH 值，使其偏碱性为好。平菇菌丝耐碱性较强，为了抑制杂菌的发生，在配制培养料时，应适当提高 pH 值，使其偏碱性为好，一般用石灰水来调节 pH 值。

第二节 平菇栽培技术

一、栽培季节与场地

1. 栽培季节

栽培季节与栽培成功率和经济效益直接相关，不同的平菇品

种对温度条件的要求也有差异，应根据各品种的特性和当地的气候条件安排栽培季节。华北地区按自然气候条件，可在春秋栽培，冬季采取人工加温或利用太阳光的辐射热升温，也可栽培，而且冬季栽培成功率高，产量高、销售价也高，可获得较好的经济效益。夏季由于气温太高，不适合栽培平菇。由于近年来培育出了高温型平菇品种，夏季也可少量栽培，可利用温度较低场所如地下室、防空洞、山洞等栽培，但由于夏季是蔬菜供应旺季，平菇销售价格偏低，经济效益不高，因此不提倡夏季栽培。

以河北省为例，栽培平菇季节安排如下：每年7月中旬开始制母种，8月上旬开始制原种，8月下旬开始制栽培种，9月中旬开始接种栽培。河北省以南地区应适当延后，河北省以北地区可适当提前。之后可随时制种和栽培，最后一批接种应在11月下旬至12月上旬结束。

2. 栽培场地

平菇对于栽培场地要求不严，平菇栽培场地要求地势平坦，通风良好，远离牲畜和家禽棚舍，又靠近水源。栽培场地分室内和室外两种类型，栽培时应根据需求和条件选择。一般能保温保湿的场所均可栽培平菇，如现有的闲散房屋，各种日光温室、塑料大棚、地下室、防空设施、山洞等场所也可利用。

(1) 室内场地 利用现有的闲散房屋如厂房、库房、民房等均可栽培平菇，但应进行必要的改造。宜选用北房，室内最好有顶棚，地面为水泥或砖，南北要有对称窗，靠近地面要有南北对称的通风口，四壁用白灰或涂料抹光，以便于消毒灭菌。利用现有的地下室、防空设施、山洞等场所也可栽培平菇，但这些场所一般光线和通风条件较差，栽培时应增加光线，如每1.5平方米



可安装 60 瓦灯泡一只。栽培量不宜过大，要加强通风，必要时可采取强制通风，如在通风口安排风扇。春秋适温季节适合室内栽培，如果冬季采用室内栽培，应有加温设施。

(2) 室外场地 室外场地多种多样，应根据条件和季节采用不同方式。地面阳畦或塑料棚受外界环境条件影响较大，易升温和降温，便于通风换气，但保温效果差，适合春、秋适温季节栽培。半地下阳畦或塑料棚能充分利用太阳光辐射热升温，且保温保湿性能好，受外界环境条件影响小，适合早春、晚秋和冬季栽培。建造时，宜选择背风向阳地势高燥的地方，东西向长 10~15 米、宽 4~5 米，下挖 0.5~1 米深，用挖出的土将北框加高 1~1.5 米，南框加高 0.5 米，畦框厚度不限，东西两框自然倾斜并留门。地面上南北两框留对称通风口，每隔 2~3 米设一个通风口，每个通风口高 30~40 厘米、宽 20~30 厘米，东西两侧门的大小根据需要而定。畦内北侧两端或一端要修建拔风筒，拔风筒下口与畦内地面相通，地面以上拔风筒高 1.5~2 米，拔风筒越高拔风效果越好。畦面横架竹竿或木棍，畦内立若干个较粗的竹竿，以使顶棚更加牢固。棚顶覆盖塑料薄膜和草帘。这种半地下阳畦，河北以南地区冬季不用生火加温就能栽培平菇，深受广大菇农的欢迎。

二、品种选择

(1) 平菇 2019 子实体柄短肉厚，深灰色，耐水，韧性好，不易破碎，高产。

(2) 平菇 1500 子实体深灰色，柄短肉厚，高产。

(3) 灰平菇 子实体深灰色，柄短肉厚，韧性好，高产。

(4) 平菇 142 子实体灰白色，菇形圆整，柄短，高产。

(5) 杂 24 子实体灰白色，柄短，个体多，出菇早。

(6) 白平菇 子实体纯白色，柄短，韧性好，出菇晚，较耐高温。

(7) T-平菇 子实体深灰色，个体多，出菇早，耐高温，30℃能正常出菇。

三、培养料的选择与配方

1. 栽培料的选择与配方

栽培料是平菇生长发育的物质基础，其营养水平直接影响产量与品质。根据平菇对营养的要求，多种农作物的秸秆、皮壳均可栽培平菇，棉籽壳栽培平菇产量高，是栽培的首选原料。近年来棉籽壳供应日趋紧张，且价格上升，也可选择其他培养料。如北方玉米产区，玉米芯作为主要原料日益受到菇农的重视。一些地区使用稻草、花生壳等作为栽培原料，也取得了较好的效果。可常用的配方有以下几种。

(1) 配方 棉籽壳 96%、过磷酸钙 1%、草木灰 1%、石膏粉 1%、尿素 0.3%~0.5%。

(2) 配方 棉籽壳 94%、麸皮 5%、石膏粉 1%、多菌灵 (50%) 0.1%。

(3) 配方 玉米芯 (粉碎成黄豆粒大小) 93%、棉籽饼粉 4%、过磷酸钙 1%、石灰 1%、石膏 1%。

(4) 配方 麦秸或稻草 92%、棉籽饼粉 5%、过磷酸钙 1%、石灰 1%、石膏粉 1%、尿素 0.3%~0.5%。

(5) 配方 玉米芯或花生壳 87%、麸皮 10%、过磷酸钙



1%、石膏粉 1%、石灰 1%、尿素 0.3%~0.5%。

(6) 配方 棉籽壳 90%、麸皮 5%、豆饼粉 1%、磷肥 1%、石膏粉 1%、石灰 1%、尿素 0.2%。

(7) 配方 稻草 92%、棉籽饼 5%、过磷酸钙 1%、草木灰 1%、石膏 1%、尿素 0.3%~0.5%。

(8) 配方 酒糟 77%、木屑 10%、麸皮或米糠 10%、过磷酸钙 1%、石灰 1%、石膏粉 1%。

2. 栽培料的配制与发酵

根据当地自然资源和自己的实际情况选择栽培料。栽培料应新鲜、无霉烂无变质，先在晴天太阳光下暴晒 2~3 天，然后按配方比例称取各物质，按料水比 1:1.3~1:1.5 加水拌料，充分搅拌均匀，堆闷 2 小时后即可使用。拌料时应注意以下几点：

(1) 含水量要准确 拌料可在水泥地面上，以防止水分流失。手握拌好的栽培料，指缝间有水滴滴下，说明含水量适宜。

(2) 拌料要均匀 含量较少的物质，如糖、石膏、尿素、过磷酸钙、石灰等应先溶于水，然后再拌料。

(3) 处理麦秸和稻草 麦秸和稻草先压扁铡碎成 2~3 厘米的小段，用 pH 值 9~10 的石灰水浸泡 24 小时，捞出沥干，再加入其他辅料，充分拌匀。

(4) 处理玉米芯 玉米芯应先粉碎成黄豆粒大小的颗粒，拌料时按料水比 1:1.8~2 加水拌料。

(5) 酒糟应先充分晒干 晒干过程中要经常翻动，以利于酒糟气味挥发，晒干后再加水拌料。

实践证明，培养料堆积发酵可改善其物理性状，提高营养水平和消灭部分杂菌与害虫，提高栽培的成功率和产量。栽培料堆

积发酵的方法：先将栽培料按料水比 1:1.8~2 加入 pH 值 9~10 的石灰水拌料，充分搅拌均匀，使含水量达 65%~70%。然后选择向阳、地势高燥的地方，按每平方米堆料 50 千克堆积发酵，栽培料数量少时堆成圆形堆，有利于升温发酵；如果数量大可堆成长条形堆，麦秸和稻草因有弹性应压实，其他栽培料应根据情况压实，然后用直径 2~3 厘米的木棍每隔 0.5 米距离打一个孔洞至底部，以利通气，也可于铺料时在底部放 2 根竹竿，上面两侧打孔时与底部竹竿交叉，堆好后抽出底部竹竿。之后覆盖塑料薄膜保温保湿，使之发酵，经 1~3 天料温升至 50~60℃（不宜超过 70℃）时，经 24 小时翻堆 1 次，翻堆时要将外层料翻入内层，再按原法堆好，当温度再次升至 50~60℃时，再经 24 小时发酵。发酵过程中，如果温度达不到 50℃以上，应延长发酵时间。发酵后期为防止蝇蛆可喷敌敌畏 500~600 倍液，为防止杂菌发生，也可拌入 0.1% 的多菌灵或 0.2%~0.5% 的甲基托布津。

栽培料在堆积发酵过程中要损失水分，pH 值也会下降，所以发酵之后应重新调整栽培料的含水量和 pH 值，含水量调整为 60% 左右，pH 值 8 左右。

3. 培养料装袋与接种

(1) 塑料袋规格与装料量 栽培平菇应选择适当大小的栽培袋，塑料袋大小与栽培季节有关，气温低宜用长而宽、气温高宜用窄而短的塑料袋。一般选择宽 22~24 厘米，长 40~45 厘米的塑料袋。每袋装干料 0.8~1.2 千克，栽培袋过大将延长栽培周期，且生物效率偏低。

(2) 栽培种选择处理与接种量 严格选择栽培种，检查菌种有无杂菌，菌丝生长是否正常，有无特殊的色素分泌，不正常的



要淘汰，要求菌丝生长旺盛，尤其菌龄不可过长。瓶装栽培种可用镊子从瓶中掏出；袋装栽培种，可用刀将袋划开，取出菌棒，将菌种放在清洁大盆中，用手掰成1~2厘米的小块，切不可求快用手搓碎，更不能捣碎菌种，否则将损伤菌丝，甚至使菌丝受伤或死亡。掏取菌种应在室内或室外背阴处进行，要求环境清洁、无尘，喷洒消毒药液，操作者更应搞好个人卫生，手要严格消毒，不断用75%的酒精棉球擦手。

接种量对菌丝生长及防止杂菌有重要的影响。接种量大，菌丝生长快，可抑制杂菌的发生，提高栽培的成功率，但栽培成本相应提高；菌种量小，虽然可降低栽培成本，但菌丝生长慢，增加了杂菌污染的机会，有的还可能导致栽培的失败。一般菌种量为6%~10%，即每百千克料用菌种6~10千克，初次栽培者可适当加大菌种量，以保证栽培成功。

(3) 装袋与接种 接种一般采用3层菌种2层料的方式，即袋的两端和中间各放一层菌种，其他为栽培料。先将塑料筒一端用塑料绳扎死或两个对角直接扎上，在袋的另一端首先装入一层菌种，再装料，边装边压实，用力要均匀，当装至袋的1/2处时，再装入一层菌种，接着再装料，装到距袋口8~10厘米时，再装一层菌种，稍压后封口。装袋时应注意以下几点：一是装袋时应不断搅拌培养料，使其含水量均匀一致，防止水分流失；二是特别注意袋内料的松紧度，装料不可过紧，否则通气不良，菌丝生长受影响，但也不可过松，否则菌丝生长疏松无力，影响产量；三是当天掰好的菌种应当天用完，不可过夜。

4. 菌丝体生长阶段管理

此阶段是决定栽培成功率和能否获得高产的关键时期，管理