



新编香菇 优质高产栽培技术

潘崇环 编著

中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

新编香菇优质高产栽培技术/潘崇环编著. - 北京:
中国农业出版社, 1998.3 (1999.10 重印)

ISBN 7-109-04745-8

I. 新… II. 潘… III. 香菇-蔬菜园艺 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 42171 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 孟令洋

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行
1998 年 3 月第 1 版 1999 年 10 月北京第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 4 875

字数: 101 千字 印数: 10 001~20 000 册

定价: 6.10 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

我国栽培香菇历史悠久，经验丰富。干制的产品，历来是我国一项重要的出口物资，在国际市场上享有较高的声誉。近年来，随着国外掀起一个食用新鲜香菇的热潮，经低温保鲜的鲜菇，直接船运或空运至国外市场，更是一项深受消费者欢迎的纯天然食品。香菇营养丰富，味道鲜美，香气独特，又具有一定药效成分，既是膳食中的佳肴，又是治病和保健的良药。随着人民生活水平的不断提高，国内外市场对香菇的需要量必然日益增多。因此，大力发展香菇生产，不仅可以满足国内外市场对香菇的需要，而且有利于农村脱贫致富，繁荣经济。

随着科技进步和市场经济的发展，香菇栽培、保鲜和干制的技术，也在不断改进和革新。通过选育优良菌种（株），采用适宜的栽培方式，认真防治病虫害，提高栽培、保鲜和干制的技术水平和管理水平，加强和完善产、供、销一体化的经营体系等有效措施，使近几年香菇的产量和

质量大幅度提高。目前，香菇生产已成为各地一种出口创汇的新兴产业。

近几年来，香菇生产迅速发展的另一个原因，是各地根据各自的自然地理、气候优势或资源优势，因地制宜地采用多样化的栽培方式。如在高海拔山区，利用气温低，空气干燥，温湿差大等自然条件，在冬、春季发展花菇栽培，在夏季进行反季节栽培；在森林资源丰富的地区，则以段木栽培为主，做到物尽其用；在林木资源缺少的地区，则大力发展代料袋栽，包括脱袋覆土栽培及菌砖栽培等。在代料袋栽中，又因地制宜地选用各种原辅材料，如种茶树的茶区，利用老茶树台割更新的茶枝；种桑树的地区，利用修剪更新的桑枝；种黑荆树的地区，利用供制栲胶剥皮后的木材，经切片、粉碎，作为袋栽的主要原料，其效果不亚于或接近于壳斗科的木屑，这不仅可以综合利用各种农副产品，达到变废为宝或一物多用的目的，而且拓宽了原料的来源，扩大香菇栽培范围。

为了总结和推广各地在生产实践中所探索出的先进技术和先进经验，笔者在收集和学习有关参考资料的基础上，结合教学和科研，曾先后到花菇栽培的主要基地福建寿宁、反季节栽培的主要基地福建屏

南和保鲜冷藏的主要基地之一福建罗源等进行实地调查，编写了《新编香菇优质高产栽培技术》这一通俗读物，企能在发展香菇生产上提供一些有益的参考。但由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1996年3月

目 录

前言

香菇栽培技术

一、香菇的生物学特性	1
(一) 香菇的形态	1
(二) 香菇的生活史	2
(三) 香菇所需的生活条件	5
二、段木栽培	12
(一) 菇场的选择和清理	13
(二) 选用适生的树种和段木准备	14
(三) 选用优良的菌种(株)和菌种制备	19
(四) 人工接种	23
(五) 发菌期管理	26
(六) 出菇前后管理	28
(七) 老菇木的管理	32
三、室外菇房(荫棚、地沟)代料袋栽	32
(一) 室外菇房的设置	33
(二) 选用优良菌种(株)	34
(三) 确定适宜的栽培季节	38
(四) 代料袋栽培培养基的配制	38
(五) 提高接种成品率的方法	41
(六) 脱袋前发菌期的管理	45
(七) 脱袋至转色期间管理	45

(八) 出菇期的管理	49
(九) 室外袋栽栽培方式的改进(脱袋覆土栽培)	50
四、高海拔地区反季节栽培	52
(一) 反季节栽培的优越性	53
(二) 反季节栽培制袋接种的季节	54
(三) 反季节栽培适宜的优良菌种(株)	55
(四) 反季节栽培菇棚设置的要求	56
(五) 发菌期的管理	57
(六) 脱袋至转色期的管理	58
(七) 出菇期的管理	59

花 菇 栽 培 技 术

五、花菇栽培	60
(一) 花菇形成的原因	60
(二) 花菇形成的环境条件	62
(三) 花菇栽培场所的选择和菇棚(室)的设置	64
(四) 花菇栽培制袋接种及菌株的选择	67
(五) 袋栽花菇出菇前后的管理	68
(六) 段木栽培促进形成花菇的管理要点	70
六、菌砖栽培及液体发酵工艺	71
(一) 菌砖栽培	71
(二) 液体发酵工艺	75
七、病虫害防治	79
(一) 段木栽培常见的病害	80
(二) 代料袋栽常见的病害	92
(三) 子实体生长期的虫害	103
(四) 干菇贮藏期的虫害	115
八、保鲜	123
(一) 鲜菇采收	124

(二) 鲜菇在低温流通前的预处理	125
(三) 预冷及冷藏保鲜	127
(四) 包装技术	129
(五) 产品低温运输	131
九、干制	132
(一) 干制的目的和原理	133
(二) 褐变的原因及其控制	134
(三) 干制的主要工艺	136
(四) 干制主机及类型	138
(五) 干制的实际操作	141
(六) 干制品的贮藏	143



一、香菇的生物学特性

香菇又名香蕈、冬菇，学名 *Lentinus edodes* (Berk.) Sing.。在分类学上属担子菌亚门，层菌纲，伞菌目，白蘑科，香菇属。

(一) 香菇的形态

香菇由菌丝体和子实体两部分组成。菌丝体白色，绒毛状，有横隔和分枝，细胞壁薄，粗2~4微米，有锁状联合。

子实体由菌盖、菌褶和菌柄三部分组成。菌盖圆形或肾形，直径5~10厘米（大的可达10厘米以上），表面淡褐色或黑褐色，被有同色或黄白色的鳞片（易脱落），有时有龟裂（形成花菇的）；幼时盖缘与菌柄间有淡褐色绵毛状的内菌幕，菌盖伸展后，部分菌幕残留在盖缘；盖缘初时内卷，后平展；菌肉白色，肥厚，质韧，柔软。菌褶弯生，自菌柄向四周放射排列，初时白色，受伤后产生斑点，生长后期变成红褐色；褶片表面被以子实层，子实层上有许多担子和囊状体，每个担子顶端有4个担子梗，并在其上着生4个极性不同的担孢子（分别为AB、Ab、aB、ab四种类型），担孢子白色，光滑，椭圆形，4.5~5微米×2~2.5微米。菌柄中生或偏生，坚韧，中实，纤维质，长3~10厘米，粗

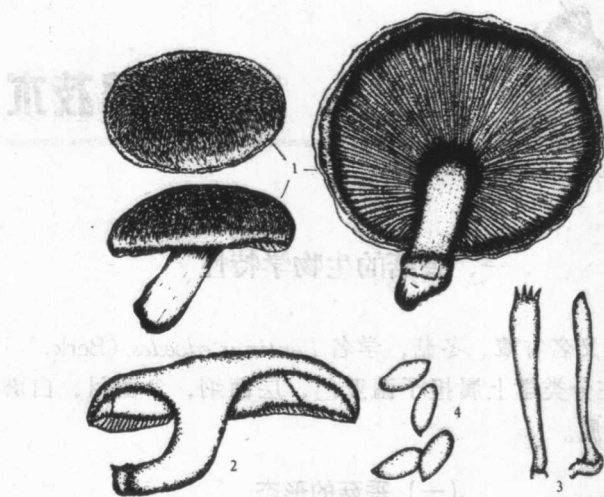


图1 香菇子实体形态

1. 子实体外形 2. 子实体剖面 3. 担子和囊状体 4. 担孢子

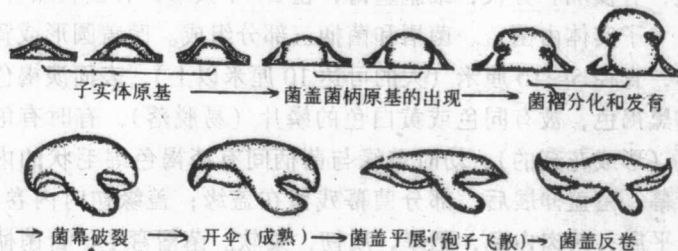


图2 香菇子实体分化程序纵切面

0.5~1厘米。子实体形态及分化发育程序如图1、图2所示。

(二) 香菇的生活史

香菇的生活史是从孢子萌发，经过菌丝体的生长和子实

体的发育，到产生新一代的孢子而告终，这就是香菇的一个世代。其过程可分为以下几个阶段。

1. 担孢子萌发形成单核菌丝体（初生菌丝体），单核菌丝体由于所有的核都是由孢子内的核发育而来的，遗传型都相同，所以也叫同核菌丝体，简称同核体。

2. 单核菌丝体开始发育，但历时很短，很快进入双核菌丝体阶段。

3. 由两条可亲和的（可以互相交配的）单核菌丝的细胞质互相融合一起（这过程叫质配）形成双核菌丝体（次生菌丝体），由于菌丝每个细胞内含有两个（或两个以上）遗传型不同的核，所以又称双核异核菌丝体，简称双核异核体。

4. 双核菌丝体比单核菌丝体生长强壮、迅速，占据整个生活史中的大部分时间。其横隔膜处，通常有锁状联合，可以独立地、无限地进行繁殖（图3）。

5. 双核菌丝发育到一定生理阶段，在适宜的条件下，互相纽结，形成子实体原基，并不断分化成完整的子实体，这种具有一定结构和组织分化的双核菌丝体叫三生菌丝体或结

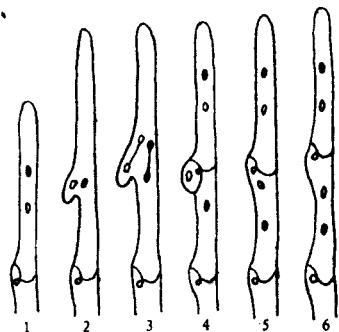


图3 双核菌丝形成锁状联合过程示意图

1. 一个双核细胞的菌丝
2. 两核之间形成突起，一核迁移到突起的先端
3. 两核同时分裂，一核斜向分裂，一核沿细胞长轴分裂
4. 突起先端与菌丝细胞融合，两个子核在菌丝顶部
- 5、6. 于锁状联合发源处基部形成隔膜，把一个双核细胞分成二个双核细胞

实性的次生菌丝体。

6. 发育成熟的子实体，在菌褶两侧的子实层中，部分双核菌丝细胞末端发育成棍棒状的担子，进入有性生殖阶段。

7. 在担子中，两个单倍核互相融合（这过程叫核配），成为一个双倍核（ $n+n \rightarrow 2n$ ）。

8. 双倍核随即进行减数分裂（两次连续分裂，其中一次染色体数目减少一半），双方的遗传物质进行重组和分离，形成4个单倍体核，每个单倍体核通过担子顶端向外伸出的4个小突起——担子梗，并分别移进4个担孢子原基（小梗顶端），这过程叫核移动，即成为4个担孢子。

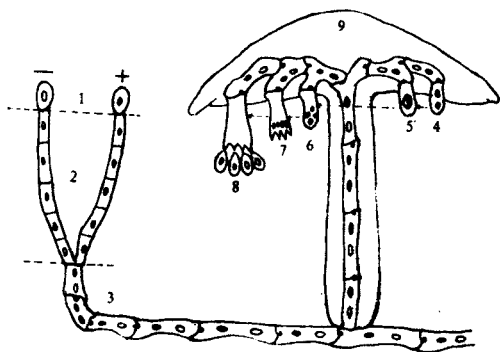


图4 香菇的生活史

1. 孢子 2. 单核菌丝 3. 双核菌丝 4. 幼小担子
 5. 核配 6. 减数分裂 7. 单倍核进入担子小梗
 8. 着生孢子的担子 9. 子实体
- (仿藤沼智忠)

9. 成熟的担孢子，借各种动力弹射出去。释放出的担

孢子在适宜的环境条件下萌发，进入新的生活周期。从担子的形成到担孢子释放的过程如图4所示。

香菇整个世代所需的时间，因营养和环境条件不同而异，在自然条件下，完成一个世代通常要1~2年，而在人工栽培的条件下，只需4个月至1年，甚至更短的时间。

(三) 香菇所需的生活条件

香菇所需要的生活条件，主要是营养、温度、湿度、光照、空气和酸碱度等。

1. 营养 香菇是一种木腐菌，腐生在木材上，从中吸收所需要的营养物质——碳水化合物（碳源）、含N化合物（氮源）、矿物质和维生素。

(1) 碳源 木材以及代料栽培的主要原料木屑、棉籽壳、甘蔗渣、玉米秆等，其主要成分是纤维素、半纤维素、木质素、果胶物质等。在阔叶树的木材中，纤维素含量占40%~50%，半纤维素占10%~30%，木质素占20%~30%，碳源相当丰富。但香菇菌丝不能直接吸收利用这些复杂的大分子有机物质，必须通过自身所分泌的胞外酶，将其分解为简单的小分子有机物（如单糖类）才能吸收利用。

(2) 氮源 香菇除需要大量的碳水化合物外，还需要一定的含氮化合物，以作为合成菌丝细胞内蛋白质和核酸的原料。香菇所需的氮源有有机氮和无机氮，包括蛋白胨、氨基酸、尿素、铵态氮等。在有机氮中，能利用天门冬氨酸、天门冬酰胺、谷氨酸、谷酰胺；不能利用组氨酸、赖氨酸。在无机氮中，以铵态氮利用最好，不能利用硝态氮和亚硝态

氮。

在木材中，氮的含量很少，只有 0.03%~0.1%，而且分布不均，其中形成层含氮量最高，边材其次，心材最少，心材中的碳氮比 (C/N) 往往大于 1000:1。所以菌丝在形成层以及边材部分生长良好，而在心材部分生长就差。在段木栽培中，适于香菇子实体发生的 C/N 为 260~600:1。在代料栽培中，常添加米糠、麸皮、尿素等作为有机氮的来源，但如果氮源浓度过高，营养生长过于旺盛，对子实体的发生有一定抑制作用。因此，在木屑培养基中适宜的 C/N 为 25:1。

(3) 矿物质和维生素 段木栽培的，香菇菌丝可以从木材中得到所需要的矿物质和维生素。代料栽培的，可以通过添加一些无机盐如磷酸二氢钾、硫酸镁、石膏以及维生素 B₁、维生素 B₂ 等，使香菇菌丝从这些无机盐中吸收到所需要的磷、钾、钙、硫、镁等矿质元素及维生素等。

2. 温度

(1) 温度对孢子萌发的影响 在潮湿状态下，香菇孢子在 15~32℃ 范围内，均能萌发成菌丝，而以 22~26℃ 最适宜。在 16℃ 下经 24 小时，在 24℃ 下经 6 小时就开始萌发，在不同温度下，香菇孢子萌发的形态如图 5 所示。孢子萌发对温度适应的特点是较耐低温，而抗高温的能力弱。在 45℃ 下经 1 小时，其萌发率仅 1%~5%；而在 0℃ 下经 24 小时，萌发率仍达 50%~60%。

(2) 温度对菌丝生长的影响 菌丝生长的温度范围较广，在 5~34℃ 均能生长，而以 22~26℃ 为最适。菌丝比较耐低温，在 -8℃ 的条件下，经一个月也不会死亡，在菇木内能耐 -20℃ 而不致死亡。但不耐高温，因为高温会使酶失

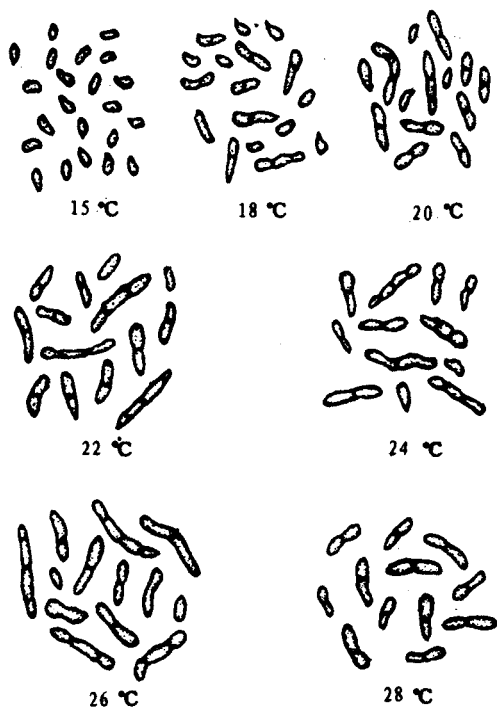


图5 香菇孢子萌发和温度的关系
(仿广江勇)

去活性，各种生理活动不能正常进行。在 32°C 以上，菌丝生长不良，在 40°C 下经 2 小时，在 45°C 下只须 45 分钟就死亡。在段木栽培中，接种后的菇木，特别强调不宜置于烈日下暴晒，就是防止因暴晒达到菌丝致死的温度，而降低接种的成活率。

(3) 温度对原基分化和子实体发育的影响 香菇是低

温、变温结实性的菌类。香菇的原基是菌丝体在 10~25℃（多数品种在 15~25℃）时，纽结成无结构的菌丝团块。它必需有最适低温条件的刺激，才能分化成菇蕾。

刺激原基发育成菇蕾的温度，又随栽培品种而不同，按日本古川文产（1985）的划分，在 10℃ 以下刺激原基形成菇蕾的属低温型品种；在 10~20℃ 之间的属中温型品种；在 20℃ 以上的属高温型品种。

子实体的发生要求较低的温度，一般在 5~25℃ 之间都可以发生，而以 15℃ 左右最适宜。香菇又是变温结实性菌类，已形成的原基，在恒温条件下难以发育成子实体，只有在变温条件下，才能形成良好的子实体。大多数品种在最高温度 15~18℃，昼夜温差在 8~12℃ 的条件下，子实体发生多而整齐，质量好。如果栽培环境的温度保持在 8~10℃（不低于 8℃，也不高于 20℃），则有利于花菇的形成，花菇在香菇中品质最优，商品价值最高。在子实体发育期，如温度在 20℃ 以上，则大多数品种生长迅速，很快开伞，肉薄，柄长，质量差。

3. 水分（湿度） 香菇所需要的水分，绝大部分来自段木和培养基，少部分来自空气湿度。

（1）菌丝体生长阶段对水分的要求 段木栽培的，对段木含水量的要求，一般在 38%~42% 为最适宜。含水量少，在 20%~15% 以下时，则菌丝停止生长。但如水分过多，易生霉菌，菇木容易腐烂，菌丝也生长不良。在生产实践中，一般是掌握宁干勿湿的原则，即在菌丝体生长阶段，菇木的含水量控制六干四湿，即偏干些为好，这种干湿度有利菌丝体旺盛生长。

代料栽培的，对培养基含水量的要求，一般在 60% 左

右。由于香菇菌丝对培养基水分较多反应敏感，湿度稍大，菌丝就生长不良，所以在实践中，配制培养基的含水量应略低于60%。栽培方式不同，对培养基含水量的要求也不一样。一般开放式栽培的，培养基的含水量要高于半开放式和封闭式栽培的（如不脱菌袋栽培等）。菌丝体生长期，空气相对湿度以70%左右为宜。但在接种到成活阶段，则要求有较高的空气相对湿度，以保持在70%~80%为宜，有利于提高菌种的成活率。

(2) 子实体分化和发育阶段对水分的要求 香菇在原基分化和子实体发育阶段需要较多的水分，段木和代料栽培的培养基其含水量以60%左右为最适宜。在出菇阶段菇木的含水量应控制六成湿四成干，即偏湿些为好，这样的湿度条件有利于子实体大量发生。空气相对湿度以85%~90%为宜。如长期低于60%，则子实体会向体外蒸发水分，生长缓慢，干枯，重量减轻，甚至停止生长发育；如长期高于90%以上，则容易引起病菌特别是霉菌的滋生和蔓延，也会影响营养物质从菌丝体向子实体运输，使子实体发育不良。

在子实体分化和发育阶段，对段木和培养基含水量的科学调控，是通过合理喷水，菇木（菌筒）浸水，以及当营养生长转入生殖生长时，提高培养室或栽培场所的空气相对湿度（保持85%~90%）等措施来满足子实体分化和发育对水分的要求。

香菇在子实体发育阶段还需要一定湿差的条件，即干干湿湿，干湿交替，有利出菇。如菇木经受一段时间干燥后，再进行适量的喷水，可以促进多出菇，出好菇。

4. 光照 香菇在生长发育过程中对光的需要和适应有以下特点。