

食用菌类

农村致富金钥匙丛书

# 香菇高产栽培技术

陶玉良 苏 延 编著



辽宁科学技术出版社

农村致富金钥匙丛书·食用菌类

# 香菇高产栽培技术

陶玉良 苏 延 编著

辽宁科学技术出版社

· 沈 阳 ·

## 食用菌类编委会成员

**主任** 高桐林

**委员** 苏 延 赵维忠 陶玉良 曹玉谦  
黄淑艳 田敬华 张秀琴

### 图书在版编目(CIP)数据

香菇高产栽培技术/陶玉良,苏延编著. - 沈阳:辽宁科学技术出版社,1998.1

(农村致富金钥匙丛书·食用菌类)

ISBN 7-5381-2655-4

I. 香… II. ①陶… ②苏… III. 香菇-栽培 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12636 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

辽宁省新华书店发行

丹东印刷厂印刷

---

开本:787×1092 1/32 印张:3 7/8 字数:80,000

1998 年 1 月第 1 版

1998 年 1 月第 1 次印刷

---

责任编辑:栾世禄 寿亚荷

版式设计:于 浪

封面设计:邹君文

责任校对:王 莉

---

印数:1—5,000

定价:5.50 元

# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、香菇的生物学特性 .....      | 2  |
| (一) 香菇的形态结构 .....     | 2  |
| (二) 香菇的生活史 .....      | 4  |
| 二、香菇的生活条件 .....       | 6  |
| (一) 营养 .....          | 7  |
| (二) 温度 .....          | 14 |
| (三) 水分 .....          | 15 |
| (四) 空气 .....          | 16 |
| (五) 光照 .....          | 17 |
| (六) 酸碱度 (pH 值) .....  | 17 |
| 三、香菇菌种制作技术 .....      | 18 |
| (一) 设备条件 .....        | 19 |
| (二) 原种扩繁 .....        | 23 |
| (三) 母种制作 .....        | 28 |
| (四) 栽培种制作 .....       | 30 |
| 四、香菇栽培技术 .....        | 31 |
| (一) 段木栽培 .....        | 32 |
| (二) 代料栽培 .....        | 48 |
| 五、香菇杂菌和害虫的防治 .....    | 91 |
| (一) 代料栽培常见杂菌的防治 ..... | 92 |
| (二) 段木栽培常见杂菌的防治 ..... | 98 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| (三) 香菇生理病害的防治 .....     | 102 |
| (四) 香菇虫害及其防治 .....      | 102 |
| 六、香菇采摘、保鲜、加工和分级包装 ..... | 106 |
| (一) 采摘 .....            | 106 |
| (二) 保鲜 .....            | 107 |
| (三) 加工 .....            | 109 |
| (四) 分级包装 .....          | 113 |

我国自宋末栽培香菇以来，距今已有约八百年的历史，是世界上栽培香菇最早的国家。

香菇味道鲜美，营养丰富，许多中外名菜都用香菇做辅料，使菜肴独具风味。据分析，每 100 克干香菇中含有水分 13 克，脂肪 1.8 克，蛋白质 1.8 克，碳水化合物 54 克，粗纤维 7.8 克，灰分 4.9 克，钙 124 毫克，磷 415 毫克，铁 25.3 毫克，维生素 B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub> 1.2 毫克，热量 1188.26 千焦；此外，还含有一般蔬菜所缺少的维生素 D 原（麦角甾醇）260 毫克，被人体吸收后，受阳光照射能转变为维生素 D，可增强人体的抵抗能力，并对儿童的成长，特别是对容易感染腺病、体质弱的儿童最有益处，还可促进儿童骨骼和牙齿的生长发育。香菇还含有 30 多种酶，被认为是补充人体酶缺乏的独特食品。香菇中的多糖对同系基因和自身宿主有显著的抗肿瘤效果，并有防止化学和病毒致癌的功效，是一种有效的抗肿瘤物质。香菇中还含有一种刺激抗体产生干扰素的物质，它具有明显的抗流感病毒作用。现代医学还证明，经常食用香菇可降低胆固醇，治疗冠心病、高血压、心肌梗塞和肝炎。由此可见，香菇不仅是一种美味可口的食用菌，它的医疗保健价值也越来越引起人们的重视。

## 一、香菇的生物学特性

### (一) 香菇的形态结构

香菇〔*Lentinus edodes* (Berk.) Sing〕又称香蕈、冬菇，属担子菌纲，伞菌目，口蘑科，香菇属。

香菇的形态与植物相比，其子实体相当于高等植物的果实部分。香菇的子实体能产生大量的有性担孢子并可食用。而香菇的菌丝体部分，则类似于植物的根、茎、叶，主要起吸收和积累养分作用。

香菇是木腐真菌，由菌丝体和子实体两大部分组成，二者均由菌丝交织而成。

#### 1. 菌丝体

菌丝体由孢子或菇体上任何一部分组织萌发而成，能不断从基质中吸取营养供给香菇生长发育的需要，是香菇的营养器官。

菌丝白色，呈绒毛状，具有横隔和分枝，细胞壁薄。当菌丝直径增至2~4微米时，菌丝不断生长发育，并相互集结呈蛛网状，称为菌丝体。



1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌环  
4. 菌柄 5. 菌丝体

图1 香菇的形态结构

菌丝体又分为初生菌丝体、次生菌丝体和三次菌丝体。

香菇的担孢子萌发生长单核单倍体菌丝，称为第一次菌丝体或称初生菌丝体；初生菌丝体配对（质配）之后，形成双核单倍体菌丝体，称为二次菌丝体或称次生菌丝体；双核单倍体菌丝进一步分裂发育，结合成为丝状组织，这些组织化了的的双核结实性菌丝体，称为三次菌丝体。由于香菇子实体都是由双核菌丝体组成，因此切取香菇子实体的任何一部分组织，在适宜条件下，都可以萌发出新的菌丝来，这是香菇组织分离纯菌种的依据。

香菇菌丝体在外界光线和空气的作用下，可形成棕褐色或黑褐色并有光泽的菌膜。菌膜具有防止杂菌侵入和保护内部菌丝不受外界不利气候影响的作用，但如果菌膜过厚，内部菌丝由于不能获得足够的氧气和水分，生长发育就会受到影响。菌丝不断生长发育到一定阶段，就分化形成子实体。

## 2. 子实体

香菇子实体由菌盖、菌褶、菌柄三部分组成。菌褶的两侧长有担子和担孢子，菌柄上长有菌环，其外形像一把张开的伞。子实体是香菇的繁殖器官。

(1) 菌盖：位于香菇顶部，它的颜色和形状因菇龄大小、受光强弱、通风状况、基质中营养状况和品种的不同而有差异。菌盖幼时呈半球形，边缘向内卷；成熟时菌褶平展，菌盖边缘微向内卷；过分成熟时则向上翻卷。菌盖表面呈淡褐色、茶褐色或黑褐色等，上有白色和淡褐色鳞片。由于香菇子实体在生长过程中受温度和湿度的影响，呈现菊花状或龟甲状表面开裂。菌盖直径一般为3~20厘米，中间厚度0.5~3.0厘米，因品种、生长条件、菌盖开伞度不同亦有差异。



菌盖是菌褶依附体和产生担孢子场所的保护体，是食用的最佳部分。

(2) 菌褶：位于菌盖下内侧，形如裙褶状，以菌柄为中心，向菌盖边缘呈放射状排列。由于受环境条件和子实体成熟度的影响，菌褶幼嫩时呈白色，老龄或干燥时呈淡黄色。如果采收过晚或贮存不当，菌褶会呈褐色或黑色。单个菌褶呈刀片状或锯齿状，宽约3~4毫米，间距因品种或子实体成熟度不同而有差异，其上有许多担子，担子上有无数孢子。菌褶与菌柄的着生处有弯凹，称为弯生或凹生。

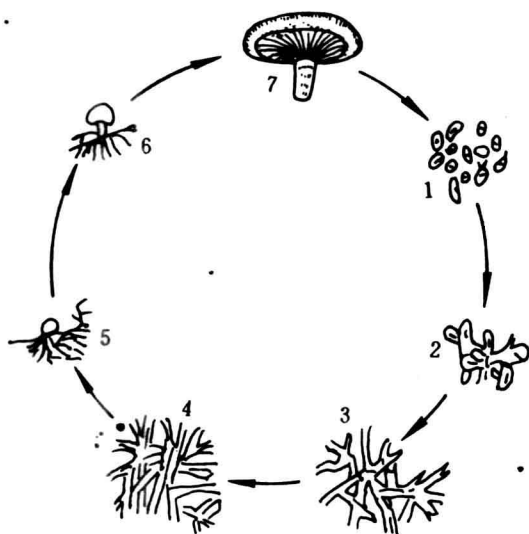
(3) 菌柄：生长在菌盖下面的中央或偏中央部位，坚韧、中实，呈圆柱形或扁圆形。其粗细、长短，因温度、养分、光线、空气、品种的不同而有差异。上部呈白色，基部略呈红褐色。幼小时，柄的表面布满纤毛，并有棉花状白色鳞片。一般柄的长度为30~60毫米，直径为6~15毫米。菌柄组织硬韧，食味较差，是支持菌盖、菌褶和输送养料、水分的器官。

(4) 菌环：位于菌柄的中上部。香菇子实体幼小时在菌盖的边缘有白色膜状物，称为内菌膜，与菌柄连接，其作用是保护菌褶。菌盖展开时，便将膜状物撕裂，一部分附着于盖缘，一部分则残存在菌柄上，形成一个环状物，因此称为菌环。菌环在子实体生长过程中逐渐消失。

## (二) 香菇的生活史

香菇的担孢子成熟后，从担子上弹射出去，在适宜的条件下萌发产生菌丝体。菌丝体生长发育形成子实体，产生新一代孢子，从而完成了一个世代。这样周而复始的循环就构

成了香菇的生活史（图2）。



1. 孢子 2. 孢子发芽 3. 单核菌丝 4. 双核菌丝  
5. 瘤状突起 6. 菇蕾 7. 子实体

图2 香菇的生活史

香菇的菌丝初期是无隔多核的，不久便产生横隔，而成为单核的有隔菌丝。这时的菌丝，每个细胞中只含有一个细胞核，故这类菌丝称为单核菌丝，也有称为第一次菌丝或初生菌丝。由于菌丝有“性”的区别，所以单个孢子萌发生成的单核菌丝是单性不孕的有“性”菌丝。

有“性”单核菌丝经过一定阶段的生长发育，两个不同“性”的单核菌丝彼此亲和，发生质融合（质配）。在进行质

配的同时，其中的一个细胞核转移到另一个细胞内，这时每一个细胞中就含有两个细胞核，这种菌丝称为双核菌丝。但这两个核没有融合，而是保持分离状态。通过锁状结合过程，双核不断进裂而形成许多有双核细胞的菌丝，也称为二次菌丝或次生菌丝。二次菌丝是无“性”的。二次菌丝比单核菌丝粗壮，生长速度快，生命力强。栽培用的纯菌丝，就是这种次生菌丝。

无“性”的双核菌丝体生长发育到一定生理阶段，在适宜条件下便高度分化，形成密集的菌丝组织，进入第三次菌丝生长阶段，在基质中分解吸收并制造自身所需要的养分。在温差、干湿差和光线等因素的作用下，菌丝互相扭结发育成原基。原基逐渐发育成小的瘤状体——菇蕾。菇蕾进一步发育成完整的子实体——香菇。

香菇子实体发育成熟后，又产生担孢子。这就是香菇的整个生活史。

## 二、香菇的生活条件

掌握香菇生长发育对生活条件的要求，对香菇栽培者来讲，是至关重要的。知其所求，供其所需，人为地创造最有利的环境条件，尽量避免和控制不利因素，及时处理制种和栽培中出现的问题，才能达到优质高产的目的。

香菇菌丝及子实体生长发育对外界条件的要求，主要表现在营养、温度、湿度、空气、光照和酸碱度等六个方面。

## (一) 营 养

香菇生长发育过程中要求的营养物质，主要是含氮有机物（氮源）、碳水化合物（碳源）以及少量的无机盐和微生素等。由于香菇是一种腐生菌，不能利用空气中的二氧化碳和氮制造有机物，所需的含碳和含氮有机物都必须从外界环境中获得。所以，栽培香菇，由培养基充分而平衡地提供各种营养条件，是获得香菇优质高产的基础。

### 1. 碳 源

碳素是香菇生长发育最重要的营养元素，它不仅是构成菌丝体细胞必不可少的原料，也是香菇生命活动中所需要的能量来源。香菇能利用的碳源很多，主要为糖类。一般葡萄糖对香菇菌丝体的生长最为有利，其次是果糖、麦芽糖和蔗糖。

栽培香菇，葡萄糖、蔗糖等可溶性糖类有利于前期发菌；而培养料中不溶的纤维素、半纤维素、木质素、淀粉等为一类分子量很大的多糖化合物，是香菇后期菌丝体生长发育的主要碳源。香菇菌丝在生长发育过程中，不断地向胞外分泌相应的酶，将这些多糖化合物分解为小分子的单糖物质再吸收利用。纤维素由纤维素酶分解，先是分解成纤维二糖，再进一步分解为葡萄糖；半纤维素由半纤维素酶分解，分解成为木聚糖、阿拉伯糖、半乳糖、甘露糖、糖醛酸及葡萄糖等物质；木质素由过氧化酶分解；淀粉由淀粉酶分解成葡萄糖。低分子量的葡萄糖香菇可直接吸收利用。而香菇培养料中的营养物质，是边分解边被香菇吸收利用。所以，前几茬菇质优产量高，而后几茬菇质量差数量少，主要是由于

前期栽培料中营养丰富，而后期栽培料中营养不足所致。

## 2. 氮 源

氮素是构成香菇细胞中核酸等物质的主要原料。香菇不能直接吸收利用空气中的氮，只能通过蛋白酶分解培养基中的营养物质，从中吸收利用氮素营养。在实验室，常用牛肉膏、酵母粉、蛋白胨等；在生产中，常用麸皮、豆饼、米糠、玉米粉等作为有机氮的来源。添加到培养基中氮源的浓度对于香菇的营养生长和生殖生长影响很大。一般来说，菌丝营养生长需要氮的浓度较高，子实体生长需要的浓度较低。实践证明，培养料中高浓度地添加氮源时，不仅抑制生殖生长，营养生长也会受到抑制。但提高碳源浓度时，受抑制状态就会缓解。据上海师范大学生物系杨庆尧资料，香菇营养菌丝生长的碳氮比为 25:1 最好，而子实体生长最好为 32:1。如果氮源过多，营养生长过旺，子实体反而难以形成。

## 3. 无机盐

无机盐在香菇中含量较高，主要为钾、钙、镁、锰、铁、磷、硫等。无机盐是细胞和酶的组成部分，参与体内许多生化反应，对维持原生质的胶体状态和细胞的透性有重要作用，是香菇生长发育中所不可缺少的物质。

## 4. 代料栽培中养分的转化和利用

近年来，代料栽培香菇技术迅速推广应用，并逐渐形成规模。木屑、甘蔗渣、棉籽壳、高粱壳、玉米芯等工、农业废弃物相继被用做培养料，不仅提高了这些物质的利用率，同时也改善了生态环境。栽培好香菇，需要了解这些培养料中的各种养分是如何转化和被利用，其间有无共同的规律，

以便使生产实践的经验提高到理性的认识水平，为进一步提高生产水平提供依据。1993年，倪新江研究了香菇在不同培养基上的表现及培养基降解的规律，将木屑、米糠、麦麸按不同的比例组成A、B、C、D 4种培养基（见表1），各培养基的主要成分见表2。

表1 不同培养基配方（%）

| 培养基 | 木屑 | 米糠 | 麦麸 | 蔗糖 | 石膏 | 含水量 |
|-----|----|----|----|----|----|-----|
| A   | 68 | 30 | 0  | 1  | 1  | 60  |
| B   | 78 | 20 | 0  | 1  | 1  | 60  |
| C   | 88 | 10 | 0  | 1  | 1  | 60  |
| D   | 78 | 0  | 20 | 1  | 1  | 60  |

表2 香菇常用培养料的成分分析（%）

| 培养料  | 纤维素   | 半纤维素  | 木质素   | 全氮   | 水溶性氮 | 水溶性总糖 | 灰分    |
|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 白桦木屑 | 42.05 | 17.17 | 23.99 | 0.08 | 0.01 | 0.34  | 0.85  |
| 棉籽壳  | 37.22 | 19.76 | 18.04 | 0.67 | 0.11 | 0.47  | 2.55  |
| 玉米芯  | 35.64 | 31.42 | 10.54 | 0.38 | 0.08 | 1.26  | 2.08  |
| 高粱壳  | 14.71 | 15.58 | 8.38  | 1.16 | 0.47 | 4.12  | 6.02  |
| 麦麸   | 8.31  | 22.13 | 4.61  | 3.30 | 1.59 | 3.89  | 6.32  |
| 米糠   | 4.74  | 5.70  | 4.06  | 2.22 | 0.56 | 9.69  | 10.92 |

香菇产量与栽培过程中培养料的消耗程度有关，培养料中纤维素、半纤维素、木质素、氮素、无机盐等消耗得越多，子实体的产量也就越高（表3）。各潮菇的产量不同（见表4），特别是在氮素和无机盐含量都较低的C培养基，其碳源含量虽不低（表5），但各潮菇的产量均比其它培养

料低。

表3 香菇栽培前后培养基成分的变化 (每袋, 克)

| 培<br>养<br>基 | 成<br>分 | 培养基<br>重 量 | 纤维素     | 半 纤<br>维 素 | 木质素    | 氮 素   | 灰 分    | 子实体    |
|-------------|--------|------------|---------|------------|--------|-------|--------|--------|
|             |        |            |         |            |        |       |        |        |
| A           | 栽培前    | 344.80     | 102.647 | 45.789     | 58.237 | 2.258 | 15.895 | 42.306 |
|             | 栽培后    | 105.25     | 11.693  | 7.799      | 12.504 | 1.495 | 11.378 |        |
|             | 失 重    | 239.55     | 90.954  | 37.990     | 45.733 | 1.263 | 4.517  |        |
|             | 失重 (%) | 69.48      | 88.61   | 82.97      | 78.53  | 45.79 | 28.42  |        |
| B           | 栽培前    | 344.38     | 114.472 | 51.106     | 64.985 | 2.032 | 13.293 | 37.469 |
|             | 栽培后    | 112.50     | 15.761  | 7.616      | 15.165 | 1.418 | 11.194 |        |
|             | 失 重    | 231.88     | 98.711  | 43.490     | 49.820 | 0.614 | 2.099  |        |
|             | 失重 (%) | 67.33      | 86.23   | 85.10      | 76.66  | 30.22 | 15.79  |        |
| C           | 栽培前    | 345.17     | 126.125 | 54.882     | 71.726 | 1.312 | 10.769 | 21.746 |
|             | 栽培后    | 147.83     | 44.497  | 18.834     | 21.081 | 1.005 | 10.067 |        |
|             | 失 重    | 197.34     | 81.628  | 36.048     | 50.645 | 0.307 | 0.702  |        |
|             | 失重 (%) | 57.17      | 64.72   | 65.68      | 70.61  | 23.40 | 6.52   |        |
| D           | 栽培前    | 344.40     | 115.477 | 61.613     | 66.814 | 2.721 | 11.193 | 46.046 |
|             | 栽培后    | 101.00     | 12.928  | 9.040      | 12.857 | 1.364 | 7.615  |        |
|             | 失 重    | 243.40     | 102.549 | 52.573     | 53.957 | 1.357 | 3.578  |        |
|             | 失重 (%) | 70.67      | 88.79   | 85.33      | 80.76  | 49.87 | 31.97  |        |

表 4 香菇栽培期间培养基的失重与生物效率 (%)

| 培<br>养<br>基<br>生<br>长<br>阶<br>段 | A     |       | B     |       | C     |      | D     |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                 | 失重    | 效率    | 失重    | 效率    | 失重    | 效率   | 失重    | 效率    |
| 营养生长                            | 20.60 | —     | 21.21 | —     | 21.58 | —    | 21.60 | —     |
| 头潮菇                             | 14.08 | 4.20  | 14.19 | 3.57  | 8.78  | 2.03 | 14.96 | 4.54  |
| 二潮菇                             | 12.18 | 2.84  | 12.19 | 2.51  | 9.51  | 1.54 | 14.37 | 3.18  |
| 三潮菇                             | 9.36  | 2.24  | 9.30  | 1.94  | 6.84  | 1.25 | 8.86  | 2.78  |
| 四潮菇                             | 7.41  | 2.06  | 5.97  | 1.86  | 6.16  | 1.10 | 7.02  | 1.88  |
| 五潮菇                             | 5.85  | 0.93  | 4.47  | 1.00  | 4.30  | 0.38 | 3.86  | 1.99  |
| 总 计                             | 69.48 | 12.27 | 67.33 | 10.88 | 57.17 | 6.30 | 70.67 | 13.37 |

影响产量的因素可能是培养基中含氮量过低或无机盐中某种元素供应不平衡。同样从表 5 中可以看出, C 培养基中被利用的氮和无机盐也是最少的。A、D 培养基中产量相近, 表明辅料中 30% 米糠和 20% 麦麸具有同样的功效, 其原因可能就在于 30% 米糠和 20% 麦麸含氮量几乎相等 (表 2)。可见培养基中足够的氮对产量形成的重要意义。

在香菇生长发育中, 碳源和氮源的摄入、转化和利用特别重要。过低的氮源, 菌丝体的生长会受到影响; 而氮源过多, 虽然可以加速菌丝体的营养生长, 但往往不能进入生殖发育。所以, 培养基中合适的碳氮比很重要。倪新江的研究结果见表 6。



表 5 香菇栽培期间培养基成分的消耗 (%)

| 培<br>生<br>长<br>阶<br>段 | A           |                  |        | B           |                  |        | C           |                  |        | D           |                  |        |
|-----------------------|-------------|------------------|--------|-------------|------------------|--------|-------------|------------------|--------|-------------|------------------|--------|
|                       | 纤<br>维<br>素 | 半<br>纤<br>维<br>素 | 木<br>素 | 纤<br>维<br>素 | 半<br>纤<br>维<br>素 | 木<br>素 | 纤<br>维<br>素 | 半<br>纤<br>维<br>素 | 木<br>素 | 纤<br>维<br>素 | 半<br>纤<br>维<br>素 | 木<br>素 |
| 接 种 前 含 量             | 29.77       | 13.28            | 16.89  | 33.24       | 14.84            | 18.87  | 26.54       | 15.90            | 20.78  | 33.53       | 17.89            | 19.40  |
| 营 养 生 长               | 15.51       | 22.25            | 20.98  | 15.76       | 28.33            | 29.31  | 14.25       | 28.19            | 30.15  | 15.74       | 27.16            | 24.71  |
| 头 潮 菇                 | 23.56       | 20.00            | 19.19  | 23.21       | 17.61            | 19.16  | 14.76       | 7.65             | 9.67   | 25.42       | 13.83            | 18.09  |
| 二 潮 菇                 | 15.31       | 18.34            | 25.68  | 18.43       | 17.30            | 17.01  | 12.01       | 8.03             | 17.47  | 18.05       | 16.11            | 27.76  |
| 三 潮 菇                 | 17.71       | 9.64             | 2.47   | 15.94       | 10.30            | 5.05   | 9.31        | 10.88            | 6.53   | 14.35       | 17.25            | 5.04   |
| 四 潮 菇                 | 10.32       | 9.47             | 7.65   | 9.16        | 7.57             | 3.67   | 9.07        | 7.28             | 4.09   | 10.82       | 6.75             | 4.59   |
| 五 潮 菇                 | 6.20        | 2.77             | 2.56   | 3.93        | 3.99             | 2.46   | 5.32        | 3.65             | 2.70   | 4.52        | 4.23             | 0.57   |
| 总 计                   | 88.61       | 82.97            | 78.53  | 86.23       | 85.10            | 76.66  | 64.72       | 65.68            | 70.61  | 88.80       | 85.33            | 80.76  |