

食用菌栽培技术

香菇与平菇

华中农学院植保系
湖北省食用菌研究所

一九八五年元月

0160



本教材香菇林地段木栽培由吕作舟同志编写，室内代料栽培由黄杰生同志编写，平菇和凤尾菇栽培由张 扬 同 志 编 写。

一 编 者

目 录

(18)	……平型的生活	菇工人(三)	(68)
(24)	……营养	菇木(四)	(69)
(25)	……温度	菇木(三)	(69)
(25)	……湿度	菇木(一)	(69)
(25)	……空气	菇木(二)	(70)
(25)	……光照	菇木(三)	(70)
(25)	……酸碱度	菇木(四)	(70)
	I 香 菇		
	第一节 概述		
	一、香菇的经济价值		(2)
	(一)香菇的营养价值		(2)
	(二)香菇的药用价值		(3)
	二、香菇的分布和世界生产消费概况		(4)
	第二节 香菇的生物学特性及生活史		
	一、香菇的形态特征		(5)
	二、香菇的生活史		(6)
	三、香菇生长发育所需的环境条件		(8)
	(一)营养		(8)
	(二)温度		(10)
	(三)水分和湿度		(11)
	(四)空气		(12)
	(五)光照		(12)
	(六)酸碱度		(13)
	第三节 香菇段木栽培		
	一、香菇生产种的准备		(15)
	(一)优良菌种的概念		(15)
	(二)生产种的制作		(16)
	二、段木栽培		(24)
	(一)段木栽培场地的选择和清理		(24)
	(二)菇树的选择及段木的准备		(26)

(三) 人工接种	.....	(31)
(四) 接种后的菇木管理	.....	(40)
三、采收与加工	.....	(53)
(一) 适时采摘	.....	(53)
(二) 分级摊晒	.....	(54)
(三) 精心烘烤	.....	(54)
(四) 分级包装和贮藏	.....	(56)
第四节 香菇木屑栽培		
一、菌种制备与菇房设备	.....	(57)
(一) 菌种的准备	.....	(57)
(二) 菇房的设置	.....	(57)
二、栽培与管理	.....	(58)
(一) 挖瓶	.....	(58)
(二) 压块	.....	(58)
(三) 上架覆盖塑膜	.....	(59)
(四) 培养	.....	(59)
(五) 出菇	.....	(60)
(六) 出菇后的管理	.....	(61)
三、采收与干燥	.....	(62)
四、香菇生料栽培	.....	(63)

II 平 菇

一 概况	.....	(64)
二 侧耳属的几个主要栽培种	.....	(66)
三 平菇的形态特征与生活史	.....	(66)
(一) 平菇的形态特征	.....	(66)
(二) 平菇的生活史	.....	(68)

四 平菇的生活条件	(68)
(一) 营养.....	(69)
(二) 温度.....	(69)
(三) 湿度.....	(69)
(四) 空气.....	(70)
(五) 光照.....	(70)
(六) 酸碱度.....	(70)
五 平菇菌种的准备	(70)
(一) 二、三级种(母种和栽培种)的制作.....	(70)
(二) 简易液体菌种的制作.....	(71)
(三) 菌砖代菌种.....	(72)
(四) 平菇栽培菌种质量的检查.....	(72)
六 平菇的栽培	(73)
(一) 平菇大床生产培养料的制备.....	(73)
(二) 平菇的室内栽培.....	(75)
(三) 人防地道培栽培.....	(80)
(四) 露地栽培.....	(82)
七 平菇的越夏	(84)
八 平菇的采收和加工	(86)
(一) 采摘.....	(86)
(二) 加工.....	(86)
九 平菇的生理病害	(87)

Ⅲ 凤尾菇

一 概述.....	(88)
二 生物学特性与栽培方法.....	(89)

香菇栽培

第一节 概述

香菇 [*Lentinus edodes* (Berk) sing.]，亦称香蕈、香信，属于担子菌纲、伞菌目、伞菌科、香菇属，是一种可以食用的木材腐朽菌。

我国人工栽培香菇的历史很悠久，距今约有八百年历史，是世界上栽培香菇最早的国家。

有关香菇栽培方法，早在元代王桢《农书》（公元1313年）里，就有这样的记叙：“……取向阴地，择其所宜木，枫、楮、等伐倒用斧碎砍成坎，以土覆压之。经年树朽，以草砍割，匀布坎内，以蒿叶及土覆之。时用泔浇灌，越数时则以锤击树，谓之惊蕈。雨露之余，天气蒸暖则蕈生矣，……采讫，遗种在内，来岁仍复发……”。王桢《农书》的这段文字，将香菇（老法）栽培中的菇场设置、段木选择、砍花和管理等主要环节，叙述得相当清楚，为后来日益发展的香菇栽培提供了参考。这种古老的半人工栽培的方法（老法种菇），一直延用到二十世纪六十年代初。1965年中国科学院中南真菌研究室等单位，试用“段木纯菌丝接种法”栽培香菇获得成功，1967年冬至1968年春较大面积试种获得高产，从而结束了香菇半人工栽培的历史，进入了人工栽培的新阶段。由于纯菌丝段木接种具有菌种容易定植，成活率高，操

作简便，容易推广；出菇快，产量高等一系列优越性，这种栽培技术较快地被广东、广西、湖北、湖南、福建、江西、河南、贵州、四川、云南、安徽等地陆续采用。湖北省推广纯菌丝段木接种始于1965年，很快在鄂西山区（保康、房县等地）取得了成功。近年来，通过参观学习，技术培训，开展科学实验，摸索科学种菇和管理方法等，逐步改变了沿用几百年之久的老法（半人工）栽培香菇广种薄收、靠天收菇的生产方式，加上良种选育和推广利用工作的开展，使香菇的产量有较大的提高。近年来，人工代料栽培香菇更是开辟了香菇生产新天地。

一、香菇的经济价值

（一）香菇的营养价值

香菇的子实体肥厚丰满、肉质脆嫩、香郁诱人，滋味鲜美，是人类食品中不可多得之佳肴和佐料。香菇含有丰富的营养，据报道（北本丰，1978年）香菇的化学组成如表1。

另据杉森(1971年)报道，香菇所含氨基酸组成如表2。

表1 香菇的化学组成 (%)

水分	蛋白质		粗脂肪	可溶性无氮化合物		
	粗	纯		总量	由水解生成的还原糖	戊聚糖
91.8	19.0	12.9	4.8	65.2	54.1	1.5
可溶性无氮化合物			粗纤维	灰分	热水浸出物	
甲基戊糖	菌糖	糖元醇			粗纤维	灰分	热水浸出物
1.1	4.5	4.5	7.1	3.6	45.5	

表2 香菇氨基酸组成 克/1100克蛋白质

必需氨基酸								
异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	甲硫氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	缬氨酸	酪氨酸	色氨酸
4.4	7.0	3.5	1.8	5.3	5.2	5.2	3.5	未测
非必需氨基酸								
丙氨酸	精氨酸	天门冬氨酸	胱氨酸	谷氨酸	甘氨酸	组氨酸	脯氨酸	丝氨酸
6.1	7.0	7.9	未测	27.2	4.4	1.8	4.4	5.2

从表1、表2可以看出，香菇含有较高的蛋白质及多种氨基酸，特别是含有人体自身不能合成，必须从外界摄入的全部“必需氨基酸”，其中含量较高的赖氨酸和苯丙氨酸正是人们主粮中含量较少的。香菇还能提供较高含量的核酸及磷、铁等矿质元素。经常食用香菇，有益无害。香菇是人们理想的“健康食品”。

(二) 香菇的药用价值

香菇不仅营养丰富，而且还有一定药用功能。明代著名医药学家李时珍著《本草纲目》就记载有香菇药用功能。香菇性平、味甘。能益气不饥，治风破血，化痰理气，益味助食，理小便不禁。由此可知我国古代劳动人民对香菇的药效早有认识。

“维生素是活细胞为维持正常的生理功能所必需而需量

甚微的天然有机物质”。据测定，在香菇中含有较多的硫胺素(B₁)，核黄素(B₂)和维生素PP(又名尼克酸或烟酸)，可参与机体氧化还原反应，预防人体各种粘膜和皮肤炎症、坏血病等，有利于人体健康。香菇中含有香菇腺嘌呤可预防肝硬化、动脉硬化、降低胆固醇。近年来日本从香菇中分离出香菇多糖能促进免疫功能低下的T淋巴细胞恢复到正常水平，从而增强人体对肿瘤细胞的免疫力。此外，香菇还含有大量的维生素D原(麦角甾醇)，受阳光作用可转化为维生素D(骨化醇)，能预防感冒增强体质，对婴儿可预防软骨病。

二、香菇的分布和世界生产消费概况

据日本“菌草”报道，在太平洋的西侧，北从日本的北海道，南到巴布亚新几内亚赤道热带高地，西到尼泊尔道拉吉里山麓，均有香菇的分布。中国和日本是世界著名的传统香菇生产国。

在我国，香菇主产湖北、福建、广东、江苏、湖南、广西、江西、云南、浙江、贵州以及台湾省。近年来我国年产干香菇约1000吨，出口约200吨。

日本是世界上生产香菇最多的国家，从表3中可以看出，近年来日本香菇生产发展的速度是很快的。

表3 日本香菇产量 (干菇)

年代	1911年	1960年	1970年	1980年	1981年
产量(吨)	1200	3431	7797	12280	14070

日本很重视出口香菇换取外汇。1980年日本出口香菇3190吨，1981年出口3880吨，主要输往香港、新加坡、马来

西亚及美国等地。在香港市场上，日本干香菇每吨平均价格约为25000美元，我国干菇每吨平均价格约为5000—10000美元，日本香菇在数量和价格上均高我数倍。我们应充分利用我国丰富的资源和众多的人力，大力发展香菇段木林地栽培和代料栽培，为赶超世界先进水平贡献力量。

第二节 香菇的生物特学性及生活史

一、香菇的形态特征

香菇由菌丝体和子实体两部分组成。香菇的菌丝在营养生长阶段不断地从基质中吸收营养以供香菇生长发育，可知香菇的菌丝就是香菇的营养体。香菇菌丝白色、绒毛状、有分枝，为多细胞组成，每个细胞都有细胞核、细胞质和细胞壁。香菇双核菌丝的细胞核呈椭圆形，大小约 $2.0 \times 2.5 \mu\text{m}$ 在核中有8个杆状染色体。香菇菌丝的细胞壁薄，细胞壁的主要成分是由岩藻糖等组成的几丁质。在香菇的全部生活史中，菌丝体有初生菌丝体，次生菌丝体及三次菌丝体之分。

初生菌丝体：香菇的担孢子萌发长成单核单倍体菌丝，也叫一次菌丝体。

次生菌丝体：初生菌丝配对后（质配），形成由双核单倍体细胞组成的菌丝体，也叫二次菌丝体。双核菌丝是已经进行性接合的菌丝，因此双核菌丝体的任何一部分均可用来培养子实体。大部分食用菌的子实体都是由双核菌丝组成，因此我们切取菇体的一小部分就能分离培养出纯菌种。由此我们可采取组织分离获得香菇菌种。

三次菌丝体：已经组织化了的双核菌丝体，亦称结实性双核菌丝体。也可以说，三次菌丝体是形成子实体的特化的双核菌丝体。

子实体：香菇的子实体就是它的繁殖体。香菇的子实体由菌盖、菌褶和菌柄三部分组成。香菇菌盖菌肉肥厚、白色、半肉质、易腐，菌盖圆形或不规则扁半球形，直径5—18厘米，表面呈淡褐色、茶褐色至深肉桂色。菇蕾期菌盖强烈内卷，成熟时伸直平展，过熟后反卷。菌盖表面被有白色到暗色纤毛或柔软鳞片。菌盖表面有时因环境温湿度的变化而裂为不规则的菊花状或龟甲状裂纹，称为“花菇”，为菇中上品。

香菇的产孢层就是着生于菌盖下面菌褶两面表层的子实层，由很多紧密平行排列的担子和囊状体组成。担子起源于双核菌丝的顶细胞，并被横隔与菌丝的其余部分隔开。担子最初窄而细长，旋即扩大并变宽。幼担子内的两核经过核配，产生二倍体的核（合子），合子经过二次分裂（其中有一次为减数分裂），产生4个单倍体的子核，这时担子顶端伸出4个小梗，每个子核分别进入一个小梗，最后发育成4个单核单倍体担孢子。香菇的担孢子为单细胞，长圆形、大小为 $6-7 \times 3-4$ 微米，外有孢子外壁和孢子周壁两层，内有细胞核、细胞质及贮藏用的营养——油滴。

香菇菌褶白色，形如刀片状，排列稠密。香菇菌褶与菌柄着生处有弯凹，称为弯生或凹生，是分类鉴定时必须注意的形态特征。

菌柄是支撑和运输养料器官。香菇菌柄中生或偏生，长3—6厘米，白色、中实坚韧，半肉质至半纤维质，表面被有纤毛或鳞片，在菌柄上部有一易消失的白色丝膜物叫菌环，是菇蕾期菌盖与菌柄间的包膜——内菌幕破裂后的残留物。

二、香菇的生活史

在我们了解香菇的生活史之前，先要明确香菇担孢子的

性亲和性，即香菇担孢子的极性，类似于动物的雌雄。

现代细胞学的研究已证实细胞中染色体是遗传的主要物质基础，是基因的载体。基因是控制生物性状的遗传单位，在染色体上直线排列。基因决定酶，酶决定代谢作用，代谢作用决定各种性状。例如，香菇的细胞中含有纤维素酶，能够分解纤维素，虫漆酶和过氧化酶能够分解木质素，因而香菇是一种木材腐朽菌。

草菇、双孢蘑菇等食用菌细胞间的质配作用发生在来源于单个担孢子的菌丝之间，叫同宗接合或自交亲和。香菇菌丝细胞间的质配作用则只能发生在来源于不同的带有对立而亲合因子的担孢子所萌发的菌丝之间，这叫异宗接合或自交不亲合。香菇种内的性亲合性是由位于不同染色体上并独立分离的两对基因 (Aa 、 Bb) 所控制，即香菇所产生的四个担孢子各代表一种基因型，叫做“四极性”。在 AB 、 Ab 、 aB 、 ab 四种交配型中可以双双任意组合，但只有 Ab 与 aB 、 AB 与 ab 配对产生 $AaBb$ 组合时才能发生质配，形成锁状联合，进而形成子实体，其它组合均不亲和，不能产生子实体。

香菇具不同极性的担孢子在适宜的环境中萌发成不同极性的单核菌丝，相邻的具不同极性而彼此亲和的单核菌丝互相接合(异宗接合)，形成双核菌丝，亦叫次生菌丝。双核菌丝在不断吸收基质中养料的同时，通过锁状联合使菌丝不断增殖，蔓延。在适宜的条件下，生理成熟的双核菌丝互相扭结发育成原基，原基逐步发育成小的瘤状体——菇蕾，菇蕾进一步发育长大即成香菇。香菇菌褶表面被以子实层，又产生大量的不同极性担孢子，继续繁殖下一代。简言之，香菇的生活史就是从担孢子→初生菌丝→次生菌丝体→子实体→担孢子的循环过程。(详见图1)

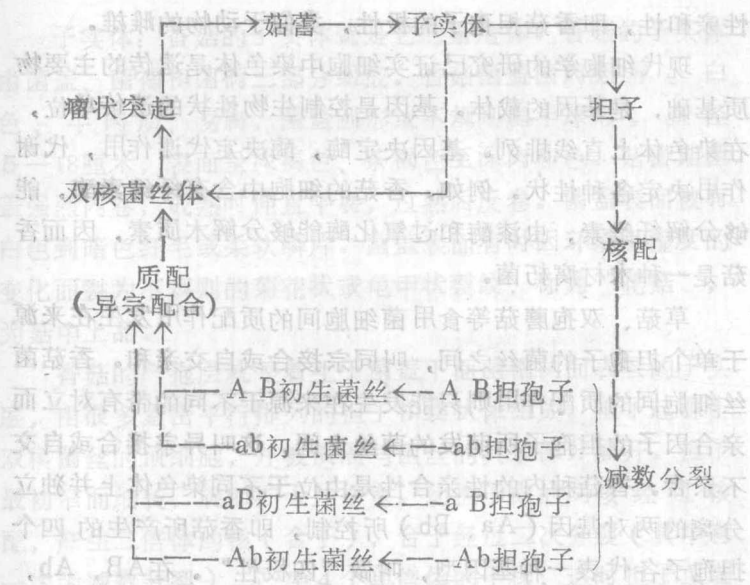


图 1、香菇的生活史

三、香菇生长发育所需的环境条件

任何生物有机体都是其遗传（内因）和环境（外因）相互作用的产物。情况大略表示如下：

遗传 + 环境 → 生物体

香菇作为一种生物，对环境条件有它特定的要求。要栽培好香菇，首先对香菇生长发育所需要的条件，应有所了解，以便利用和创造有利的环境条件，设法避开和控制不利的环境条件，促使香菇优质高产，增产增收。

香菇生长发育过程中所需要的环境条件主要有：营养、温度、水分和湿度、空气、光照以及酸碱度等。

（一）营养

一定的营养物质，是香菇赖以生存的基础，适量的营养

物质则是争取香菇丰产必不可少的一个条件。

香菇孢子在蒸馏水中，只能发芽，但不能生长发育。在枹栎 (*Quercus glandulifera* Bl.)，栓皮枹 (*Quercus variabilis* Bl.) 浸出液中，孢子较易发芽，菌丝也能生长发育良好。

香菇菌丝生长发育过程中所需要的营养物质，主要是碳水化合物和含氮化合物，以及少量的矿物盐类 (KH_2PO_4 、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 Na_2CO_3 等) 和维生素 (VB₁、Vc)。碳水化合物有糖类，如葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉、木质素、纤维素和半纤维素等。含氮化合物主要是有机氮，如氨基酸、蛋白胨和尿素等；其次是氨态氮，如硫酸铵和酒石酸铵等。实验证明香菇不能利用硝态氮。

香菇所需要的营养物质，在许多木材中都具有，特别是壳斗科 (栓皮枹)、桦木科 (黑桦, *Betula dahurica* pall. 别名棘皮桦) 金缕梅科 (枫香树, *Liquidambar taiwaniana* Hance) 树种的木材内所含的养分最适合香菇的需要。香菇的菌丝可分泌相应的酶，各种酶分别以木材主要成分做基质进行特异性分解，如木质素 (虫漆酶，过氧化酶)、纤维素 (纤维素酶)、木聚糖 (木聚糖酶)、虫漆酶也可以分解多糖。单宁不易被虫漆酶分解，而且单宁还可使虫漆酶、过氧化酶、纤维素酶和淀粉酶活性钝化。这是酶蛋白与单宁结合引起变性的结果。尽管单宁可以使上述分解木材的几种重要的酶活性钝化，但是生产中还用单宁酸含量多的树木种香菇，而且含单宁酸较多的树，生产实践证明也是最适合香菇生长发育的树。其原因何在，有待进一步研究。

原木的树皮和木质部之间的形成层营养最丰富，边材次之，心材营养 (氮素) 最少。故菌丝在形成层生长最迅速，边材

次之，在坚硬的心材部分则不易生长。所以，凡是心材比例大的段木，其香菇产量都较低。树皮含养分很少，其主要作用是减少段木水分的蒸发，防止杂菌侵入，保护香菇菌丝正常生长。

(二) 温度

温度对香菇孢子的弹射及萌发、菌丝的生长、香菇的形成及香菇的产量和质量等起着主要的作用。

试验情况表明，从菇蕾长成香菇，以及香菇弹射孢子的持续时间，与温度负相关。在低温干燥的冬天，香菇从现蕾至采摘适期，可达27天之久，子实体弹射孢子的时间则更长，可以超过60天，但是在高温高湿的季节，菇蕾长成香菇往往用不了一个星期，子实体弹射孢子的时间也仅有十天左右。

孢子萌发的适宜温度为22—26℃。孢子在栎木浸出液中，在16℃条件下，经过24小时才发芽；但在24℃时，只经过14小时就可发芽。刚接收的新鲜孢子的发芽率可达95%左右。但是，孢子对高温抵抗力弱，在45℃条件下放置一小时，其发芽率仅有1—5%，在低温条件下，孢子的发芽率较高。特别是低温干燥的冬天，即使在零下17℃2小时，其发芽率仍保持10—15%。

香菇的菌丝在5—34℃都能生长发育。但以22—26℃之间较适合，25℃最适合。低于10℃或高于30℃，菌丝生长较差；当温度低于5℃或高于34℃时，菌丝生长发育基本停止；零下25℃的低温或者40℃以上的高温持续一定的时间，则可导致菌丝死亡。出菇阶段要求的温度比菌丝生长发育阶段低。一般在4—25℃之间，菌丝都可分化成子实体，菌丝一经形成子实