

适用技术丛刊

第二辑

香菇、平菇栽培技术



适 用 技 术 丛 书

第 二 辑

香 菇 栽 培 技 术

四 川 省 科 学 技 术 情 报 研 究 所

一 九 八 五 年 八 月

前 言

食用菌生产是一项利国利民的事业，是致富的好门路。

香菇，由于其营养价值和药用价值已日益受到重视，人们对它的需求量越来越大。但我省香菇生产发展缓慢，不能满足人们生活需要。

为了推动我省香菇生产和技术的发展，让更多的人掌握香菇生产技术，我们在查阅大量文献资料、总结本省生产经验的基础上，取其精华，编写出该书。全书约四万字，语言通俗，内容丰富，科学实用。本书对从事食用菌科研、生产，教学的同志都具有参考价值。

本书由四川省食用菌协会办公室编写，承蒙四川省青川县科委科协的大力支持，其中青川县科委赵裕贵同志为本书的编写提供了二万余字的素材，一并致谢。

由于时间仓促，水平有限，书中的不足和错误在所难免，敬望读者批评指正。

目 录

第一章、	香菇概述	(1)
第二章、	香菇的生长与发育	(2)
	一、形态特征	(3)
	二、生活史	(4)
	三、生活条件	(5)
第三章、	香菇菌种	(6)
	一、菌种类型及现行品种特性	(7)
	二、菌种制备	(8)
	(一)母种分离	(9)
	(二)扩大种的制作	(10)
	三、优良菌种的标准及保存法	(11)
第四章、	香菇段木栽培	(12)
	一、段木准备及菇场选择	(13)
	二、消毒接种	(14)
	三、菇木管理	(15)
	四、架木出菇	(16)
	五、菇木休息	(17)
第五章、	香菇代料栽培	(18)
	一、代料配方	(19)
	二、代料栽培方式	(20)
	(一)塑料袋栽培香菇	(21)
	(二)挖瓶压块栽培香菇	(22)
	(三)塑料袋菌条培育法	(23)
第六章、	香菇病虫害防治	(24)
	一、香菇代料栽培中出现的杂菌和防治	(25)
	二、常见的香菇病虫害及防治方法	(26)
	三、烂菇的出现和防治	(27)
	四、常用消毒、治虫药物的配制和使用	(28)
第七章、	香菇的采收、加工与贮藏	(29)
	一、采收	(30)
	二、干燥	(31)
	三、分级和贮藏	(32)

第一章 香菇概述

香菇又名香蕈、香菌、冬菇，属真菌门，担子菌纲、伞菌目、侧耳科、香菇属，是世界著名的食用菌之一。它不仅味道鲜美，营养丰富，而且还有预防肝硬化、降低胆固醇、清除血毒和抗癌等功能。

香菇在我国已有八百余年的栽培历史，人们积累了丰富的栽培经验。但长期以来，香菇栽培均以段木为栽培基质，依靠天然孢子接种繁殖。近年来，虽然推广了纯菌丝人工接种的方法，但生产管理仍然很困难，产

量和质量也不稳定。为了解决用材困难和生产地区局限性的矛盾，迅速发展香菇生产，香菇的代料栽培技术应运而生，并获得了成功，这为发展香菇生产开辟了一条新途径。

代料栽培香菇具有原料来源广，可以综合利用，就地取材进行生产，产量高，生产用期短，从接种到出菇只需3~4个月；在室内生产，温度、湿度、光线，空气均便于控制，产量稳定，有利于工厂化周年生产，增加年产量等特点。

第二章 香菇的生长与发育

一、形态特征

香菇由菌丝体和子实体两大部分组成，二者均是菌丝扭结而成。

1、菌丝体 菌丝由孢子萌发而成，白色、绒毛状、具横隔和分枝，粗2~4微米，菌丝相互结合，不断生长繁殖，集结为菌丝体呈蛛网状。

菌丝体是香菇的营养器官，相当于高等植物的根、茎、叶，取香菇的任何部分，在适宜的条件下，都可萌发出新的菌丝。菌丝不断地继续生长，逐渐发育而分化成子实体——香菇。

菌丝老成后，以形成黑褐色菌膜为特征，这种菌膜与香菇菌盖外部是同一种东西。

2、子实体 是香菇的繁殖器官，相当于高等植物的果实，子实体上面产生的孢子即为种子。

香菇子实体是由菌盖、菌褶及柄三部分组成。

(1)菌盖 是菌褶的依附，产生担孢子场所的保护器官。菌盖直径一般为3~15厘

米，位于香菇顶部，其颜色和形状随菇龄的大小，光线的强弱及其营养的好坏而有差异。幼时呈半球状，菌盖盖缘初时内卷；成熟时菌褶平展边缘向内微卷；过分成熟时则向上反卷。菌盖表面呈淡褐色，茶褐色、黑褐色等，被有白色或同色的鳞片，有时还产生龟裂或菌裂，幼时边缘有淡褐色纤维状毛的内菌幕，菌幕上方为白色，下方为茶褐色，此物遗留于菌盖的表面。菌肉肥厚，呈白色。

(2)菌褶 是孕育担孢子的场所，生于菌盖下面，呈放射状排列，白色、刀片状或上有锯齿，宽约3~4毫米，褶片表面被以子实层，其上有许多担子，在担子上有无数的孢子。

(3)菌柄 是支撑菌盖、菌褶和输送养料、水分的器官。生于菌盖下面的中央或偏中心的地方，坚韧、中实、圆柱形或上扁下圆柱形，其粗细、长短，因温度、养分、光线、品种的不同而异，上部白色，基部略呈红褐色，幼小时柄的表面被有纤毛（干燥时呈鳞片状），一般柄长2~26厘米，菌环顶生，易消失。

二、香菇生活史

香菇的孢子萌发而成菌丝，菌丝生长发育而分化成子实体，子实体再产生无数的孢子，这就是香菇的生活史，也可称为一个世代。完成这个生活史，在自然条件下约需8~12个月，甚至更长时间。在采用木屑人工栽培条件下，由于香菇生长条件可以人工控制，因此缩短为3~4个月。

香菇的一个世代包括三个主要阶段。

第一阶段（即第一次菌丝）：香菇的孢子为千分之四毫米，有“性”的区别，是属于异宗配合的一种高等担子菌。一个孢子在一定的温度和湿度条件下，可以萌发伸长，形成菌丝。这种菌丝的每个细胞中，都含有一个细胞核因而称为单核菌丝，也称之为第一次菌丝或初生菌丝。此菌丝较细小，分枝较多，生长速度慢，生活力也较弱。由于它有“性”的区别。所以单个孢子萌发成的单核菌丝是单性的，它是不孕的，因此不能长出香菇。必需有二个不同性的单核菌丝，经互相配合后才能正常发育。

第二阶段（第二次菌丝）：当第一次菌丝长到一定阶段，两个不同“性”的单核菌丝，在靠近部分产生突起，突起部分伸长后相互接触，使两个不同性的细胞彼此沟通，原生质融合在一起，其中一个细胞核移到另一个细胞内，完成了原生质的配合过程，即锁状联合形成过程，不断分裂形成有二个核的菌丝，因此叫双核菌丝，也叫第二次菌丝。它比第一次菌丝粗壮，生长速度快，生活力强。人工接种的纯菌丝，就是以这种形式存在的。

第三阶段（第三次菌丝）：当双核菌丝生长发育到一定生理阶段，在适当的条件下便高度分化，形成十分密集的菌丝组织，进入到第三次菌丝阶段，并互相扭结成子实体原基，原基分化发育形成菇蕾，最后发育成完整的子实体——香菇。再由香菇产生担孢子。

三、生活条件

香菇生长发育所需要的生活条件，大体上包括水分、营养、温度、空气、光线、酸碱度等几个主要的因素。

1、营养 香菇是一种木材腐生菌，体内没有叶绿素，不能进行光合作用，而是依靠分解吸收木材内的营养为主。

在培养基中适合菌丝生长的碳源，以单糖最好，双糖次之，淀粉最次。氮源以有机氮为最好，矿物质营养以 CaCO_3 、 KH_2PO_4 等为主。

在段木中，菌丝除了吸收木质部和韧皮部中的少量可溶性物质外，主要是利用木质部中的木质素作碳源，利用韧皮部细胞中的原生质作氮源，沉积于导管中的有机或无机盐作矿质营养。因此，选择边材发达而心材较小的菇木，有利于香菇的生长发育。

在锯木屑栽培中，培养料内加入一些营养物质，如米糠、麸皮、糖、微量元素等，不仅菌丝发育良好，也有利于后期子实体的连续发生，以获得高产。

2、温度 香菇是低温、变温结实性真菌，温度是引响香菇生长发育最活跃的因素。但孢子，菌丝及子实体对温度的要求都不一致。孢子萌发对温度的要求一般在16~30℃，最适温度则为22~26℃；菌丝一般在3~32℃，适温10~28℃，最适温度为25℃；子实体发育温度在5~25℃，适温为12~17℃。香菇品种不同，对温度的要求也不同。

3、水分 水分是香菇生命活动的首要条件，但不同的生长发育阶段，对水分和温度的要求亦不同：菌丝生长时菇木含水量不应超过50%，空气相对湿度以70%为宜；出菇时，菇木含水量应增至60%左右，空气湿度则应保持在85~90%。在木屑栽培情况下，出菇时栽培块含水量亦为60%，含水量低于35%则出菇不佳；空气湿度则以90~93%为适宜。

4、空气 香菇是气好性伞菌，其生长

过程中也是吸入养气，排出二氧化碳。足够的氧气是保证香菇正常发育的重要环境条件。当空气不流通、不新鲜、氧气不足时，呼吸过程即受到阻碍，进而影响菌丝体的生长繁殖和子实体的发育，严重者引起死亡。缺氧时，菇丝借酵解作用暂时维持生命，但消耗大量营养，菌丝易衰老，甚至很快死亡，而一些霉菌或其它杂菌却易滋生。因此，选择菇场和建造菇房时，必须注意这些条件。

5、光线 强度适宜的散射光是香菇完成正常生活史的必备环境条件之一，散射光线可以促进菌丝发育，以及色素转化和沉积，强的直射光线则对菌丝有抑制和致死作用，在明室中菌丝易形成褐色的被膜。子实体分化时期，无光线时子实体则不能形成，即使形成了子实体，置于暗处也会产生徒长的倾向，这种香菇色淡，肉薄、柄长，质量低劣。当然过多的直射光线也是有害的。

6、酸碱度 香菇菌丝生长的最宜酸碱度是微酸性，PH值在3~7之间均能生长，其中以PH 5最为适宜，超过7.5则停止生长。

以上这些条件，都是相辅相成的，片面强调一方面而忽视另一方面，对香菇生长都是不利的。从菌丝生长到子实体形成，在营养条件完全满足的情况下，决定能否进入子实体分化阶段的主要因素是温度，湿度和光线，温度是先高后低，湿度是先干后湿，光线是先弱后强，这些条件是相互联系又相互制约。为搞好香菇生产，尽量利用和创造良好的香菇生长环境条件，设法避免和消除对它有害的因素，从而达到香菇稳产、高产、优质的目的。

第三章 香菇菌种

一、菌种类型及现

行品种特征

目前在生产上往往按菌盖大小、菌盖厚薄及发生时期来划分香菇菌种的类型。

1、按香菇菌盖大小划分：

大叶种：菌盖直径9~14厘米，大型，肉薄——肉厚，柄粗短。

中叶种：菌盖直径6~9厘米，中型、肉薄——肉厚，柄短细——粗短。

小叶种：菌盖直径5~6厘米，小型，肉薄——肉厚，柄粗短。

2、按香菇发生温度条件划分：

低温型：从头年秋末到来年四月出菇，出菇温度范围5~18℃。

中温型：春季和秋季出菇，出菇温度范围8~22℃。

高温型：夏秋季出菇，出菇温度范围12~25℃。

现行的香菇品种特性列表介绍于下。

香 菇 现 行 品 种 特 征

品 种 编 号	形 状	自然发生期	栽培最适期	发生温度	适 温	特 性
7401 (日农大叶)	大叶、肉厚、 淡褐色。	2~4月 11~12月	11~3月	8~20°C	低温性	菌丝繁殖极早，生活力强。菇形园整，肉厚、柄粗短、大型。低温干燥时长花菇，春后长薄菇，丰产品种。
7402 (日农中叶)	中叶、中肉、 淡褐色。	1~4月 11~12月	11~4月	8~22°C	中温性	菌丝繁殖极旺盛，生活力强，出菇早，产量高，丰产品种。
7403 (日农改良3号)	大叶、中肉、 淡褐色。	2~4月 11~12月	1~3月	7~18°C	低温性	早春低温出菇，肉厚、大小一致，寒冷后出菇更好，低温干燥时出花菇，春后长薄菇，丰产品种。
7404 (日农4号)	中叶、中肉、 淡褐色。	4~5月 9~11月	6~11月	12~25°C	高温性	菌丝强壮，自然出菇好，从高温开始到深秋为出菇期，出菇前要抑制生长，用18°C以下冷水浸泡10~18小时或经雨淋能大量出菇。适于鲜用。
7405 (日农5号)	中叶、中肉、 淡褐色。	4~5月 9~10月	5~11月	10~25°C	高温性	菌丝强壮，种植后六个月出菇，过夏后浸水，浸水后四季都能发生，可贵的优良品种。

二、菌种制备

(一)母种分离

所谓母种，就是从自然界野生或人工培育的子实体上，分离以获取香菇的纯菌丝，再进行繁殖原种或保存以用作菌种。分离香菇母种一般采取组织分离，孢子分离和菇木分离等三种方法。生产用种大多采取组织分离，杂交育种工作中多采用孢子分离，但均应经过出菇鉴定后，再用于生产较为稳妥。

1、母种培养基制作：培养基是人工合成的基质，能供应香菇菌丝所需的水分和营养。培养基种类很多，生产上常用的是马铃薯、葡萄糖、琼脂培养基（简称为PDA培养基），一般食用菌在这种培养基上均能生长。

①培养基的配比：

马铃薯(去皮)	200克
葡萄糖	20克
琼脂(即洋菜)	16~20克
水	1000毫升

②制作的步骤：马铃薯去皮，发芽薯块要挖去芽眼，称取200克洗净，切片，加水1000毫升，煮沸保持15~20分钟至薯块酥而不烂，然后用8层湿润纱布过滤，取其滤液：加足水至1000毫升，在滤液中加入洗净并挤尽水分的琼脂16~20克(如气温低，琼脂质地好可少加，反之则应多加)，煮至琼脂溶化(在加热过程中要不断的搅拌，以防焦底，火力适度，以免溢出)，用8层纱布过滤，滤液用热水补足至1000毫升，加入葡萄糖20克，搅拌溶化。

用漏斗或有嘴量杯趁热分装入试管，装至试管的1/5至1/4，装时勿使培养基沾在试管上部，特别不要沾在管口(易污染)，分装结束，塞上棉花塞，要求松紧适中，以利通气，满足菌丝生长所需的氧气，棉塞塞入长度约为总长的2/3，上部要大于管口，不能有缝隙，以防杂菌侵入。

棉塞的制作方法：先取一块较完整的略

大手掌心的棉花絮，平摊在左掌心，切勿将棉絮撕成碎块，大小厚薄要正适管口或瓶口的大小长短，右手捏住棉絮边缘往内卷，卷成圆柱形，而后右手的拇指和中指相对捏住棉絮，接着左手拇指和食指相对捏住棉絮，再用右手趁势捏成棉球塞入管口或瓶口三分之二处，而呈蘑菇形状。棉塞做得不好，会造成菌种污染，成品率降低的不良后果。

③高压灭菌：其原理是提高压力，使温度超过100°C，并保持高温、高湿、高压一定时间，以杀死杂菌菌丝及孢子，使之成为无菌状态。灭菌时，把塞好棉塞后的试管扎成捆，用油纸将管口棉花包住，或者散放在铁筐内，竖直放入高压灭菌锅内，上遮油纸(以防凝结水滴湿)，进行灭菌，灭菌要根据规定的压力和时间进行，否则会造成灭菌不彻底，致使杂菌污染，或灭菌过度而使培养基有效成分破坏，不利于菌丝的生长。一般斜面培养基只需在1~1.1公斤/厘米²的压力下，灭菌30分钟即可。

灭菌结束后，待培养基温度下降至60°C时，再取出搁成斜面，以免冷凝水积聚过多。搁置斜面时，先在桌上或架上放置一条小木方，将试管逐支斜放，使斜面达成试管长度的二分之一至三分之二，

高压灭菌注意事项、

1)锅内水量要适当。水少容易烧干，引起爆炸，水多则棉塞易受潮而感染杂菌，且加热时间长，浪费燃料，因此在首次使用时需先进行试验，做好水位高度标记。每次用后，要清除锅底积水，以防生锈，也有利于避免棉塞受潮。

2)灭菌开始，先盖上锅盖，必须对角同时均匀拧紧锅盖上的螺丝，以防锅盖松紧不均而漏气。灭菌结束时也要对角放松，以免热空气突然冲出，造成伤害事故。起火不能太猛，太猛易造成瓶子及试管爆裂脱底。

3)灭菌时，先要排清锅内冷空气，否则

会造成假升压（即压力已到温度不到）的现象，达不到彻底灭菌要求。用立式灭菌锅灭菌要先打开放气阀，边烧边放气，至蒸气烫手，即关上气阀，当压力达到0.2公斤时，再打开上下放气口，待压力下降到“0”时关闭所有放气阀，待压力回升至1公斤/厘米²，温度即达到121℃，保持30分钟即可。用高压大灭菌锅消毒培养基，待锅内压力上升，升至0.5公斤/厘米²时，逐渐开大放气阀，放净锅内冷空气至压力降至“0”，再关上放气阀，待压力升至1.5公斤，温度达到127℃，保持1小时即可。

4) 灭菌结束，应逐渐放气，最好让压力自然下降至“0”时，打开放气阀。排气太快，压力突然降低，棉塞及培养基易冲出。木屑一类代料培养基需待棉塞干后取出。

5) 无菌测定，要检查灭菌质量，可以每批灭菌试管中或料瓶中取出若干培养基，置28~30℃恒温中培养3天，无杂菌出现，表明灭菌彻底，可供接种之用，多次制作后，已有把握可不必每批测定。

但经灭菌测定发现杂菌，则应重新进行消毒方可使用。切不可粗心大意，造成损失。

以下两种培养基也可作母种培养茎交替使用。

1) 葡萄糖——麦芽膏——酵母膏培养基

麦芽膏	10克
葡萄糖	10克
酵母膏	4克
琼脂	18克
水	加至1000毫升
PH	自然

麦芽膏可用麦芽汁代替，10克麦芽膏可用18克勃力克司浓度的麦芽汁600毫升代替，制法同上。

2) 蛋白胨——葡萄糖——琼脂培养基

蛋白胨	2克
硫酸素 (VB ₁)	0.5毫克

葡萄糖	20克
磷酸二氢钾	0.5克
磷酸氢二钾	1.0克
硫酸镁	0.5克
琼脂	18克

制法同上。

2 分离方法

1) 组织分离法：香菇大多采用组织分离法获得纯菌种，因无性繁殖变异较小，操作简便，系取香菇内部组织的一小块，移放在琼脂斜面培养基上进行培养的方法。

种菇选择：要培养出优良菌种，首先要有种性良好的母种。好的品种又来自品质优良的香菇个体。因此种菇必须在出菇早，出菇均匀的丰产片上采取，要选菇大、肥壮、柄细而短、菇园整、菌盖呈深褐色、且无病虫害的、达九分成熟的香菇为种菇。

种菇处理：将种菇带入无菌箱内，用75%的酒精擦拭菌盖和菌柄，进行表面消毒半分钟后备用。

分离接种：接种区域及手均应用酒精擦洗，然后用消过毒的解剖刀（或小刀）在菌柄基部纵切一刀，用消好毒的手把种菌纵半撕开，就在菌柄和菌盖交界处，切5×10厘米、厚3厘米的组织块，再用消过毒的接种针把组织移接到琼脂培养基上，置25℃左右温度下培养3~5天，就可见到组织块上长出白色绒毛状菌丝（若在组织块外的地方长出的即为杂菌），并向培养基上生长，把这种菌丝移接到另一琼脂培养基上进行培养，就得到香菇母种。将母种保存在冰箱内备用。

2) 孢子分离法：孢子收集器消毒，采收孢子时要用孢子收集器，这样可以避免杂菌的感染，又可满足种菇所需要的空气和温度，有利于孢子的散落。取直径20厘米的搪瓷盆，衬3~4层纱布，上面放一套培养皿（皿盖朝下，皿底朝天放于盖上），皿底内放一个不锈钢丝的三角架，盖上有孔的汽油灯罩或钟罩，在罩孔上盖6~8纱布并扎

好，将收集器外面用二层纱布包扎好，然后置于灭菌锅内，在1公斤压力下灭菌45分钟，取出放入接种箱或接种室内备用。

接种箱消毒：先把接种用具、孢子收集器等放入接种箱内，用甲醛加高锰酸钾进行熏蒸。

消毒时具体用药量，应视接种箱大小而定，每立方米约用高锰酸钾5克，甲醛10毫升。如甲醛中有过多的白色沉淀，在熏蒸前应加几滴硫酸，一般密闭熏蒸半小时，即可达到消毒目的。接种箱内有紫外线灭菌灯的，应同时开灯灭菌，效果就更为良好。

香菇选择：同于组织分离法中的标准。

孢子收集与培养：把种菇携入无菌箱（室），用消毒小刀切去离菌盖1~1.5厘米以外的菌柄，用75%酒精消毒菌盖和菌柄1~2次，左手轻轻打开一面灯罩（或钟罩），右手持镊子夹住种菇插在三角架上，盖好灯罩，移至17℃左右培养室1~2天，即见到菌褶上的孢子大部分已落在培养皿内，形成一层白色粉末状物，即系香菇孢子（种子）。先落下的孢子小，3~4小时后落下的孢子最丰满，收集这种孢子最好。

在无菌操作下，用接种针挑取孢子，放入预先制备的无菌水中，呈孢子悬浮液（当肉眼看到水有一点混浊即可），用消毒注射针吸取孢子液1~2滴于琼脂试管斜面（或平板），或直接用接种针蘸取涂于试管斜面或平板），置25℃左右培养，3~9天左右（品种不同时，会有差异）即可看到琼脂培养基上有白色酵母状物（说明孢子已萌发），几天后即可看到放射状的白色菌丝（不乱、无皱褶），生成菌落后，选择最选萌发的孢子，并生长最好的菌落，挑入另一试管斜面进行培养，菌丝繁殖后，经多次纯化即可得母种纯菌丝。

3) 菇木分离法：是利用菇木中的菌丝，直接培养出纯菌种的方法。一般是在无种菇的情况下采用。此法较易为杂菌所污染。

选菇木：选取菌丝生长良好而未出过菇或刚出过菇不久、菌丝已恢复生长的菇木，无病虫害、无杂菌。

分离培养：取一小块木片放入无菌箱，用0.1%升汞溶液浸15~30秒，取出立即用无菌水冲先清除残余的升汞液，用无菌纱布将水吸干，放在另一块无菌纱布上，用灭过菌的榔头，解剖刀除去树皮部分，把木片劈成火柴梗粗细，用镊子把小木块接入琼脂培养基上，每管一块，置于25℃左右培养箱内培养，每天检查并拣去杂菌，见小木块上长出白色整齐的菌丝，并延伸到培养基上，即挑取这种菌丝，移接到另一试管中，进行扩大培养而得母种纯菌丝。

以上三种分离方法，常用的是组织分离法，如果进行杂交育种，则必须采用孢子分离法，而且要挑取单个孢子进行杂交。至于菇木分离法一般很少采用。后二者均易被杂菌污染，故采用时必须连续纯化多次，方能取得纯的香菇母种。

母种扩大培养，即将一支试管的母种，分接于许多支试管内繁殖培养。具体方法：在消过毒的接种箱内，用灭过菌的接种针挑取母种连同培养基一小块，放入琼脂培养基试管中间（一支可接种数十支），置25℃培养室内培养，10天后菌丝长满试管，便可用来接入原种培养基或作母种保存。

为防止一个好的生产母种因多年转管保存而发生变异或退化，可以采取优中选优的办法，在当年的栽培块上进行选优分离。同一品种的种菇之间也会产生差别，因此，即使组织分离所得，也必须进行出菇试验（原来保存的母种一起参加试验），方能选优去劣，以保证大面积丰产。

（二）扩大种的制作

1、原种 用组织分离或孢子分离等获得的试管母种，将其接入木屑培养基中培养成的菌种称之为母种。

1) 原种培养基的制作:

培养基的配比: 锯木屑	78%
米糠	20%
糖	1%
石膏	1%

锯木屑除松、柏、樟等含有杀菌作用的挥发性物质, 需特殊处理外, 其余阔叶树木屑均可直接使用, 而以硬质的壳斗科、桦木科的锯木屑为最佳。米糠应新鲜, 生虫或发霉的米糠不能使用。

拌料: 按上述比例称好各种培养料, 先把木屑、米糠、石膏拌匀, 然后加入已溶化的糖水和水, 拌搅均匀, 使培养基含水量达60%左右(大约每100斤干的料中应加入120斤水, 如木屑较湿则加水量减少)。简便测量方法是: 将拌好的料抓一把, 用力捏一下, 指缝间有水印而不滴水为度。木屑十分干燥或颗粒较粗, 应将调和好的料堆放半小时左右, 再试测一次, 如水分不够, 再适当加水或上下翻拌几次。

调节酸碱度: 一般情况下木屑、米糠均很新鲜, 又采用井水拌料, 酸碱度可不必测试, 若原料贮存时间过久, 酸化太甚, 或使用发过酵的蜜糖配料, 尽管香菇菌丝是属于微酸性的菌类, 也需要加入少量的石灰清水: 一是有利于调节酸碱度, 使PH达到6~6.5, 经过高压灭菌下降一些, 培养料即略为偏酸正适合香菇菌丝生长, 二是有利于减少霉菌的感染。酸碱度可用PH1~14范围的精密试纸进行测试。

2) 装瓶: 玻璃瓶先洗净, 倒尽积水, 装瓶时用左手握住瓶颈, 右手将料徐徐灌入瓶中。不断震动, 料装至瓶口, 然后提起料瓶, 在木屑堆中用力向下振动几下, 要求料上下松紧一致, 每瓶松紧、浅满一致, 连瓶重达1.7~1.9斤。再用扁形铁钩把培养料表面撒平, 压紧到稍高于瓶肩处。

洗涤: 洗净瓶口内外残留的培养基, 以减少杂菌感染。具体做法是: 装一桶水, 将

料瓶瓶口朝上放入水中, 先洗净外壁的残留物, 也可瓶口朝下没入水中, 由于瓶内有一定气压, 水也不会流入瓶中, 然后拎起, 将瓶颈斜倒入水中, 水至沿料的表面, 再转动瓶子洗净瓶颈的内壁, 切勿使水流入瓶内造成培养料含水量增大。待瓶口晾干, 再制作瓶塞(做法同前)塞上。

3) 灭菌: 将瓶子装入高压锅内, 在压力1.5公斤/厘米², 温度127°C, 保持1小时, 注意事项与前相同。

4) 接种: 灭菌后, 取出瓶子, 冷却, 用0.1%高锰酸钾溶液擦净瓶外污物, 放入接种箱(室)内, 熏蒸灭菌, 然后接种。一支母种试管可接4~5瓶原种。接种后置25°C左右培养室内培养。为了保证菌种质量, 接种后2~3天即应仔细观察, 检查有无杂菌产生。一般在母种块上出现白色、整齐、扇形向外伸长者, 即为香菇菌丝, 如在母种块外发现白色而散乱的菌丝, 而后又发现红、黄、绿、青黑色的菌丝, 即为链孢霉菌、青霉菌、黄曲霉菌、木霉菌等杂菌的孢子, 应及时清除。每隔2~3天应检查一次, 一直到料面长满香菇菌丝为止, 不能间断检查, 以后可隔一星期检查一次, 仔细观察中部及底部均无杂菌为合格。若杂菌清除不彻底, 则危害很大, 因为一瓶原种可以接80—100瓶栽培种, 原种带杂菌, 就会使大片栽培块污染。

2、栽培种

1) 玻璃瓶培养 原种在木屑培养基上扩大培养, 即为栽培种(其配比、装瓶、消毒与原种相同), 它系木屑栽培香菇的全部营养基础, 其好坏优劣将直接影响到香菇的产量与质量, 其要点:

i. 选好母种种性: 栽培种是由母种扩大而来的, 其母种种性的优劣, 直接影响到栽培时出菇的迟早、稀密、菇形大小、肉质厚薄, 所以栽培者必须根据本地区的气候条件选定品种, 即使是同一品种不同的种菇, 其

种性也会有差异，一定要精心选好种菇，才能证保大面积丰产。

ii. 掌握好菌龄：栽培种菌龄的长短。直接关系到出菇快慢、栽培块抗霉菌能力的强弱，要视本地区自然气温条件（一般均在自然温度下培养和栽培）及品种特性决定。由于培养时置于自然气温下，温度有高有低，很难单以时间为界，而应视菌丝生长情况，最适的菌龄是当菌丝已发到瓶底，再培养10~15天，瓶壁已出现少量白色突起为好。

iii. 控制培养温度促使菌丝生长健壮：香菇菌丝生长的快慢和强弱与温度直接有关。香菇菌丝的生长温度3~32°C，适温为10~28°C，最适温度为25°C左右，停止生长温度为3°C以下和32°C以上，致死温度为37°C。

香菇停止生长的温度是32°C，但必须考虑到两个温差：由于菌呼吸作用要放出热量，培养室温度与瓶内温度（即菌种温度）要相差3~5°C，气温越高温差越大，室温高达35°C时，瓶内菌温已达38°C左右。在生长温度之内，培养温度高，菌丝生长快，但这种菌丝纤弱，质量差。长期处于35°C以上，菌丝死亡或菌种变质；另一个温差是室温与接种箱要相差9°C左右，当室温达到38°C时，接种箱内温度达47°C，在这样的气温条件下，菌种受到高袭击，会发生接种块发黄、严重的会造成菌种死亡，所以气温高时接栽培种必须在夜间气温低时进行。制备栽培种期间，正值七、八、九月高温季节，要千方百计降低培养室的温度，培养室要尽量设在阴凉、通风换气条件好的地方，阳光直射的门窗上，要搭制凉棚，瓶与瓶之间要有1厘米的间隙，以利散发热量。培养3周后，瓶子的位置应上下里外调换，以利每瓶菌种的菌丝生长均匀和健壮，为今后出菇整齐打下基础。

iv. 提高成品率：代料栽培香菇，目前

的方法需要大量栽培种，因此制备栽培种的成品率高低，不仅关系到菌种的质量，还直接关系到成本高低，有的单位往往由于发生大量杂菌而失败。要提高成品率，其关键之一一是高压灭菌要彻底，高压灭菌时，冷空气要放净，棉塞不能受潮，第二，原种不可带杂菌，菌龄不要超过60天；第三，环境要净化，应做到在制种、培养区域内空气中，杂菌孢子的基数减到最低，以降低污染的比例。装瓶、消毒、冷却、接种、培养区域均需专人负责清洁卫生，坚持每天在空气中喷射药水，使用的药水可以经常调换，如0.25%新洁尔灭、0.1%肥皂水、500:1的多菌灵、5%的石炭酸。有杂菌的菌瓶要及时处理，最好拿到离接种室和培养区100米以外的地方埋好，或者浸入药水缸内，切勿使杂菌孢子乱飞而污染空气。

v. 拣尽杂菌：栽培种有了杂菌要严格拣尽，否则，会造成栽培块发霉而遭到失败。

2) 塑料袋培养 代料栽培香菇目前需要采用大量栽培种。用玻璃瓶培养，运输困难大，破损大，操作费工、成本较高，有的地方采购玻璃瓶困难。为了大面积发展和推广代料栽培香菇，也可用聚丙烯塑料袋代替瓶子培养栽培种，这样就可克服玻璃瓶培养的不足。塑料袋培养条件下菌丝生长和出菇情况与玻璃瓶培养相同。菌种培养料的配制也与瓶装培养相同。

袋式培养 装料比玻璃瓶培养简便，塑料袋长35厘米，宽17—22厘米，装料时张开袋口将料装至袋长三分之二处，连袋称重1.8~2斤，装好后双手捧住料袋（不要拎袋口上），将料撒紧，撒时四周紧些中间松些，再用纱布擦净袋口内壁及塑料袋整个外部，再捏紧袋口，穿过光滑的塑料环或竹环（环口直径3.5—4厘米，高3厘米），反转袋口包住塑料环，塞上棉花，外套牛皮纸袋，纸袋口用回形针夹住，装入消毒锅，经高温高压高湿灭菌（压力1.5—1.8公斤/厘米²，

保持1.5—2小时)。消毒时必须使袋内外气体平衡,以避免胀破塑料袋,若用土法消毒,更易保护塑料袋。

塑料袋代瓶,成品率提高比瓶装难,要提高成品率,必须做到:①塑料袋的加工质量要好、无破损。②严格执行操作规程,特别要做好环境净化工作。③严防温度过高。

3) 种木菌种:种木四份,木屑、米糠培养基一份,种木浸出液适量。制种用的种木分枝条型和三角楔木两种,以枝条型使用较多。枝条粗似铅笔,每段长一厘米;三角楔木厚约0.1厘米,长约1.5厘米,高约20厘米。种木应在清水中浸泡一夜,待种木充分吸水后,再拌入木屑、米糠培养基内,尔后装入750毫升的广口瓶中,加塞灭菌(1.2公斤/厘米², 1.5小时)。冷却后接入原种,每瓶接入母指大小一块即可,移入温室培养,待菌丝长满瓶后,即可用于段木栽培。

三、优良菌种的标准及保存法

菌种质量的优劣,直接影响香菇生产的成败和产量的高低。优良的菌种应达到“纯、香、白、壮、润”的标准。具体要求是:

(1) 纯:纯度要高,不得感染杂菌或混入其他类似菌种。

(2) 香:香味要浓,无论木屑或种木菌种,一打开就能闻到一股香菇特有的芳香气味,而无霉味、臭味。

(3) 白:菌丝色泽要洁白有光泽,无老化褐变,种木无软化,木屑内菌丝互相连接成块,不松散。

(4) 壮:生活力强,菌丝粗壮,分枝浓密。接到新的培养基上后,菌丝蔓延快,不

萎蔫,不衰老、不死亡。

(5) 润:培养料润湿,不干涸,含水量适宜。

如何进行优良菌种的保存呢?

选育或引进一种优良菌种是来之不易的。如果保存不好,会给生产带来很大损失。此外,母种培养结束之后,若没有及时接种原种,也应采取相应办法进行保护,以防菌丝老化和杂菌感染。因而菌种保存是一项十分重要且技术性很强的工作。

目前保存菌种较好的方法有:

(1) 低温保存法:将母种接在保存母种的培养基上,经培育成熟后,放在低于4°C的冰箱或冷藏库中保存;也可将试管口用蜡或火棉胶密封后,埋于固体尿素中,代替电冰箱低温保存。通常每隔3~4个月,菌种要重新移植一次。按同一方法将菌种接到新的培养基上,继续培养一星期左右,待菌丝基本布满斜面培养基后,再重新放回低温中保存。

(2) 常温生理盐水保存法:将固体培养基的母种,移入盛有60毫升培养液的250毫升三角烧瓶中,用180转/分的旋转摇床在27—28°C条件下振荡培养5—7天,然后分别接入装有5毫升无菌生理盐水的试管中。每管移植4—5个菌丝体,管口用胶塞蜡封紧,保存于室内,保存期最长可达16个月(在8~28°C之间的温度下)。

培养好的原种或栽培种,最好立即使用。若暂时未用,一般可在温度较低、干燥避光的场所进行保管,夏季应移入5—10°C冷藏库中保存。若发现杂菌感染,瓶底积满褐色液体时,应整瓶淘汰。

第四章 香菇段木栽培

一、段木准备及菇场选择

适合栽培香菇的树木有二百二十多种。不含灭菌性物质、材质较坚实，树皮不易脱落、不过薄，即使是空心、烂心、或树梢、树根、只要树皮较完整、边材有一定厚度的皆可使用。以壳斗科树种产量较高，而且分布较广。

新法栽培香菇要求树龄小、树径较小为好。同样的树种，小径木材比大径木材出菇早、产量高。6~15厘米的小径材，烂心快、出菇快。菇木的砍伐按香菇播种期决定，以分期砍伐为好。一般可于10月至翌年三月砍伐，最适砍伐期是树叶变黄开始落叶，此时营养丰富，树皮不易脱落，含水量高的树要提前放倒，连枝叶自然蒸发，半月后再接种；含水量低的树，砍后10天即可接种。砍伐菇木时应注意：①先留凉柴。即定好菇场后再砍树，按阳光直射、偏射情况留好矮凉树。②砍伐和搬运中要保护树皮。③砍倒后成株抽水，播种时再切成1~1.2米长的树段，断面和伤口涂上石灰水。④迟砍树木，树梢可朝下倒立。

在砍伐菇木前，必须选好菇场。菇场要求夏秋较阴凉而湿润（平均气温24~28℃，最高不超过32℃，相对湿度不低于75%）；冬春较温暖而干燥（平均气温不低于8~10℃，相对湿度不高于90%）；资源集中、集堆、运输、排放、管理方便，水源近；山腰东南向阳坡，上有遮阴树，冬春七阳三阴；夏秋七阴三阳；地表常年较湿润的肥沃沙壤土；如果选宅基，屋旁作菇场则要求环境洁净，空气流通，无阳光直射的地方。依菇木的数量，考虑发菌和排场出菇的需要，决定菇场的大小。每万斤菇木仅发菇起堆，需要60平方米面积的场地，排场出菇在此基础上还需扩大两倍以上。

二、消毒接种

菇木入场后，接着是打播种孔和消毒接种。通常使用打孔器、机动钻或钻眼机进行打孔。每一米长菇木的播种孔数依其木径而定，一般直径六厘米打六个，九厘米打十四个，十二厘米打十八个，十五厘米打二十三个，靠在菇木两端或切除树枝的伤口附近要打一孔。用锯木屑种菌的打孔数约为菇木直径的1.5倍，种木种菌菌丝蔓延力差的，打孔数还要适当增加1~2成。孔的排列成一直线，细原木二至三排，粗的可四至五排，每排打三至五个，排孔之间呈梅花形排列。打孔深度要入木质部分一厘米左右，厚皮树要深些，薄皮树要浅些。打孔后，紧接着用石灰水或火燵进行树表消毒，再行接种。

冬季菇木含水量60%以下，应结合砍伐菇木随砍随接；春回地暖，菇木水分回升，含水量不超过70%，可以春砍春接，菌丝成活率高达95%以上。为了减少杂菌污染，要边打孔、边消毒、边接种，防止泥沙进入播种孔。由于香菇是好气菌，接种后的菌丝先从形成层成活、生长、成纵向蔓延，逐步形成纺锤形，再相互连接成一纵线，向横的方向扩展。若用锯木屑种菌，种菌入孔以八成左右为宜，不要塞得太结实。填上种菌后，用原来的盖子盖住播种孔（如重新做盖，以厚树皮盖为好）或以黄蜡封口也可以。为了使接种顺利进行，可按打孔、接种、盖树盖的顺序进行操作。如用种木菌种，播种孔的深度要和种木长度一致，整个种块要能全部放进播种孔为好。播种孔过浅，则种木裸露外面，菌种发挥不了作用。

三、菇木管理

香菇菌丝易于通过原木的导管侵入到内部逐渐繁殖。接种后到菌丝成活以前，菌种

对温度、湿度是很敏感的，对外界不良环境的抵抗力很弱，过于干燥，菌丝的成长力很差。一旦侵入菇木，抗逆力就大幅度提高。加强接种后十至二十天时期内的管理，是决定香菇产量的关键。

春天气候干燥，接种后的菇木应及时码堆。首先码堆场要清理干净，用枕木或石头做成高10—15厘米的堆脚。菇木分树种，粗细堆放，如菇场潮湿，则横竖成“井”字交叉堆码，横向摆放在枕木上。菇木与菇木间留一定间隙，堆高一米。干燥的地方，段木可以顺向堆一米高，码成长垛形。在无人工阴棚的条件下，堆垛应复盖树枝、茅草等。如用塑料薄膜保温保湿，不要封死堆脚，以便通风透气，避免滋生杂菌或烧死、闷死菌种。

码堆后要注意保温保湿，及时翻堆、通风换气、浇水等管理。堆内温度经常调节到24—27℃。堆内温度过低，白天要敞堆多吸收阳光照射，傍晚用塑料薄膜严密保温；堆内温度太高，可在堆上用树枝、竹子或草帘搭凉棚遮光降温。堆内温度一般保持在80%左右，不能过高（90%以上）或过低（60%以下）。码堆一周后，要常揭开复盖物通风换气，二十天后每天通风换气一次，以免堆内二氧化碳浓度增高，引起菌丝窒息死亡。一月以后，每半月或一月翻堆一次，使菌丝迅速蔓延。码堆后的前十天不需浇水，十天后应结合第一次翻堆浇水。以后，视菇木干湿情况，结合翻堆浇水，接种一月后，全面检查接种段木，发现死种应即时补种，力争“全苗”。如发现杂菌，应随时用小刀刮除烧毁，并用1—3%生石灰水或2—5%漂白粉水在有杂菌部位消毒。用煤油喷灯烧杂菌，效果也很好。发现病虫害可选用高效低毒药剂，如500—600倍鱼藤精或800倍除虫菊乳油、或50%乳油敌敌畏800倍喷雾防治。

四、架木出菇

头年初冬和当年早春接种的菇木，经过一个夏季，有6—9个月的时间，大部分菌丝已生长发育成熟的，只要温度、湿度适宜，就会出菇，这时应将成熟的菇木进行干燥处理，促使子实体原基的形成，并将菇木及时转移到出菇场地让其出菇。

进入深秋季节，平均温度下降到20℃左右，香菇即将开始发生，这时应将菌丝成熟的、未成熟的和有杂菌的菇木分开。菇木鉴别方法：（1）用手指按树皮有弹性感觉，用刀背或手敲打菇木发出半浊音或浊音，只要无杂菌感染，说明菌丝生长良好，菇木已成熟，达到了出菇阶段；如树皮坚硬，发出的声音清脆，则菌丝尚未成熟。（2）树皮上呈黄色或黄褐色，形成层有浓密的菌丝，组织松软，具有新鲜香菇香味，为良好的菇木；呈灰黑色或其他颜色，或带腐朽味者，则为杂菌感染。（3）菇木外皮与砍伐时无多大差别，接种穴周围有香菇菌丝蔓延，树皮与木质部紧贴，是菌丝尚未成熟的菇木，（4）菇木表面有许多小瘤，瘤的上部有些小口裂开，露出细小白色组织，有的虽看不到小瘤，但手摸菇木表面粗糙不平，说明子实体原基已形成，即将出菇。这种菇木要尽快移入出菇场，加大湿度，让原基膨大形成菇蕾。

菌丝生长不成熟的菇木，留在发菌场继续培养菌丝，不要急于搬入发菇场，以免湿度太大影响菌丝的发育。生有杂菌的菇木应单独堆放，避免杂菌孢子传播到其他菇木上。

原基尚未形成但菌丝已成熟的菇木，要放在通风干燥处堆成“井”字形，既不要让雨水淋着，又不能被阳光直射，使菇木自然干燥。一般情况下，有半个月至二十天时间，当菇木含水量降到45%以下，温度适宜，就会在菇木的树皮下形成原基。原基形成后，应及时将菇木浸泡在清水中（水越冷越好，但以不结冰为限），上面压上石块，如

无水池可用喷灌浇水，无论是浸泡还是喷灌，菇木必须湿透。头年出菇的菇木浸泡一天，两年以上的老菇木浸泡30—40小时。随后用木锤或木棒在浸透水的菇木两头敲打几下，或将菇木举起直立在石头上轻轻碰击几下（注意不要碰伤菇木和树皮），使菇木受到机械刺激，随即堆集起来，上面和四周用草席或草盖好，保温保湿2—3天，待菇蕾长至指头大小时搬入出菇场搭架。此外，成熟的菌丝若遇到干燥，降温，就会形成原基。在湿度增大，温度回升和机械刺激的情况下，原基膨大成菇蕾，在适宜的环境条件下长成香菇。

香菇形成后，为使香菇正常生长发育，便于采摘，应将菇木移至风小、暖和、湿度大的出菇场，搭成人字形架子。搭架的方法是两头先栽两根木叉，中间架一根横木，将菇木交替排列斜靠在横木两边，大头朝上，小头着地，菇木间留10~15厘米的距离，以便采摘。横木离地约60厘米，场地潮湿搭高些，干燥则搭矮些。头年出菇的新菇木斜度大些，多年的老菇木斜度小些。

从菇蕾到香菇成熟一般需10天左右，气温低需半个月，在20℃的气温下，5—7天就成熟。在子实体生长发育阶段，主要是调节菇场内温度和湿度，使菇木含水量保持

在60%左右，空气相对湿度85—90%，超过95%时易烂菇。场内风力不能过大，以防水分散失。湿度低时可向地面或遮阴树上撒水。已开伞的香菇遇水后菌盖颜色变深，严重的甚至变黑，因此这个时期要避免香菇菌盖湿水。香菇虽然喜欢低温，但温度低于4℃时就会停止生长，长期处于0℃以下的寒冷环境中，菇蕾就会冻死。菇蕾最怕霜冻，霜期较长的地区要注意防霜。

香菇自然发生季节里，香菇生长八成熟时，菌盖边缘向内卷曲，为采摘适期，这时的香菇重量足、香味浓、菌肉厚、质量好。

五、菇木休息

采收后的菇木，由于消耗了大量养分，菌丝非常衰弱。如果忽略休息时期的管理，很易造成菇木脱皮、菌丝死亡，严重影响下批产量。主要原因是浸水后的菇木内部间隙基本填满水份，缺少空气。另一方面，采菇后树皮上的窟窿菌丝如果没有得到愈合，极易感染杂菌。对菇木休息通常采取干燥管理。香菇采收后，菇木以复瓦式排放，菇木上方用塑料薄膜搭棚防雨，菇木尽量放稀疏些，使之通气，让菇木皮层更快收缩，与木质部紧密粘合，促使菌丝恢复活力，避免菇木脱皮，污染杂菌。一般休息半月左右。

第五章 香菇代料栽培

香菇代料栽培与段木栽培相比较，具有原料来源广泛，生产周期短，产量高，花工省，成本低，操作方便，易于管理，减少树木砍伐量，利于森林资源保护等优点。近年来在全国许多地区获得成功和推广，受到了广大菇农的欢迎。香菇的代料栽培也是实现工厂化生产香菇的最优途径。

一、代料配方

按照香菇在腐木中摄取的营养成分比例，将经过粉碎加工的各种树枝，农作物稿秆，木屑以及甘蔗渣等农副业下脚料，配制成适于香菇生长的培养基。但由于各地可资配利用的原材料不尽一致，应根据当地资源选择配方。