



Yao yong jian zai pei yu ji gong

药用菌栽培与加工



李健 编著

中国农业科技出版社

药用菌栽培与加工

李 健 编 著

中国农业科技出版社

(京)新登字061号

内 容 提 要

本书介绍了灵芝、茯苓、猪苓、蜜环菌伴栽天麻、冬虫夏草、猴头、香菇、金针菇等多种药用菌的药效功能及经济价值,生物学特性,菌种的制备和保藏,栽培和深层培养工艺。本书可供广大林场和药材部门的科技工作者及食用菌栽培专业户参考,也可作为农业职业中学的教材。

药用菌栽培与加工

李健 编 著

责任编辑 张荣菊

中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北医学院印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 4.25 字数: 94千字

1992年4月第一版

1992年4月第一次印刷

印数: 1—10000册 定价: 3.90元

ISBN 7-80026-274-x/Q·4

前 言

在历史悠久的我国中草药宝库中，药用菌占有着重要的、无可替代的位置，如：灵芝、茯苓、猪苓等等，都早在东汉的《神农本草经》、宋代的《图经本草》以及著名的《本草纲目》等古代医药著作中有所记载。

当前，我国药用菌的研究与生产正处于蓬勃发展时期，药源主要来自野生、人工栽培和深层培养三个方面。但由于野生药源资源有限，因此，人工栽培和深层培养已成为发展药用菌生产的重要途径。

本书内容均系作者多年实践的经验总结，因之翔实可靠，文字也力求通俗易懂。主要介绍灵芝、茯苓、猪苓、蜜环菌伴栽天麻、冬虫夏草、猴头、香菇、金针菇等多种药用菌的医药效能、经济价值、生物学特性、菌种制备与保藏、栽培与深层培养工艺以及如何在生产过程中防治可能出现的病虫害等。可供广大农民、林场和药材部门科技工作者参考，也可作为农业职业中学教学的参考资料。

本书在编写过程中，得到河北省农林科学院农业物理生理生化研究所副研究员田子成同志的支持和帮助，深表谢忱。

编著者

一九九二年三月于石家庄

目 录

灵芝生产技术

一、 灵芝的生物学特性.....	(1)
(一) 形态特征.....	(1)
(二) 生活史.....	(2)
二、 灵芝生长发育的条件.....	(2)
(一) 营养.....	(2)
(二) 温度.....	(3)
(三) 水分和湿度.....	(4)
(四) 氧气.....	(4)
(五) 光照.....	(4)
(六) 酸碱度 (pH值)	(4)
三、 菌种分离和培养.....	(6)
(一) 母种培养基的配制.....	(6)
(二) 分离方法.....	(6)
(三) 原种培养.....	(6)
(四) 栽培种培养.....	(7)
四、 人工栽培.....	(8)
(一) 袋式栽培灵芝的适宜期.....	(8)
(二) 装料和灭菌.....	(8)
(三) 接种和培养.....	(9)
(四) 出芝管理.....	(10)
(五) 采收.....	(10)

灵芝生产技术

灵芝 [*Ganoderma lucideim*] 是一种名贵的药用真菌。全世界已知灵芝种类百余种，在我国已记载的有57种，占总数的二分之一。灵芝在分类学上属于担子菌纲，多孔菌目，多孔菌科，灵芝属。根据形态和颜色区分，一般以红灵芝（赤芝）为代表种；此外还有常见的紫灵芝；以及很少见的黑芝、白芝、青芝、黄芝等。灵芝是一种名贵中药，古代医书《本草纲目》中早有记载。灵芝的药用价值很高，据分析，灵芝含有甘露醇、麦角固醇、腺嘌呤、尿嘧啶、尿嘧啶核苷、海藻糖、硬脂酸、腺嘌呤核苷、苯甲酸、虫漆酸、虫漆异酶以及多种氨基酸等。灵芝性温、味淡。能保肝、解毒、强心、镇静、抗惊、滋补、健脑、消炎、利尿、益胃，对支气管哮喘、克山病、冠心病萎缩性肌强直、多发性硬化症等均有一定的疗效。近年来，中国和日本有关科研工作者试验证明，灵芝还具有治癌和防癌作用。现已制成灵芝片剂、粉剂、糖浆和灵芝酒等，上述灵芝药品都是用灵芝的子实体或深层培养的菌丝体为主要原料配制而成的。

一、灵芝的生物学特性

（一）形态特征

灵芝是由菌丝体和子实体组成。菌丝为白色，透明，具

有分隔和分枝，表面常分泌有白色草酸钙结晶。子实体有菌柄、菌盖和子实层(菌褶下边)三部分组成。成熟的子实体木质化，皮壳组织革质化，有红褐色光泽；菌盖多为肾形或半圆形，近圆形的少见。菌盖下有侧生的圆柱状菌柄，偶而也有中生的。菌盖背面的多孔结构叫子实层，有无数小孔，呈管状，白色或浅褐色，孢子就从管内产生的，孢子褐色卵形。由于灵芝的种类不同，它的形态和颜色也不相同。

(二) 生活史

灵芝和其它担子菌基本近似。简单地说，子实体成熟后产生担孢子，在适宜的温湿条件下萌发成芽管，经过质配、核配、减数分裂亲合过程，形成单核菌丝，有亲合力的单核菌丝经过锁状联合形成双核菌丝，生理成熟产生子实体，又产生担孢子，这就是灵芝的生活史。

二、灵芝生长发育的条件

(一) 营养

灵芝是木质腐生菌。灵芝生长发育过程中需要广泛的碳源、氮源、矿物元素及生长素等营养源。碳源主要以葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉、果胶、木质素、纤维素、半纤维素为主，从中获取能量并合成本身所需的物质。对一些简单的小分子化合物如单糖、有机酸可直接吸收利用。而对大分子聚合物如木质素、纤维素、淀粉等，不能直接吸收利用，灵芝必须由菌丝分泌出胞外酶液，在适宜的条件下，将其分解为简单的糖类，才能被吸收利用。

灵芝所需氮源主要以有机氮，如蛋白质、蛋白胨、氨基

酸等为主，也能用尿素、铵盐、硫酸铵作为氮源。在灵芝深层培养时，加入一定比例的碳源以蔗糖为宜，同时加入适量的有机氮是十分必要的。氮源用量不能过多，否则菌丝生长虽旺盛，但很难形成子实体。灵芝菌丝生长阶段，碳：氮应为25：1，而子实体生长发育阶段碳：氮则为30：1或40：1较为适宜。

灵芝生长发育还需要适量的钙、磷、镁、钾等微量元素，一般来说，除母种培养基和深层培养时加入适量微量元素，而栽培时，自来水和农副产品原料中所含的微量矿物元素，就可以满足灵芝菌丝和子实体的生长要求。

人工栽培灵芝时，对原料要求必须按比例配备，一般利用80%的杂木屑、棉籽皮、玉米芯、甘蔗渣、豆秸等再加20%的麦麸、米糠、黄豆粉（豆腐渣或豆饼亦可）、玉米粉等和微量的硫酸镁、磷酸二氢钾或过磷酸钙等就能满足其营养需要。

（二）温度

灵芝是高温型真菌，在生长发育过程中，要求较高的温度，其温度范围为3—40℃，以26—28℃为最佳。深层培养灵芝，菌丝的最适生长温度为28℃，但不能低于27℃，否则菌丝生长就受到明显抑制；也不能高于30℃，否则菌丝生长容易衰老自溶，培养液也变成深色。实践证明，子实体生长在24—28℃之间长势最好，在18℃以下，子实体则不能正常生长发育；灵芝原基形成和子实生长阶段不需要温差刺激，温差过大时，易生长鹿角形、鸡爪形或圆球形等畸形芝。人工栽培灵芝一般在春、夏、秋季利用自然温度栽培，这时气温较稳定，而冬季室内栽培要加温，必须保持恒温。

（三）水分和湿度

水分是灵芝生理活动的中枢，但一定要适宜。人工栽培的培养基含水量以65%为宜。水分过少，菌丝生长细弱而且难以形成子实体；水分过多，菌丝生长受到抑制。子实体生长阶段，空气的相对湿度保持在85—95%为宜。在室内或塑料棚内栽培时，应适当处理好通风与保湿的矛盾。

（四）氧气

灵芝是好气性菌类。如果通风透气不良，造成二氧化碳积累，加上高温高湿，极易造成杂菌污染，导致病虫害发生，或畸形生长，如菌柄长、盖小、不开伞或长成球形、鸡爪形灵芝。二氧化碳浓度过大，甚至会造成灵芝子实体停止生长。因此，既要通风透气，又要保温保湿，不可偏废。

在发酵罐培养菌丝时，料液一般为罐容积的三分之二，通气量以1：1—1：0.5为宜，搅拌器转速以100—150次/分钟为宜。过高的转速会把菌丝打断，不利于菌丝生长。培养罐无机械搅拌器时，可以适当增加通风量，达到使罐内培养液充分翻动的目的，增加氧气在培养液中的溶解量，有利于菌丝生长。

（五）光照

灵芝子实体生长阶段需要适量的散射光或反射光，但不要直射阳光，特别是幼芝对光照最敏感，光照过强或过弱均不利于子实体生长。菌丝生长阶段不需要光照，尤其深层培养，强光对菌丝生长有明显的抑制作用，因此，在黑暗或微弱的光照下培养菌丝为宜。

（六）酸碱度（pH值）

培养基的pH值在3—7.5之间，灵芝的菌丝都能生长。

但以5—6最适宜。灵芝深层培养以pH值4.5—5时为宜，在这种条件下菌丝生长迅速。通常，灵芝深层培养都采用自然pH值，即配料时，不再加酸或碱进行调节。自然pH值为5.8—6.0之间。在培养过程中，当pH值降低到2.5—3.0时，便可终止发酵。

笔者经过多年栽培实验证明，在营养条件和酸碱度等得以满足的情况下，灵芝能否进入子实体分化阶段、能否长柄和结盖，关键就在于能否保持适宜的温度、湿度和光照，特别是通风换气是促使灵芝结盖的重要条件。而且还证明，结盖后，严格控制其生长条件，又可以再次长柄结盖，也就是形成双层菌盖的灵芝，这样一般可以增产30—80%。

从生物学观点看，灵芝的栽培成功不仅要求生长菌丝，而且要求长柄结盖。结盖是营养生长进入繁殖生长的转折点。子实体原基的出现，表示灵芝由菌丝体进入子实体生长阶段的内在生理条件已经成熟。但是，子实体原基能否生长和分化，要看环境条件是否适宜。如果不适宜，原来的子实体原基就会逐渐死亡，新的原基又会陆续出现，这就达不到栽培的目的。因此，当子实体原基形成后，应立即创造有利于子实体发育的环境条件，只有保持适宜的温度、湿度、光照、通风换气等条件，灵芝才能发育完美。培养好的灵芝，它的柄正常，盖大而厚。但有的种类由于通风不良，生长条件不适宜，长势很差或不生长；有的种类虽可生长，但发育畸形，子实体呈鸡爪状或鹿角形，甚至长成脑状或球状，不结灵芝盖。此外，有时发现菌丝生长良好，但不一定形成子实体，可见菌丝和子实体的生长要求条件不同。

三、菌种分离和培养

(一) 母种培养基的配制

一般采用马铃薯、葡萄糖(或蔗糖)、琼脂培养基,取马铃薯200克去皮洗净切成小块,加水1000毫升,煮熟、过滤、取汁液,补加水到1000毫升,加入琼脂20克,煮沸溶解后,再加入糖20克、硫酸镁1.5克、磷酸二氢钾3克、维生素B₁0.05毫克,煮熟溶解后,在无菌室内即可做平板培养基,也可以做斜面培养基。

(二) 分离方法

选采鲜灵芝,经表面消毒后,在无菌条件下切取菌盖与菌柄之间的一小块组织,放入已制备好的培养基上,在25℃左右的条件下培养,当组织周围长出菌丝,立即将菌丝移至斜面培养基上进行培养和保藏,这就是母种。这种分离菌种的方法叫“组织分离”法。比孢子分离法操作手续简单。

(三) 原种培养

培养基及培养基组成

1. 杂木屑78%, 麸皮或米糠20%, 蔗糖1%, 石膏粉1%, 培养料含水量55—60%;
2. 棉籽皮90%, 麸皮(米糠)9%, 石膏粉1%, 培养料含水量65%;
3. 玉米芯(粉碎似玉米粒大小)50%, 杂木屑50%, 石膏粉1%, 培养料含水量60%;
4. 甘蔗渣40%, 杂木屑60%, 石膏粉1%, 培养料含水量60%;

5. 杂木屑75%，麸皮25%，硫酸铵0.2%，培养料含水量55—58%。

配制原种培养基，不能用松、柏、杉、樟树等木屑，因其对灵芝菌丝生长不利。在配制培养基时，将木屑、棉籽皮、麸皮或米糠、石膏粉等拌匀，蔗糖溶解于水中洒入料内，加水拌料，以手握料时，指缝漏水但不滴水为度。然后将料装入广口瓶或塑料袋内，用手压实、塞棉塞、扎口，进行灭菌，高压灭菌压力1.5公斤/厘米²，灭菌2小时；常压灭菌间歇灭菌4小时，待料冷却到常温后，移入无菌箱或无菌室接种。

（四）栽培种培养

栽培种的培养基配方、培养温度等条件都与原种一样，不再重述。下面介绍几种简易的栽培种培养基配方，便于在农村或城镇推广试用。它具有原料来源广、成本低、菌丝生长壮、出蕾率高等优点。

培养基组成

1. 杂木屑75%，麸皮25%，含水量60%；
2. 杂木屑75%，麸皮25%，硫酸铵0.2%，拌料含水量60%；
3. 杂木屑50%，麸皮50%，尿素0.1%，拌料含水量60%；
4. 棉籽皮80%，麸皮20%，蔗糖1%，拌料含水量60—65%；
5. 玉米芯（粉碎）50%，杂木屑30%，麸皮20%，拌料含水量60—65%；
6. 杨树叶75%，米糠25%（或加麸皮），拌料含水量

量60%；

7. 稻草粉45%，杂木屑30%，麸皮（或米糠）25%，拌料含水量60—65%；

8. 杂木屑50%，黄豆粉25%，麸皮25%，拌料含水量60%。

四、人工栽培

灵芝的栽培方法很多，有的采用段木栽培，栽培方法和黑木耳段木栽培基本相同，缺点是成本高，工序多，生长周期长，产量较低。目前多采用代料袋式栽培，成本低，工序少，生长周期短，产量高，其栽培管理方法基本与瓶栽相同。下面介绍灵芝的袋式栽培法。

（一）袋式栽培灵芝的适宜期

根据我国北方的气候等自然条件和灵芝适温情况，华北五省每年5月至6月及8月至10月初，这段时间利用这两个季节的自然温度均可栽培灵芝；如有空调设备或能在冬季加温，常年都能栽培灵芝。

（二）装料和灭菌

原种可用直径15厘米、长度25厘米、厚3—4丝米的小塑料袋装料，经灭菌、接种、培养发菌。栽培袋装碎料可用直径15—17厘米、长33厘米、厚3丝米的聚丙烯或聚乙烯塑料袋。将培养料拌好后，焖放半小时后装料。装袋前，应检查袋有无破损，凡破损袋一律不能用。常规塑料袋可装干料0.25—0.3公斤。装袋时用手压实，料面要平，然后用锥形木棒从料面中央扎一直径2.5厘米的通气孔，袋口最好套颈环，

塞好棉塞，包一层牛皮纸。

如用瓶栽灵芝，可选用容积为500—1000毫升、口径为3.3—4.6厘米的广口瓶，瓶装料法与袋装料法基本相同。

灭菌时，将料袋（或瓶）分层排在锅内，在1.5公斤/厘米²的压力下灭菌2—3小时，或常压灭菌（100℃）间歇灭菌4小时，要求当天装料当天灭菌当天接种（袋或瓶出锅后待料温降到30℃时即可接种），否则，培养料会变酸，栽培后期易污染。

（三）接种和培养

接种时一定要做到严格消毒和无菌操作，才能避免污染以提高接种的成活率。若有条件，可用接种器或在接种箱内接种更好，若无接种箱，可因陋就简，在酒精灯火焰上方或在小锅煮开水蒸气上方或在蚊香箱熏烟上方（即无菌区）接种亦可，但必须将接种室内和接种工具严格消毒。具体做法如下：将灭菌后冷却的袋（瓶）放入接种箱，接种工具应先在消毒液中浸泡再放进接种箱内，然后熏蒸灭菌，每立方米用高锰酸钾5克、甲醛10毫升，混合后灭菌熏蒸半小时，有条件的可用紫外线灯灭菌效果更好，无接种箱设备的，可用0.1%的来苏尔溶液在接种室内喷洒，关好门窗，在酒精灯或蒸气之中，接种也能成功。接种前，工作人员戴上口罩，用肥皂洗手三次，才能进行接种。接种量占干料的10—15%。

接种后，将袋口（或瓶口）塞好棉塞并包扎牛皮纸，移到培养室进行培养发菌。培养室在使用前两天灭菌，把菌袋放在培养架上，且勿堆放。保持室温24—28℃，空气相对湿度45—60%。在室内暗光下发菌，一般接种后25天左右菌丝便可长满袋或瓶。在发菌阶段，应加强管理，防止杂菌污

染。如发现污染，应及早除治，严防杂菌滋生扩散。

(四) 出芝管理

经培养，待袋内或瓶内长满菌丝后，逐渐进入子实体的形成和分化阶段。这时，在培养基上表层出现象指头大的白色疙瘩，这就是灵芝子实体的原基。可继续培养生长接近于棉塞时(这时将袋(瓶)直立摆放在床架上)，便可以将棉塞拔掉，以利于子实体的形成和分化。在这段时间，一定要保持适宜的温度、湿度、光照和控制通风量。温度要保持在 $26-28^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度应保持在75—90%；在子实体发育期，空气相对湿度要保持在85—95%。空气相对湿度的控制可用干湿球温度计测定。光照一般以散射光或反射光为宜，避免日光直射，也不需要每昼夜24小时进行光照。灵芝对二氧化碳非常敏感，尤其在结盖时期进行每天通风换气是很必要的。否则，菌柄长、不开伞或畸形。

(五) 采收

菌柄长出袋(瓶)口，如条件适宜便很快长出菌盖。菌盖是一圈圈内外扩散生长的，当菌盖边缘无浅黄色圈时，盖已停止生长，但还可加厚。

灵芝子实体生长初为白色，后变为淡黄色，经过2—3个月就变为紫色、褐色或红色。当菌盖边缘不再生长，菌盖下端子实层内长出棕红色担孢子时，表明子实体已成熟，即可采收。采收前应注意收集子实体放出的孢子，以便供临床使用。采收时，连菌柄一起拔出，然后剪去菌柄下端带有培养基的部分，及时阴晾干，不用晒干，然后送医药部门经鉴定后，再出售或自用。

五、灵芝液体深层培养

灵芝深层培养是药用菌生产的一种新技术，具有生产周期短、产量高、培养条件易于控制、机械化程度高等优点。临床证明，深层培养的灵芝菌丝体和培养液，与人工栽培的子实体一样，临床时具有同样的疗效。

（一）液体深层培养的培养基配制

配方 1：

葡萄糖2%，黄豆饼粉1—2%，蛋白胨0.2%，硫酸铵0.2%，氯化钠0.25%，磷酸二氢钾0.05%。

配方 2：

玉米粉1%，葡萄糖2%，酵母粉0.5%，磷酸二氢钾0.1%，硫酸镁0.075%。

配方 3：

花生饼粉2%，蔗糖2%，硫酸铵0.25%，碳酸钙0.2%，硫酸镁0.075%。

上列各配方可供种子罐及发酵罐所用。

（二）放罐标准

①菌丝体含量 15—20%（湿重）或者1.5—3%（干重）； ②发酵液pH值2.5—3.0； ③气味 清香； ④残糖 0.1%左右； ⑤菌丝体形态 菌丝衰老，少数自溶，无锁状联合； ⑥培养周期 4—7天。

（三）对培养基营养成分的分析

实践证明，在深层培养的培养基营养成分中，对碳源的需求以蔗糖较宜，用量为2%。对氮源需求，加入有机氮源

是十分重要的，在各种天然复合有机氮源中，以花生饼粉较好，黄豆饼粉和玉米粉次之。如果将1%的花生饼粉和1%的玉米粉混合使用，灵芝菌丝体生长情况也较好。

灵芝菌丝生长还需要适量的钙、磷、镁等无机元素。在深层培养的过程中，培养基要逐渐变酸，为了在一定时间内维持pH值，使培养液不至于酸性过大，加入0.2%的碳酸钙是必要的。

(四) 深层培养条件

1. 温度 深层培养最适温度以30°C为宜，菌丝生长温度在28°C也可以。培养温度低于27°C时，菌丝生长受到明显抑制，高于30°C时，菌丝生长易衰老自溶，培养液变成深色。

2. pH值 灵芝深层培养以pH值4.5—5为最适宜，在这种条件下，菌丝体生长迅速。培养基的pH值为3时，菌丝不能生长。pH值升高到7—8时，菌丝生长非常缓慢。通常，灵芝深层培养都采用自然pH值，即配料中不再加酸或碱进行调节。一般的自然pH值为5.8—6.0之间。在培养过程中，当pH值降低到2.5—3.0时，便可终止发酵。

3. 通气和搅拌 在发酵罐培养时，料液一般为罐容积的三分之二，通气量以1:1—1:0.5为宜，搅拌器转速以100—150次/分钟为宜。过高的转速会把菌丝打断，不利于生长。培养罐无机械搅拌器时，可以适当增加通气量，达到使罐内培养液充分翻动的目的，增加氧气在培养液中的溶解量，有利于菌丝生长。

4. 光照 深层培养中，强光对菌丝生长有明显的抑制作用，适宜在黑暗或微弱的光照下培养。

5. 菌种和接种量 冷藏的固体斜面菌种用于液体培养