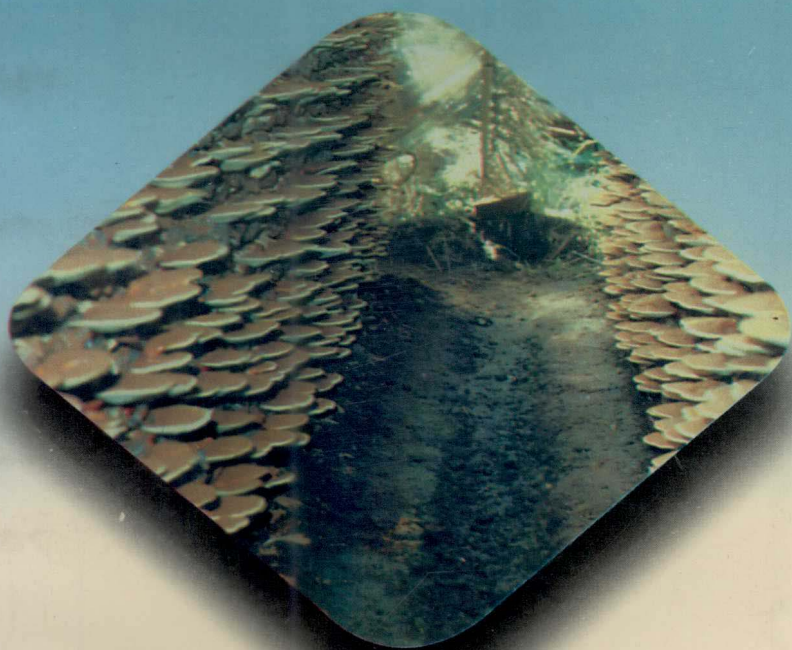


食用菌类

农村致富金钥匙丛书

灵芝高产栽培与深加工技术

赵维忠 张桂珍 编著



辽宁科学技术出版社

农村致富金钥匙丛书·食用菌类

灵芝高产栽培 与深加工技术

赵维忠 张桂珍 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

灵芝高产栽培与深加工技术/赵维忠,张桂珍编著. - 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 7-5381-2642-2

I. 灵… II. ①赵… ②张… III. ①灵芝-栽培②灵芝-加工 IV. S567.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 07669 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:4¹/₈ 字数:88,000

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:6.00 元

目 录

一、灵芝的生物学特性·····	1
(一) 灵芝的形态特征 ·····	2
(二) 灵芝的生活史 ·····	4
(三) 灵芝生长发育需要的条件 ·····	5
二、灵芝的菌种制备·····	8
(一) 制种的主要设备 ·····	9
(二) 母种的制备·····	30
(三) 原种的制备·····	37
(四) 栽培种的制备·····	43
(五) 液体菌种的制备·····	43
(六) 选用优良菌种·····	49
(七) 严防制菌中的污染·····	51
(八) 菌种的复壮和保藏·····	53
三、灵芝的栽培管理技术 ·····	55
(一) 瓶栽灵芝·····	56
(二) 袋栽灵芝·····	61
(三) 阳畦栽培灵芝·····	68
(四) 短段木熟料栽培灵芝·····	72
(五) 灵芝的盆景栽培工艺·····	76
四、灵芝的病虫害与防治 ·····	79
(一) 灵芝的主要病害及防治·····	79

(二) 灵芝主要虫害及防治	85
五、灵芝产品的开发与深加工	90
(一) 开发灵芝产品的意义	90
(二) 灵芝在人体健康中的作用	95
(三) 灵芝产品的深加工	100
附表	122

一、灵芝的生物学特性

灵芝 (*Ganoderma lucidum*) 又叫灵芝草、木灵芝、赤芝、红芝、菌灵芝、万年蕈等，古称瑞草，是祖国医学宝库中的一种珍贵的药用真菌。世界已知的有 120 多种，我国已见到报道的有 87 种，广泛分布在全国各地。在分类学上属于多孔菌目、灵芝科，灵芝属。早在两千多年前人类就开始了野生灵芝的采集和研究工作。东汉末年在《神农本草经》中灵芝被视为“上品”，记载着其气味“苦平无毒”，主治“胸中结、益心气、补中，增智慧，不忘，久食轻身不老，延年神仙”。明代大医学家李时珍在《本草纲目》里，对灵芝的记载更为详尽，把它归为菌类药物，根据形态和颜色分为赤芝、青芝、白芝、黄芝、黑芝、紫芝 6 种，并对它的出处、性味、功能等分别作了详细的叙述。

灵芝的药用价值很高，其中最珍贵的有效成分是有有机锗 (Ge) 和高分子多糖体。有机锗能使血液循环畅通，增强红血球的携氧能力，促进细胞新陈代谢，抵御病的侵蚀，延缓机体的衰老，而有机锗与有害物结合成锗化合物后，能迅速排出体外。高分子多糖体能强化人体免疫系统、提高机体免疫力，提高机体耐缺氧能力，消除自由基，抑制肿瘤，提高肝脏、骨髓、血液合成 DNA、RNA、蛋白质能力，延长寿命等。灵芝酸有强烈的药理活性，有止痛、镇静、抑制组织胺

释放、解毒、保肝、毒杀肿瘤细胞等功能，是灵芝的主要有效成分之一。腺苷是以核苷和嘌呤为基本构造的活性物质。灵芝有多种腺苷衍生物，都有较强的药理活性，能降低血液粘度，抑制体内血小板聚集，能提高血红蛋白2,3-二磷酸甘油油的含量，能提高血液供氧能力和加速血液循环，提高血液对心、脑的供氧能力。

近代医学研究证明，灵芝除了对于人类三大死因的癌症、脑溢血、心脏病有疗效以外，还对胃肠、肝脏、肾脏、白血病、神经衰弱、慢性支气管炎、哮喘、过敏等病有显著的疗效。另外，灵芝还有强精、消炎、镇痛、抗菌、解毒、利尿、净血等多种功效。因此，灵芝被誉为“健康食品之冠”。

随着科学技术的不断发展，灵芝应用范围的不断扩大，灵芝已从野生采集，发展到人工栽培。近几年来人们采用木屑、棉籽皮、甘蔗渣等原料进行人工代料栽培，取得很大的成功。由于其生产方法简单、原料广泛、周期短、成本低、经济效益显著，很快得到了推广。

（一）灵芝的形态特征

灵芝是由菌丝体和子实体两大部分构成。

1. 菌丝体

菌丝体是由大量的菌丝构成，生长在营养基物中的白色菌丝，有较强的吸收能力并能分泌多种酶，分解各种有机物，从而获得生长发育所必需的营养。菌丝细胞无横隔膜，壁厚、有分枝、弯曲、白色或淡褐色，直径1~3微米。菌丝体呈白色绒毛状，在生长旺盛时，表面分泌一层含有草酸

钙的白色结晶物，是区别其他真菌的主要特征。

单根菌丝由许多线形细胞相接而成，纵横交错，互相缠绕，担负吸收和运输养料的功能。灵芝菌丝，也分为单核菌丝、双核菌丝和结实性菌丝三类。单核菌丝较细弱，生长缓慢，无生育能力，两种不同性别的单核菌丝相互接触质配生成双核菌丝，并有锁状联合。双核菌丝洁白粗壮，生长较快，分解能力较强，在培养基中的双核菌丝，发展到一定程度，菌丝就聚合起来形成了有组织分化的子实体，能分化组成子实体的菌丝称之为结实性菌丝。

2. 子实体

子实体由菌盖、菌柄和担孢子三部分组成（见图1）。

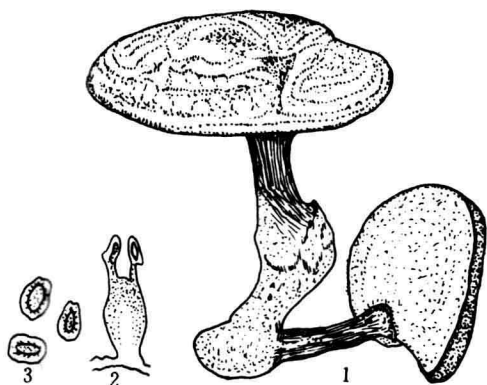


图1 灵芝子实体与孢子

1. 子实体 2. 担子 3. 担孢子

(1) 菌盖：为木栓质，肾形、半圆形，侧生在菌柄上，黄褐色至深褐色或赤紫色，具有一层漆状光泽，有环状同心

棱纹及辐射状皱纹，边缘薄，环纹的多少与宽窄由生长速度所决定。菌盖的大小及形状变化很大，通常直径为12~20厘米，厚度为1~3厘米。幼嫩时为肉质，成熟变干后为木栓质。皮层下面为淡褐色的菌肉，菌肉下面是紧密排列的菌管。菌管细长，相互平行、垂直于地面，开口于菌盖的下面。管孔圆形，内壁为子实层。菌盖在发育过程中，总向有光的方向倾斜，但菌管的生长始终垂直于地面。

(2) 菌柄：多为侧生，中生、偏生极少，柄粗1~3厘米，暗褐色有光泽，中空或堵塞型，质地坚硬。菌柄的长短、有无分枝与生长条件好坏有密切关系。如果两个菌柄在生长过程中顶端相接触，便能生长在一起，而形成一个粗菌柄。由于光线的影响，菌柄会向光线方向弯曲。

(3) 担孢子：孢子从子实层内产生。孢子生长在担子的顶端小梗上，小梗4个。孢子呈卵圆形，外形褐色，大小为8.5~11.5微米 $\times$ 5~6.5微米。孢子壁为两层，外壁无色透明、平滑，内壁褐色，表面有小刺。双层孢壁中间有小刺状的管道，在细胞质中有一个大油滴。

(二) 灵芝的生活史

灵芝的整个生长发育过程可概括为：担孢子→单核菌丝→双核菌丝→子实体→担孢子。即担孢子在适宜的条件下萌发为单核菌丝，而两个不同性状的单核菌丝相互结合，形成有锁状连合的双核菌丝，这种双核菌丝在适合条件下，再通过特化、聚集、密结而形成子实体。子实体发育的后期成熟时，在菌盖下面的子实层内，每个担子顶端发育成4个担孢子，成熟的担孢子弹射出来，完成了灵芝整个生长发育过

程，即是灵芝的生活史。

(三) 灵芝生长发育需要的条件

灵芝在生长发育过程中，需要的外界条件主要有温度、湿度、营养、空气、光照和酸碱度（pH 值）等。

1. 温 度

灵芝属于高温型真菌。一般菌丝生长温度范围是 7 ~ 35℃ 之间，但最适宜温度为 25 ~ 29℃，菌丝体能忍受 0℃ 左右的低温和 38℃ 的高温。子实体生长发育的温度范围是 10 ~ 32℃，最适宜温度为 25 ~ 28℃。在正常温度下，长出的灵芝质地紧密，菌盖厚而有光泽。但在 30℃ 温度中培养的灵芝生长较快，发育周期短，质地较松，皮壳及色泽较差。在 25℃ 条件下培育的子实体，虽然发育速度较慢，但质地坚实，皮壳发育较好，光泽也亮。低于 20℃ 时，菌丝易出现黄色，子实体生长会受到抑制，高于 38℃ 时，菌丝将会死亡。变温条件对子实体的分化与发育不利，容易出现厚薄不均的发育圈，并可使菌伞变为畸形。严重影响灵芝的质量。

2. 湿 度

水分是灵芝生长发育的重要条件之一，灵芝在生长期需要较高的水分。水是灵芝机体内重要组成部分，在生物代谢过程中占极重要地位，是吸收营养必不可少的物质，灵芝生长所需要的物质，必须先溶解于水，才能参加代谢反应，才能通过细胞表面。水在灵芝生长过程的功能是多方面的，离开水便不能进行生命活动。

灵芝生长发育所需要的水分绝大部分来自培养基，但在各个生育阶段所需要的水分是不同的。在菌丝生长阶段，要

求培养基中的含水量为 60% ~ 65%，空气中相对湿度为 65% ~ 70%。子实体生长发育阶段，空气相对湿度要求在 90% ~ 95%。如果低于 80%，子实体会生长不良，菌盖边缘的幼嫩生长点将会变成暗灰色或暗褐色，若低于 60%，在 2 ~ 3 天以上，刚生长的幼嫩子实体就会由白色变成灰色。

灵芝的生长特性是：菌丝体的生长主要依靠分生能力旺盛的菌丝尖端来实现。子实体的生长也是依靠由菌丝尖端组成的菌柄顶端和菌盖边缘来实现的。这些菌丝尖端特别幼嫩，没有其他物质保护，一旦水分供应不足，很快就会干死，灵芝也就不再生长了。所以，满足各个阶段灵芝生长发育对水的需求是十分重要的，也是灵芝栽培管理中夺取优质高产的重要条件，在管理中要特别注意。

3. 营 养

灵芝是一种腐生菌，也有兼性寄生的特性。灵芝在它整个生长发育过程中，主要需要的营养物质是碳、氮、无机盐和维生素等，碳源是灵芝的重要营养物质，它是合成碳水化合物和氨基酸的原料。碳源的主要作用是构成灵芝细胞质和供给生长发育所需要的能量。一般含有木质素、纤维素、半纤维素等营养基质，灵芝所需要的营养基本上可以得到满足。灵芝对木质素、纤维素、半纤维素等复杂的有机物质具有较强的分解和吸收能力，主要依靠灵芝本身含有的许多酶类，如纤维素酶、半纤维素酶及多种糖酶、氧化酶类等，能把复杂的有机物质分解为自身可以吸收利用的简单营养物质。

氮素营养也是很重要的。它是灵芝合成蛋白质和核酸不可缺少的主要原料。这些氮源主要来源于蛋白质、氨基酸、

尿素、铵盐等。培养基中氮营养的多少，都会影响菌丝体生长和子实体的发育。

灵芝在生长发育过程中，还需要一定量的无机盐。它是灵芝生长发育不可缺少的营养物质，它的主要功能是：构成细胞的组成成分；作为酶的组成部分；维持酶的作用；调节细胞渗透压等。需要较多的有机磷、钾、镁、硫、钙等，也需要少量的铁、锰、钴、钼等微量元素。一般在培养基中都可以得到满足。

人工栽培灵芝，可用木屑和农作物的秸秆、棉籽皮、玉米芯、麸皮和糠麸等，都可以作为培养基原料。

4. 空 气

灵芝是好气性真菌，它的整个生长发育过程中都需要新鲜的空气。空气中二氧化碳的含量，对它的生长发育有很大的影响，尤其是子实体生长发育阶段，对二氧化碳更为敏感。当空气中二氧化碳含量增至0.1%时，子实体就不能分化菌伞，有抑制菌伞生长作用；同时有促进菌柄生长作用，对已经分化的菌柄则又刺激它不断分枝，成为鹿角状。含量超过1%时，子实体发育极不正常，无任何组织分化，不形成皮壳。所以，在生产管理中，灵芝的栽培场地、栽培室要经常通风换气，保持栽培室的空气新鲜。当然在栽培灵芝过程中，可以通过对二氧化碳含量的控制，培养出不同形状的灵芝盆景，供人们欣赏。

5. 光 照

灵芝在生长发育过程中对光线非常敏感，光线对菌丝生长有明显的抑制作用，菌丝的生长速度随光照的增加而减慢，在无光黑暗的条件下，菌丝生长迅速而且洁白健壮。实

验证明：当照度为 0 时，菌丝每天平均生长速度为 9.8 毫米，而当照度达到 3000 勒克司时，则只能长 4.7 毫米，说明强光具有明显抑制菌丝生长的作用。

子实体生长发育不可缺少光照，若无光照的刺激，原基难以形成，即使形成了，生长速度也很慢，易畸形。如果光照不足，则子实体生长瘦小，生长缓慢，发育也不正常。菌柄和菌盖的生长对光线也很敏感，在 20~100 勒克司，只产生类似菌柄的突起物，不生长菌盖；在 300~1000 勒克司，菌柄生长细而长，并向光源方向弯曲，菌盖瘦小；3000~1 万勒克司，菌盖和菌柄生长正常；在 1.5~5 万勒克司，菌柄和菌盖生长迅速、粗壮、盖厚。但光照过强对子实体生长也很不利。所以，人工栽培灵芝时，要控制好光照强度，可进行定向和定型培养，可培育不同形状的灵芝盆景供观赏。

6. 酸碱度 (pH 值)

灵芝喜欢在偏酸性的环境中生活，要求 pH 值范围 3~7.5，最适宜的 pH 值为 5~6。因为，菌丝生长所处的酸碱环境，会影响菌丝细胞内酶的活性，也会影响细胞膜的透性和对金属离子的吸收能力。所以，在配制培养基时，要调配适宜的酸碱度。

二、灵芝的菌种制备

灵芝菌种的制备，是一项技术性很强的工作，是用人工培育方法，供进一步繁殖使用的纯菌丝体。一般可分为母种、原种、栽培种三种形式。菌种质量的好坏，是灵芝栽培

成败与否和效益高低的一个关键。因此，掌握好菌种扩繁培养等各项技术，是栽培灵芝夺取高产的重要环节。

（一）制种的主要设备

1. 原料加工设备

（1）切片机：该机用于木材、枝桠材的切片。目前推广应用的有 ZQ—600 型（见图 2），它具有结构简单、操作容易、生产率高、保养简单等优点。其主要技术指标是：

①生产率 1500 ~ 2000 千克/小时；

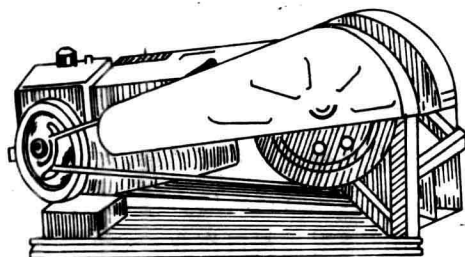


图 2 ZQ—600 型枝桠切片机

②切片规格断面：60 毫米 × 20 毫米，厚 4 毫米，可切材径 120 毫米；

③机械外型规格：1875 毫米 × 700 毫米 × 827 毫米，重量 540 千克（包括动力机）；

④配套动力电动机：10 千瓦或 12 马力柴油机，传动方式为单级 B 型三角皮带传动；

⑤刀盘转速：450 转/分，飞刀 3 把，刀盘直径 600 毫米。

(2) 木片粉碎机：该机可将木片粉碎成木屑。主要推广型号为 9FQS—40 型（见图 3）。主要技术指标是：

①生产率为：450 千克/小时；

②筛孔直径为：2.4 ~ 2.8 毫米；

③配套动力：13 ~ 15 千瓦；

④转速：3500 转/分；

⑤外型规格：540 毫米 × 445 毫米 × 690 毫米。

使用时注意事项：

①使用前检查机器螺丝及开口销是否牢固；

②启动后，待机器正常运转后方可进料；

③工作人员不能面对进料口作业；

④加工时若有异响出现，应立即停机检修；

⑤经常调换锯片，加足黄油，以免机件过分磨损。

(3) 拌料机：该机主要用于制种和栽培料的搅拌混合，减少干料人工搅拌中的灰尘量和减轻劳动强度。目前推广型号为 MJ—70 型（见图 4）。主要技术指标是：

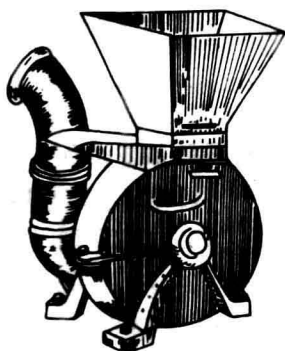


图 3 木片粉碎机

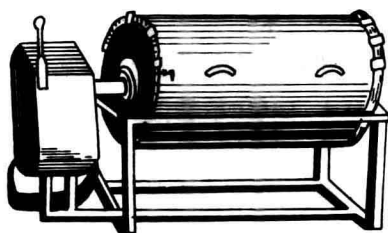


图 4 MJ—70 型原料搅拌机

①生产率：800~1000 千克/小时；

②配套动力：电动机 3 千瓦；

③传动方式：三级 A 型三角皮带传动；

(4) 装瓶装袋两用机（见图 5）：该机是制种和袋料栽培时，并形成大规模生产不可缺少的机械。具有结构简单、操作方便、功效高等特点。目前推广的机型是 ZDP-3 型。其主要技术指标是：

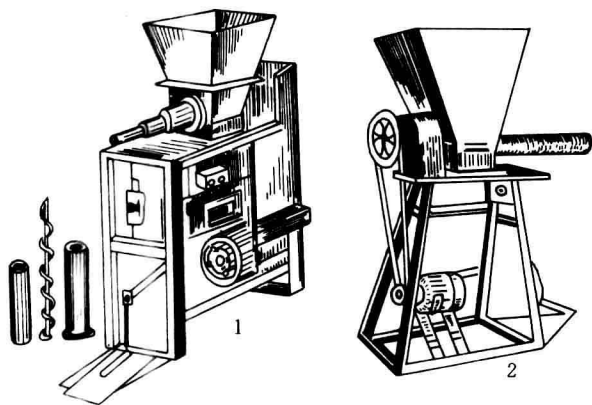


图 5 装瓶装袋两用机

1. ZDP-3 型装瓶装袋两用机 2. ZD 型香菇装袋机

①生产率：300~400 瓶/小时或 400~500 袋/小时；

②配套动力：单相电动机 750 千瓦；

③规格、重量：800 毫米 × 600 毫米 × 400 毫米、50 千克。

使用应注意事项：

①使用时，根据装瓶或装袋需要更换相应的搅龙和搅龙

套；

②装袋时，先把塑料袋套在搅龙套上，一手握套筒出口处，一手紧托塑料袋末端，徐缓退出；

③装瓶时，将瓶口套入搅龙套，按装袋方法装满菌瓶；

④踏下离合器的脚踏板，使其完全结合后才开始工作，松开脚踏板即停止送料；

⑤生产过程应及时添料和更换料瓶或料袋。

2. 灭菌设备

(1) 高压蒸汽灭菌锅（见图6）：

①手提式高压蒸汽灭菌锅：主要用于母种斜面培养基、无菌水、器皿及少量原种的生产消毒灭菌。斜面试管，每次可灭菌 160~200 支或 8~15 瓶原种。可用电炉加热，煤油、木炭、煤等。

②卧式高压蒸汽灭菌锅：主要用于原种或栽培种或栽培袋的高压灭菌。锅内容量较大，一次灭菌可达几百瓶至几千瓶，适用于大批量的生产制种或菌袋灭菌。

高压蒸汽灭菌锅，是一个密闭的，可以耐受高压的金属锅。它是用坚固的钢板制成的，圆筒形，上部装有压力表和安全阀。安全阀可以在锅内压力超过规定限度时，自动排气。锅内灭菌是利用高压下产生的高温蒸汽，进行培养器具和培养基的灭菌的。高压蒸汽灭菌所采用的压力与时间，应根据灭菌物质而定。液体培养基灭菌时，一般在 1 千克/厘米² 的压力，温度为 121℃，灭菌 30 分钟；生产原种或栽培种等固体培养基时，常采用 1.5 千克/厘米² 的压力，温度为 129℃，灭菌 1~2 小时。

高压蒸汽灭菌锅的使用方法：