

新世纪富民工程丛书

食用菌栽培书系

灵芝

高效栽培技术

苗长海 编著



河南科学技术出版社

新世纪富民工程丛书

★食用菌栽培书系★

灵芝高效栽培技术

苗长海 编著

河南科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

灵芝高效栽培技术/苗长海编著. —郑州: 河南科学技术出版社, 2002. 3

(新世纪富民工程丛书·食用菌栽培书系)

ISBN 7-5349-2667-X

I. 灵… II. 苗… III. 灵芝-栽培 IV. S567.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 066740 号

责任编辑 周本庆 白建伟 责任校对 樊建伟

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路 66 号)

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5737028

郑州文华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/32 印张: 4.5 字数: 90 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5349-2667-X/S·631 定价: 5.50 元

前 言

灵芝是我国一种名贵的药用真菌。据记载，我国古代对灵芝的认识和利用，最晚始于尧（公元前 2100 年），距今已有 4 000 多年的历史。最早有文字记载的始于《列子篇》（公元前 1100 年）中：“菌芝者”生于“朽壤之上”，可见灵芝是我国古代人民最早认识的药用真菌品种。在古老的菌文化中，灵芝以其历史悠久、文献浩瀚、内涵丰富和影响深远而为世人所珍视，我国古代科学家在不少古籍中，对灵芝的分类、形态描述、药用效果有着详细的记述，这些宝贵的资料为后人对灵芝进行利用有着重要的意义。

灵芝真正被人们大规模利用还是近代的事。随着生物科学的发展，人们对灵芝的研究不断深入，在 20 世纪 60 年代，灵芝的人工栽培开始在全国进行推广，20 世纪 90 年代逐渐形成产业化，有些地方作为重要的经济项目进行开发，江苏、山东两省就是灵芝生产较集中的地方。我国不仅是灵芝的发祥地，也是当今灵芝出口大国。受中国传统文化影响较深的韩国、日本、新加坡、美国、加拿大等国，每年都从我国大量进口灵芝；港、台、澳地区每年消费量也很大；同





时，国内对灵芝的深加工也在逐渐兴起，将其作为药物、保健品、化妆品、食品等的各类制品不断涌入市场，灵芝的消费量逐年增加，有力地推动了我国灵芝产业的发展。

为了进一步促进灵芝技术的普及和推广，编者根据多年的实践和收集的国内外有关技术资料，编写了《灵芝高效栽培技术》一书。本书编写的原则是理论联系实际，注重实用，结合农村生产现状，文字表达通俗，易学易懂。本书主要面对广大灵芝爱好者、生产者、加工者、科研单位的技术人员和有关院校的师生。

全书共分9部分，前4部分为理论知识，后5部分为生产技术。

由于我们水平有限，书中错漏之处，敬请广大读者批评指正。

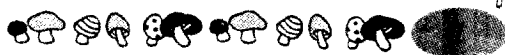
编著者

2001年10月



目 录

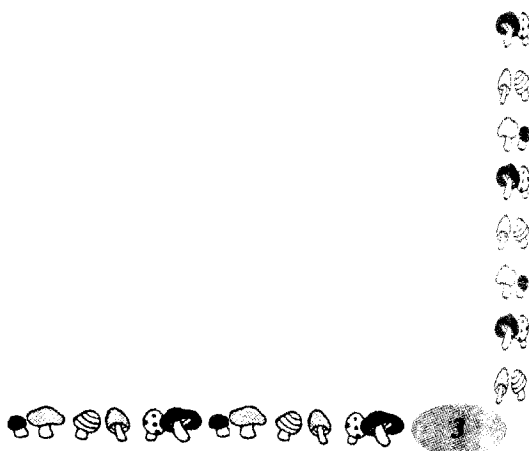
一、概述	(1)	
(一) 我国古代对灵芝的观察及认识	(1)	
(二) 我国古代对灵芝的采集及利用	(2)	
(三) 灵芝栽培简史	(4)	
二、灵芝的形态结构及分类	(6)	
(一) 灵芝的形态结构	(6)	
(二) 灵芝的分类及自然分布	(14)	
三、灵芝营养及生长条件	(16)	
(一) 营养	(16)	
(二) 温度	(19)	
(三) 水分和湿度	(21)	
(四) 空气	(23)	
(五) 光照	(24)	
(六) 酸碱度	(26)	
四、灵芝主要栽培品种及野生品种	(27)	
(一) 主要栽培品种	(27)	
(二) 野生品种	(31)	



五、灵芝菌种制备技术	(48)
(一) 灵芝母种的分离及培养	(49)
(二) 灵芝菌种的扩大繁殖	(53)
(三) 灵芝菌种的保藏	(56)
(四) 灵芝菌种的鉴定	(58)
六、灵芝段木栽培技术	(61)
(一) 灵芝长段木栽培技术	(61)
(二) 灵芝短段木栽培技术	(69)
七、灵芝代料栽培技术	(77)
(一) 栽培前的准备工作	(77)
(二) 灵芝瓶栽技术	(82)
(三) 灵芝塑料袋栽培技术	(85)
(四) 灵芝生料发酵栽培技术	(88)
八、灵芝其它栽培技术	(90)
(一) 灵芝室内立体栽培技术	(90)
(二) 灵芝覆土栽培技术	(93)
(三) 灵芝室外保护地栽培技术	(98)
(四) 灵芝菌丝液体深层发酵	(104)
九、灵芝的采收与干制	(117)
(一) 采收	(117)
(二) 干制	(118)
附录	(119)
附录1 我国的灵芝品种	(119)
(一) 灵芝属 <i>Ganoderma</i>	(119)



(二) 假芝属 <i>Amauroderma</i>	(122)
(三) 鸡冠孢芝属 <i>Haddowia</i>	(123)
(四) 网孢芝属 <i>Humphreya</i>	(123)
(五) 台湾新灵芝 <i>Ganoderma</i>	(123)
附录 2 灵芝分级标准	(124)
(一) 人工栽培灵芝分级标准	(124)
(二) 野生灵芝分级标准	(125)
(三) 灵芝特殊等级	(125)
附录 3 灵芝验方和家庭制品 50 例	(126)
(一) 灵芝验方	(126)
(二) 灵芝家庭制品	(130)
主要参考文献	(134)



一、概 述

（一）我国古代对灵芝的观察及认识

灵芝，又称灵芝草、神芝、万年茸，其野生形态多似“如意”状，被认为是“吉祥”的象征，故又称“瑞草”。

灵芝一词最早见于东汉张衡《西京赋》：“浸石菌于重涯，濯灵芝以朱柯。”自古以来我国劳动人民就有采集灵芝和将其作为药用的传统，千百年来民间流传着灵芝是治百病的“仙药”和长生不老的“仙草”的传说。

灵芝在我国文明史上占有极其重要的地位，在古老的菌文化中，灵芝以其历史悠久，文献浩瀚，内涵丰富和影响深远而为世人所珍视。早在远古的神话传说和先秦典籍中，就有许多关于灵芝的记述。在战国时代，楚国诗人宋玉在《高唐赋》中描写的一位“旦为行云，暮为行雨”的“巫山神女”，是天帝的幼女，名叫瑶姬，不幸早年夭折，死后葬于“巫山之阳”，其精魂化为灵芝，因而巫山灵芝特别著名。在历代方士的渲染下，加之帝王的推崇，使灵芝带上了神秘的色彩，便有了“得而食之，后天而老”的返老还童之说。在妇孺皆知的神话故事《白蛇传》中，白娘子奔峨



眉山盗回仙草（灵芝草），使许仙“起死回生”，故而又给灵芝冠以“还阳草”的名字。

我国自秦汉以来，灵芝被神化了，许多方士结庐于名山古洞，攀登于高山绝顶寻觅灵芝，以炼“长生不老”之仙药。汉朝史学家司马迁在《史记》中详细记述了秦始皇3次派方士去东海寻找灵芝仙草之事。另外在《十州记》一书中曾记述：秦始皇焚书坑儒，文人被害后曝尸道旁，突然飞来一只小鸟，只见小鸟嘴中所衔之草敷于死人脸上，不一会儿，死人便活过来。秦始皇闻讯后，马上召见当时非常有名的鬼谷子先生，鬼谷子说，这是生长在蓬莱仙岛上的灵芝草，它不仅能使人死而复生，活人吃了也可长生不老。秦始皇听后，为长生不老而求药心切，就先后派徐福、石生、卢生等方士出海寻找仙药，其结果是方士一去不复返，秦始皇也在一次出巡时死在途中。

灵芝不仅被视为仙药，还被视为吉祥的瑞物。在汉武帝元封年间，甘泉斋宫的梁柱上，忽然间长出一簇灵芝，于是君臣上下举国吹捧，认为是一种祥兆，只有皇帝德重感天，芝草才会降临人间，所谓“王者德光地序则芝草生”。北宋诗人秦观说：“草之有芝，犹鸟之有凤、兽之有麟，从古相传，以为瑞物。”

（二）我国古代对灵芝的采集及利用

随着人们对灵芝认识的深入，灵芝才渐渐脱离神秘而变为实物。早在2400年前，我国古代学者就已将灵芝有别于



高等植物进行系统研究，在不少古籍中记有灵芝的论述，如《汉书·艺文志》载有《黄帝杂事芝菌》十八卷。我国最早的药学专著《神农本草经》将灵芝列为上品，并记载灵芝的多种功效，认为灵芝可使人“轻身不老”。还记载有灵芝、茯苓、猪苓、马勃、白僵菌、雷丸、冬虫夏草、银耳及蝉花等多种真菌的作用。按阴阳五行学说，又将灵芝分为“五色”，即“青芝”（龙芝）、“赤芝”（丹芝）、“白芝”（玉芝）、“黄芝”（金芝）、“黑芝”（玄芝）。据说青芝生长于泰山，赤芝生长于霍山，黄芝生长于嵩山，白芝生长于华山，黑芝生长于常山，五芝之外还有“紫芝”（木芝），皆六月、八月采。还认为六芝各具有其特性和医疗功能：“赤芝，味苦平，主胸中结，益气，通九窍”；“青芝，味酸平，主明目，补肝气，安精魂”；“白芝，味辛平，主咳逆上气，益肺气，通利口鼻”；“黄芝，味甘平，主心腹五邪，益脾气，安神忠和”；“紫芝，味甘温，主耳聋，利关节，保神益精，坚筋骨”。这是世界上最早对真菌的分类，我国科学家对灵芝有如此系统的研究，在世界上是绝无仅有的。

灵芝的人工栽培可追溯至公元1世纪，在《隋书·经籍志》一书中就有《种神芝书》一卷。明朝李时珍在《本草纲目》中更详尽地记述了灵芝的栽培方法“乃腐朽余气所生”，“方士以木积湿处，用药敷之，即生五色芝，嘉靖中，王金尝生以献世宗”。清代陈溴子《花镜》中叙述为：“道家种芝法，每以糯米饭捣烂，加雄黄，鹿头血，包暴干冬笋；俟冬至日推于土中自出；或灌入老树腐烂处，来年雷



雨后，即可得各色灵芝矣！”上文所说的“药”，实为灵芝发生时所需的各类淀粉、糖类、有机氮和矿物质。以上有力地证明，灵芝栽培在当时已成为一门学问，古人已掌握了人工合成料栽培灵芝的技术，这是我国人工栽培灵芝的最早记载，同时也有力地证明了我国古代科学的发达程度。

（三）灵芝栽培简史

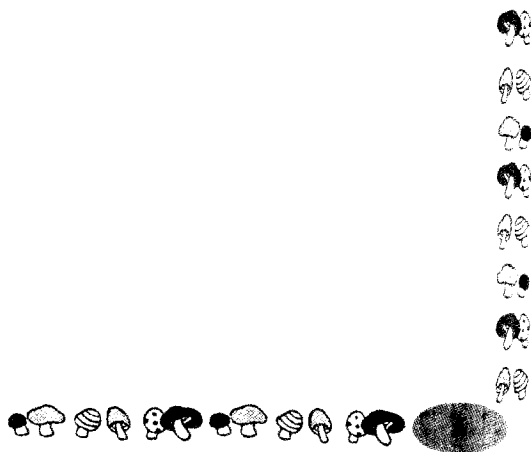
随着现代科学的进步，人们对灵芝的认识由表面向深层发展。20 世纪 60 年代，上海农业科学院食用菌研究所陈梅朋先生开始进行灵芝的驯化栽培研究，并与第二军医大学合作探索灵芝在临床上的应用，同期与上海中药三厂合作研制灵芝片剂生产并获得批准。原北京医科大学林志彬教授在国内较先从事灵芝有效成分分离、鉴定和药理方面的研究。从整体上讲，我国对灵芝的研究在国际上居领先水平。自 20 世纪 60 年代以来，我国人工栽培灵芝技术很快在全国各地推广，江苏、山东两省发展较为迅速，有些地区的灵芝生产成为当地的支柱产业。如在 1999 年被国务院批准，山东鄄城县获得“中国灵芝之乡”的殊荣。鄄城县有 40 多年灵芝栽培历史，具有年产灵芝及其孢子粉近千吨的能力，向 20 多个国家和地区出口，成为我国灵芝主要生产和出口的基地之一。

中国是灵芝的发祥地，灵芝在中国古文化中占有一定的位置，凡受中国文化影响较深的国家和地区的人民，对灵芝特别钟爱，不仅作为药物，而且当作保健品加以应用，像韩



国、日本、新加坡、美国、加拿大等国家，每年都要进口中国的灵芝。日本将灵芝加工提炼制成“锺泉源”作为滋补品；香港加工制成高级化妆品，营养肌肤；韩国制成灵芝粉胶囊，饭后食用，滋补身体，倍受欢迎。灵芝的世界消费量有增加趋势，我国出口灵芝的数量不断增加。

国内对灵芝的深加工已经开始起步，不少制品已经进入市场，如西安的“中华灵芝宝”，上海霞飞护肤霜，上海日化灵芝蜜、灵芝霜等。灵芝口服液及饮料制品也不断问市，我国的灵芝出口也开始由干品向加工制品转变，其附加值明显提高，为我国灵芝生产开辟了一条新的外销渠道，灵芝生产将会有广阔的发展前景。



二、灵芝的形态结构及分类

(一) 灵芝的形态结构

灵芝由菌丝体和子实体两部分组成，菌丝体为其营养体，子实体为其繁殖体，子实体由菌盖、菌柄组成。

1. 菌丝体

(1) 菌丝体外部形态：灵芝菌丝体在自然条件下，常常侵入阔叶树的腐朽处进行生长。在人工培养下，菌丝在培养基表面呈白色绒毛状，在显微镜下观察，菌丝透明。菌丝体是由许多纤细如丝、分枝繁茂的单个菌丝组成。单个菌丝呈管状，有许多横隔，每两个横隔将菌丝分成一个单细胞。镜下还能观察到菌丝表面有一层白色结晶物，菌丝越旺盛，这种结晶物就越厚，充满菌丝体之间，根据分析，这种结晶物为草酸钙晶体。

(2) 菌丝内部结构：灵芝菌丝内部结构不同于动物体细胞，其细胞具有细胞壁，而动物细胞不具有细胞壁。也和植物细胞不一样，植物细胞虽具有细胞壁，但不具有几丁质。

将灵芝菌丝涂抹在载玻片上，经结晶紫染色后放在



1 000倍的显微镜下观察，可看到灵芝菌丝体由许多线形细胞相连而成，在细胞相接处长出许多分枝菌丝。灵芝的线形细胞由细胞壁、细胞质和细胞核组成。细胞壁是由真菌纤维素组成，细胞质是由透明的蛋白质胶体构成，细胞质中有 2 个核，核中有 1 个核仁。灵芝菌丝的尖端、中间、末端，在形态上存在差异，尖端线形细胞较窄，1 微米左右，壁薄而且透明，液泡小且分散，颗粒状物质在尖端部位不明显，但尖端细胞生命活跃，菌丝的伸长是靠尖端细胞实现的。中间部位的线形细胞稍粗，约 1 微米，细胞壁稍厚，细胞质较稀，具较大的液泡和颗粒状物质。末端线形细胞较粗，5~9 微米，大多数细胞出现空腔，具有分散的颗粒状物质。末端细胞起输导和贮藏营养的功能。

(3) 锁状联合：灵芝菌丝具有锁状联合的繁殖方式。锁状联合是除草菇、蘑菇等少数品种外，大多数食用菌（包括子囊菌）菌丝都具有的繁殖方式。锁状联合的过程是：先在菌丝

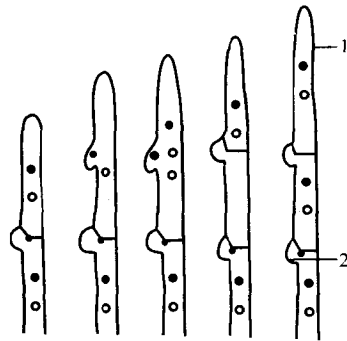


图 2-1 形成锁状联合的细胞分裂模式图

1. 双核细胞 2. 锁状联合

顶端线形细胞中的 2 个核之间的壁上，产生 1 个喙状突起，两核中的 1 个核移向喙突基部。双核同时分裂形成 4 个核，2 个核在细胞上部，其中 1 个核进入喙突，另



1 个核留在喙突下部。上部 2 个核向菌丝顶端移动，在原细胞 2 个核之间产生隔膜，把细胞分成上下两部分及喙突等 3 个细胞，上部细胞为双核，下部及喙突细胞均为单核。喙突尖端与下部细胞壁接触沟通，喙突中核移入下部细胞，形成双核，从而 1 个双核细胞分裂成 2 个双核细胞，在 2 个细胞间残留 1 个喙状痕迹，形似锁臂，故称锁状联合。这种分裂方式使菌丝细胞不断增多，菌丝得以逐渐伸长（图 2-1）。

（4）菌丝分类：根据灵芝菌丝的形态结构和功能，将其菌丝分为 3 类，即一次菌丝（初生菌丝）、二次菌丝（次生菌丝）、三次菌丝（结实性双核菌丝）。

①一次菌丝：是灵芝孢子萌发而形成的初生菌丝，菌丝线形细胞内为单核（又称单倍体）。一次菌丝纤细，直径为 1~1.5 微米，当菌丝长至 12 微米时出现分枝，许多分枝交织在一起形成一次菌丝体。灵芝一次菌丝体不具锁状联合，在灵芝世代生活中存在时间较短。在一次菌丝体上可以形成厚垣孢子、芽孢和分生孢子等无性孢子，这些孢子也是单核的。

②二次菌丝：由不同性别担孢子萌发的一次菌丝互相接触，接触处细胞壁溶解，两个细胞的细胞核和细胞质融合在一起形成。二次菌丝较一次菌丝稍粗壮，直径 2~5 微米，细胞内的两个核并不融合，因此，每个细胞内存在两个不同性别的核。这种菌丝又称双核菌丝，遗传学上用 $n+n$ 表示，但和合子（ $2n$ ）是不同的。

③三次菌丝：是由二次菌丝进一步发育而成的，为组织



化了的双核菌丝，如子实体中的菌丝，包括骨骼菌丝、缠绕菌丝、生殖菌丝、菌核和菌索中专门输导和贮藏营养的菌丝等。和二次菌丝比较有明显差异，菌丝粗壮，菌丝间隙小。

2. 子实体 灵芝子实体是供用作药物的实体，具有器官上的分化，形成菌盖、菌柄和孢子。灵芝子实体成熟后木栓化，不同品种呈现不同颜色。野生采集的灵芝，其子实体表面具漆光泽，人工栽培的灵芝子实体表面被锈褐色的粉孢子覆盖。灵芝品种很多，外部形态也不尽相同，如菌盖直径、菌柄偏生程度及粗细、长短等有所差异。我们以赤芝为例进行介绍（图2-2）。

（1）菌盖：灵芝菌盖呈肾脏形或圆形，有时为半圆形或扇形。如外界条件不适宜，菌盖生长时会出畸形盖。灵芝菌盖大小一般为（3~5）厘米×（15~30）厘米，厚0.5~3厘米。菌盖的大小及厚度是灵芝重要的商品标准。菌盖边缘的钝锐、表面环状同心棱纹及辐射状皱纹等征状，跟菌盖形成过程中的外部条件有关。条件适应时，菌盖生长速度快，形成环纹宽；生长速度缓慢时，形成的环纹就窄。同心环纹的多少又跟条件变化的频繁有关。环纹在子实体采收之前不明显，在脱水干制后会明显表现出来。菌盖初期为白色，随菌龄增加，颜色逐渐加深，采收时变成橙红色或褐色。菌盖上的孢子如洒水时冲掉，表面会呈现出漆光泽；如孢子保持完整，菌盖会呈现粉状锈褐色。

菌盖内部结构较复杂，由其剖面可见3层组织，即皮层、菌肉层和子实层。

