



农村科学实验丛书

灵芝

中国科学院北京植物研究所 编著
北京医学院药理教研组



科学出版社

内 容 简 介

灵芝是我国医药宝库中的一味珍贵药物,近几年来,广大工农兵群众在灵芝的培养和临床应用等方面积累了宝贵的经验。本书除搜集和总结了这些经验外,还介绍了有关灵芝的基本知识。主要内容包括:灵芝子实体的人工培养;灵芝的深层培养;灵芝的化学成分和制剂;灵芝的药理及临床应用。书后附有九幅图版和参考资料。

此书写得比较通俗易懂,可供培养灵芝的工农兵、科技人员、赤脚医生及知识青年参考。

灵 芝

中国科学院北京植物研究所
北京医学院药理教研组 编著

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1976 年 4 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1976 年 4 月 第一次印刷 印张: 4 1/8 插页: 1

印数: 0001—68,500 字数: 90,000

统一书号: 13031·366

本社书号: 561·13—9

定价: 0.34 元

前 言

灵芝是真菌的一种。我国古代很早就有关于灵芝的传说和记载。历代主要本草如东汉时期的《神农本草经》、宋朝唐慎微的《重修政和经史证类备用本草》、明朝李时珍的《本草纲目》等都有关于灵芝的种类、产地、药性、功用等方面的详细描述。历代医药学者都认为灵芝能治疗多种疾病，是滋补强壮、扶正培本的珍品。

由于天然灵芝很少，灵芝的应用受到了很大的限制。我国古代流传着许多把灵芝当作“治百病”的“仙草”的神话。这在某种程度上说明灵芝对多种疾病有较好的疗效，也反映了灵芝的珍贵难得。至于“长生不老”等传说，是根本不可能的，我们要破除对灵芝的这类唯心主义的神秘论。

无产阶级文化大革命以来，遵照伟大领袖毛主席关于“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高”的指示。各地群众广泛地开展了灵芝的人工培养，有关部门对灵芝的生物学特性、生长发育的规律以及临床观察和药理药化研究等方面，都积累了许多宝贵的经验。近几年来实践证明，灵芝对于治疗某些疾病有一定效果，目前有关灵芝的研究工作仍在继续深入进行。

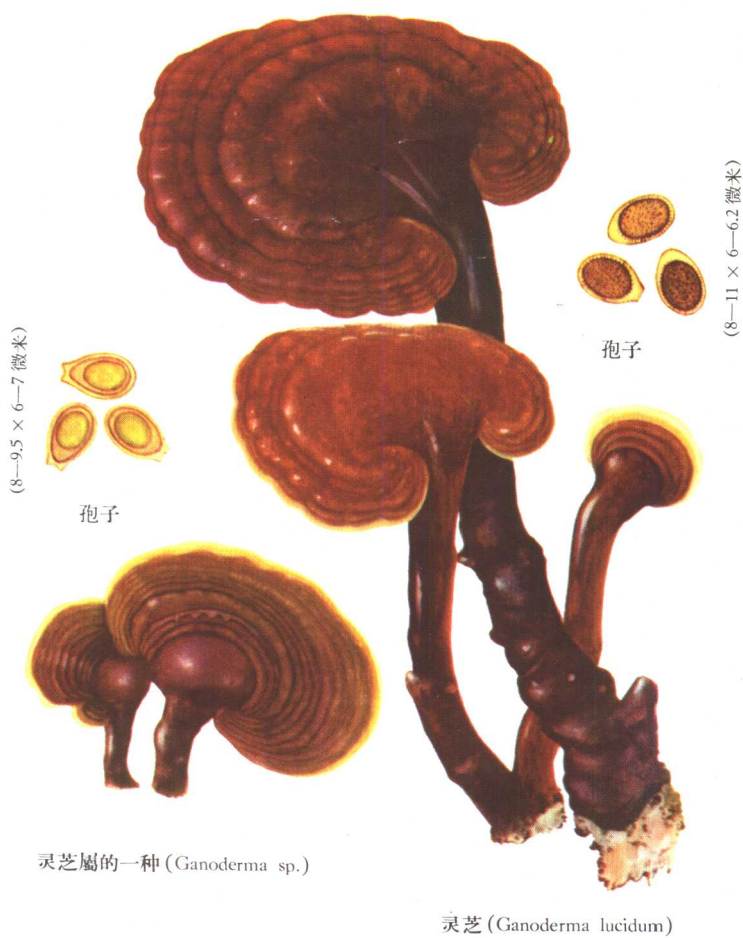
本书简要介绍近几年来有关灵芝研究的情况，包括灵芝的生物学特性、培养技术、化学成分、药理试验和临床应用。

其中培养部分由植物所灵芝组负责总结编写；药理、药化和临床应用部分由北京医学院药理教研组负责总结编写。

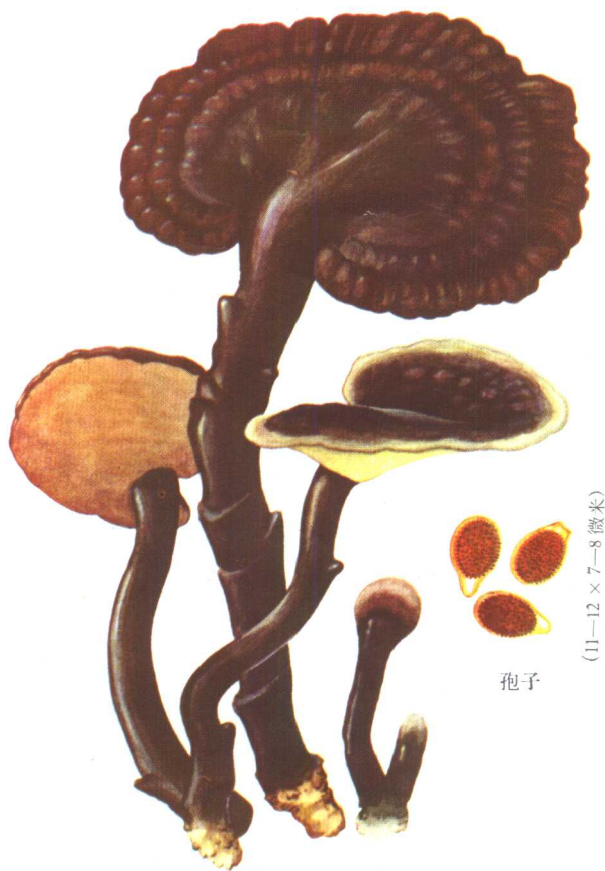
由于我们思想水平有限，加上对灵芝的认识和实践也不够，尤其是培养工作早已告一段落，近二年来有关灵芝的培

养与应用又有了新的发展，书中不足之处是显而易见的，缺点和错误也一定不少，欢迎读者批评指正。

灵芝的形态 (1)



灵芝的形态 (2)



(11—12 × 7—8 微米)

孢子

紫芝 (*Ganoderma japonicum*)

目 录

第一部分 灵芝子实体的人工培养	(1)
一、灵芝的生物学特性	(1)
(一) 灵芝在植物界的位置	(1)
(二) 灵芝的外部形态与内部结构	(2)
(三) 灵芝的生长、发育与繁殖	(10)
二、灵芝的生活条件	(19)
(一) 营 养	(20)
(二) 温 度	(26)
(三) 湿 度	(29)
(四) 空 气	(31)
(五) 光 照	(34)
三、灵芝子实体的培养技术	(36)
(一) 菌 种	(37)
(二) 培养基	(42)
(三) 培养基的灭菌	(45)
(四) 接种室	(46)
(五) 培养室	(48)
(六) 接种工具和无菌操作	(52)
四、人工培养	(56)
(一) 物质准备	(56)
(二) 接种及培养	(56)
(三) 培养中易出现的问题	(58)
(四) 灵芝的采收与保藏	(62)
五、灵芝属中其他种的人工培养	(63)
第二部分 灵芝的深层培养	(66)
一、深层培养下的菌体形态	(67)

二、培养基的选择.....	(68)
(一) 氮源.....	(69)
(二) 碳源.....	(70)
(三) 无机盐类.....	(71)
三、培养条件.....	(72)
(一) 温度.....	(72)
(二) 酸碱度 (pH).....	(73)
(三) 通气和搅拌.....	(74)
(四) 光照.....	(74)
(五) 菌种及接种量.....	(75)
四、培养过程及产品处理.....	(75)
第三部分 灵芝的化学成分和制剂.....	(79)
一、灵芝的化学成分.....	(79)
二、灵芝的制剂.....	(80)
(一) 灵芝子实体制剂.....	(81)
(二) 灵芝深层培养菌丝液 (发酵液) 制剂.....	(83)
第四部分 灵芝的药理及临床应用.....	(85)
一、灵芝的药理作用.....	(85)
(一) 对中枢神经系统的作用.....	(85)
(二) 对呼吸系统的作用.....	(86)
(三) 对心血管系统的作用.....	(88)
(四) 对动物实验性肝炎的保护作用.....	(92)
(五) 对肠平滑肌的作用.....	(92)
(六) 对尿量的影响.....	(93)
(七) 对内分泌和代谢的影响.....	(93)
(八) 对非特异性免疫能力的影响.....	(95)
(九) 毒性试验.....	(96)
二、灵芝的临床应用.....	(97)
(一) 慢性支气管炎.....	(98)
(二) 冠心病心绞痛及高脂血症.....	(100)
(三) 高血压病.....	(104)
(四) 神经衰弱.....	(105)

(五) 肝炎.....	(106)
(六) 造血系统疾病.....	(108)
(七) 其他.....	(109)
图版及图版说明.....	(110)
主要参考资料.....	(121)



第一部分 灵芝子实体的人工栽培

一、灵芝的生物学特性

(一) 灵芝在植物界的位置

我国劳动人民早在两千多年前就对灵芝进行了研究。东汉末年的《神农本草经》是我国最古的一部药物文献，其中就根据形态和颜色将芝类分成赤芝、黑芝、青芝、白芝、黄芝及紫芝六种，并描述了它们的产地及药性。以后晋朝（公元265—420年）《抱朴子》一书描述的芝类多达数百种。那时候所谓灵芝，实际上是某些大型真菌的总称，包括灵芝及其相近的一些种属。

随着生产的发展，分类学也不断深入和发展。人们为了认识自然界中形形色色种类繁多的生物，根据形态学、细胞学、生物化学以及亲缘关系等方面的特点将它们逐一分类，成一系统。

那么灵芝在目前的分类系统中处于什么位置呢？我们知道植物中有高等植物与低等植物之分，灵芝是属于低等植物。低等植物中又可分为藻类、细菌、粘菌、真菌和地衣，灵芝是属于真菌。然而真菌还是一个很大的类群，在真菌中还分纲、目、科、属、种等分类单位。灵芝是属于担子菌纲（Basidiomycetes），多孔菌目（Polyporales），多孔菌科（Polyporaceae），灵芝属（*Ganoderma*）。灵芝的学名是 *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst.

当进行野外采集或收购野生灵芝时，有一种假芝属的皱盖假芝 [*Amauroderma rinde* (Berk.) Pat.]，外形与灵芝

很相似,常与灵芝混生在一起;还有假芝属的一种黑漆假芝 [*Amauroderma macei* (Berk.) Pat.], 在外形上与紫芝相似,很难区分。要将它们正确地分开,必须观察孢子的形态,假芝属的孢子都是球形或近乎球形,灵芝属的孢子都是卵形,借助于高倍显微镜就很容易将它们区别开。

(二) 灵芝的外部形态与内部结构

生物体的外部形态与内部结构是长期来适应周围环境与完成一定生理功能的产物。灵芝和一切真菌一样,没有叶绿素,不能通过光合作用制造碳水化合物,因此它必须营腐生或寄生生活,以现成的有机化合物中的碳和氮为养料,这种营养方式(异养),决定了它在形态结构上与自养的高等绿色植物有显著的差异。

形态正常的灵芝 主要由两部分构成。下部长在培养基物中的白色菌丝叫菌丝体,它有很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,上部菇状物叫子实体,它在发育的后期形成担孢子,起繁殖作用。因菌丝体分布在培养基物中不易察觉,采摘灵芝时与子实体断开留在基物中,因此,通常称呼灵芝都是指子实体而言的。

1. 菌丝体的外部形态与内部结构

外部形态 菌丝体外观上呈白色绒毛状(图版 I, 1、2)。在解剖镜下观察时,可看到菌丝表面有一层白色结晶物,生长很旺盛的菌丝结晶物很厚,不但覆盖菌丝表面而且充满菌丝与菌丝之间的间隙。菌丝体外观上的白色就是这种白色结晶物造成的。据报道,这种结晶是灵芝菌丝的分泌物,其成



分是草酸钙。

在显微镜下可看到单根菌丝，菌丝呈线形，极长，纵横交错相互缠绕，密集地贯穿于培养基物中(图版 I, 3)。这种结构使菌丝与培养基物保持极大的接触面，以保证营养物质的吸收。

内部结构 用适当染料(如结晶紫)将菌丝染色，在显微镜下放大1000倍左右，便可清楚地观察到单根菌丝的内部结构。一根很长的菌丝由许多线形细胞首尾相接而成的，每根菌丝上发育许多分枝，由于不断分枝的结果菌丝就杂乱无章地交织在一起。线形细胞的细胞壁由真菌纤维素组成，细胞腔里充满了由无色透明的蛋白质胶体构成的原生质，原生质里有二个细胞核，每个细胞核中又有一个明显的核仁。原生质在生命活动过程中起着极其重要的作用，它是生命现象的物质基础。在一根很长的菌丝中，不同部位的线形细胞存在着形态结构上的差异。菌丝尖端的线形细胞，宽度较窄，只1微米左右；细胞壁薄而透明，原生质浓而均匀，液泡小且分散，不具明显的颗粒状物质。这是一根菌丝生命活动最活跃的部位，菌丝的生长就靠其尖端来实现。一根菌丝中间部位的线形细胞，宽度稍有加粗，约2微米，细胞壁稍加厚，原生质较稀，具较大的液泡和颗粒状含物。较老的线形菌丝更宽，约5—9微米，大多数细胞中空，有的具有一些分散的颗粒状含物，这些细胞可能起输导和储藏作用。

锁状联合 锁状联合是担子菌菌丝特有的结构，灵芝属于担子菌纲，所以也具有这种结构。锁状联合是菌丝线形细胞分裂的一种方式，它的发育过程如下(图1)：当细胞将要分裂时，细胞壁的一侧向外突起产生一钩管，钩管向菌丝后部弯曲；同时两个细胞核各自分裂一次成四个核，其中一个核进入钩管，另几个核按图上画的方向运动；钩管与后节细胞靠近，

互相接通同时在钩管基部形成横隔,进入钩管中的核向横隔后面的细胞运动。这样,一个细胞分裂成二个细胞,中间有一钩管象锁环似的把它们连接起来,这样的结构便称作锁状联合。

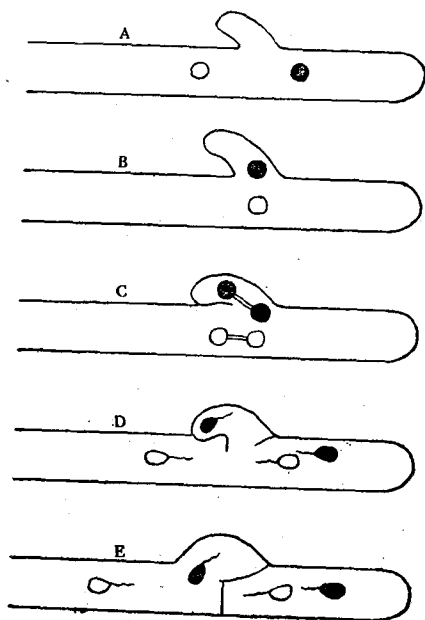


图1 在一根菌丝上发生的锁状联合(仿Bensaude)

菌丝分类 灵芝的菌丝体与其它担子菌一样,根据形态、结构和功能的不同可分为三类,上面描述的菌丝只是其中的一类,这三类菌丝分别称作一次菌丝,二次菌丝和三次菌丝。

(1) 一次菌丝: 由担孢子萌发后直接发育的菌丝称做一次菌丝(图版 I, 5)。由一次菌丝相互交织而成的菌丝网

称做一次菌丝体。这种菌丝不同于二次和三次菌丝的最明显的特点是每个线形细胞中只有一个细胞核。一次菌丝直径较细约1—1.5微米,当其长度达12微米左右时出现分枝,以后菌丝就相互交织在一起。灵芝的一次菌丝中没有发现锁状联合,一次菌丝在灵芝生活史中存在时间很短,它的萌动和生长主要依靠担孢子中储藏的营养。

(2) 二次菌丝:由不同性别的担孢子萌发的一次菌丝,相互接触,接触处发生细胞壁溶解,一个线形细胞中的细胞核与细胞质进入另一个线形细胞中,这样,在菌丝的一个线形细胞中出现了不同性别的两个核,这种菌丝称做二次菌丝。上面提到的在营养基物中生长的菌丝体就是二次菌丝(图版I,1、2、3)。

(3) 三次菌丝:二次菌丝发育到一定阶段,菌丝聚合起来形成有组织分化的子实体,凡是组成子实体的菌丝都称为三次菌丝(图版I,4)。三次菌丝的单个线形细胞与二次菌丝没有很大的差别,细胞腔中同样也具有二个细胞核。然而三次菌丝在菌丝体的结构上与二次菌丝差异甚大,这种菌丝体菌丝间隙较小并出现组织和器官的分化,如菌柄、菌伞、皮壳、担子及担孢子等。

2. 子实体的外部形态与内部结构

成熟的子实体是一个伞形的菇状物,呈紫红色,有时也呈棕红色。其质地幼时肉质、成熟变干后为木栓质,很轻。从结构上讲子实体分菌柄和菌伞两部分,与大家熟悉的蘑菇所不同的是,蘑菇的菌伞在菌柄四周发育,菌柄位于菌伞正中。灵芝的菌伞在菌柄顶端一侧发育,菌柄位于菌伞的一侧。这是一种很别致的形状,据《本草纲目》记载,“芝”字就是根据灵芝的形状而产生的,因为菌伞位于菌柄一侧,菌柄又经常弯曲,从

侧面看去很像“之”字，为了与原有的“之”字相区别，在“之”字上部加草成为“芝”。

外部形态 灵芝菌柄呈不规则的圆柱形，有时稍扁且有些弯曲。紧挨着发育的两个菌柄，一旦接触就很容易长合成为一个粗的菌柄。整个菌柄都呈紫红色，但以向光的一侧较深，越接近营养基物处越浅。菌柄的粗细与长短随环境条件而变化，营养不足，菌柄可发育得很细，反之，在营养充足的基物上生长的子实体菌柄很粗。在通气良好的条件下，菌柄发育得很短，在氧气不足二氧化碳浓度较大的条件下菌柄发育细长。一般说来，当前用650—1000毫升瓶子培养的子实体，在正常情况下直径在10毫米左右，长度约60—100毫米。

灵芝的菌伞在菌柄顶端光照较强的一侧发育(图版Ⅰ, 1)其方向随光源的方向不同而不同〔见(三)、生长、发育与繁殖中向光性一节〕，发育成熟的菌伞为肾形到近乎圆形，上部由紫红色或棕褐色皮壳覆盖，并发育环状棱纹和辐射状皱纹。环纹的宽窄不定，随生长速度而变化，生长迅速环纹宽，生长缓慢环纹窄。其数目也不固定随生长条件好坏而增减。辐射状皱纹在灵芝发育过程中并不明显，当子实体失水变干时才逐渐明显。菌伞下表面白色，存放时间久了会慢慢变黄，在自然界中往往呈浅褐色。用解剖镜观察白色下表面，可发现上面布满小孔，孔近乎圆形，大小不一，越靠近菌伞边缘密度越大。平均每毫米4—6个。

内部结构 在子实体的纵剖面中(图版Ⅰ, 1、2)可观察到菌柄与菌伞的内部结构，菌柄结构比较简单，由菌肉与皮壳组成，皮壳紫红色成一薄层包围在淡褐色的菌肉外面。菌伞的结构比较复杂，其上表面为一薄层棕红色的皮壳所覆盖，中间部分是淡褐色的菌肉，菌肉之下是紧密排列的菌管。菌管细长，相互平行，垂直于地面，开口于菌伞白色的下表面，靠

近菌柄的部分菌管较长,越接近菌伞边缘菌管越短。平行排列的菌管顶端形成一条平滑的曲线,其弧形方向正好与伞表棱状环纹的弧形方向相反。发育中的菌伞、菌管上下部成熟程度不一,上部比较成熟呈淡褐色,越近管口越幼嫩颜色渐变为白色。

(1) 皮壳结构:在显微镜下皮壳由形态结构不同的三层菌丝组成(图版 I, 5)。最外面的一层称作外层,由无数膨大的菌丝尖端紧密排列而成,它们相互平行,垂直于菌柄或菌伞的表面。其发育过程如下:首先这些菌丝尖端以垂直于菌体表面的方向平行排列,以后尖端就不再具有旺盛的分生能力,停止分裂后最顶端的一个线形细胞即开始膨大,在膨大的同时细胞壁不断地往细胞腔中间加厚,当膨大部分的直径达11—13微米时细胞壁中开始出现棕红色树脂质的累积,最后细胞膨大中止了,然而壁的加厚还在继续进行,直至把膨大部分的细胞腔完全填满为止,随着壁的加厚树脂质累积逐渐增加直至加厚的壁中完全充满树脂质为止(图版 I, 6、7、8、9)。灵芝子实体的颜色就是树脂质中的色素,其光泽也是由树脂质造成的。中层位于外层里面,由膨大的菌丝紧密交织而成,由于菌丝膨大,菌丝间几乎不留空隙,细胞壁有中等程度的加厚,其中充满了棕红色的树脂质。内层与菌肉相接触,由不含树脂质的菌丝松散交织而成。这一层菌丝具有菌肉向皮壳过渡的特点,菌丝粗细,壁的厚薄,交织的紧密度都处于菌肉与皮壳之间。

在人工培养过程中,有的子实体皮壳发育得很好,显出光亮的紫红色,有的皮壳发育得很差,呈淡的棕褐色,比较它们的解剖结构可发现,发育得好的皮壳不但外层发育得好,主要的是中层发育得特别宽,内层相对地窄得多。发育得差的皮壳不但外层中累积的树脂质不多而且中层很窄,内层就很

宽。

由于皮壳中菌丝膨大后紧密地交织在一起，细胞壁又加厚并含有丰富的树脂质，所以皮壳坚硬而具有韧性，对菌体起到良好的保护作用。另外，皮壳中具特殊光泽的树脂质，很久以来一直引起研究工作者的兴趣，这种树脂质的大量合成可能与灵芝中的漆酶有关，最近已见到专门从灵芝中提取漆酶研究其性质的报道，今后值得重视。

(2) 菌肉结构：菌肉由形态上较一致的菌丝交织在一起组成(图版 I, 4)菌丝的线形细胞中液泡特别大，原生质和细胞都挤到贴在细胞壁上，如果不仔细观察好像菌丝都是中空的一样。菌丝虽然是杂乱无章地交织在一起，但许多较粗的菌丝显示出一个基本的走向，这个走向与子实体生长的方向相一致。菌肉中菌丝疏松地交织使菌丝间留有较大的缝隙，是造成菌肉木栓质的主要原因。

(3) 菌管结构：在菌管的纵切面和横切面中可看到菌管内壁由一层膨大的菌丝尖端紧密排列而成(图 2, 图版 I, 3、4)，这些膨大的菌丝尖端相互平行，垂直于菌管内壁。真菌学上称这种膨大的细胞叫担子。由担子组成的菌管内壁叫担子层或子实层。每一个担子顶端发育 4 枚担孢子。事实上，担子并没有完全覆盖菌管内壁，在菌管内壁的有些部位发育绒毛状菌丝，它不像蘑菇中所观察到的隔丝那样分散，而是成一小片一小片的在菌管中分布。

(4) 担子：组成菌管内壁的菌丝其尖端向菌管中突出，膨大，形成担子(图 2, 图版 I, 3、4, 图版 II, 1—4)。担子瓶状，细胞壁很薄，原生质很浓，在担子发育过程中，核配和减数分裂都在其中发生，其过程如下，当担子宽度达 4—5 微米时细胞中两个不同性别的核发生融合，形成一个较大的核〔图 3(2), 图版 II, 2〕；进一步发育当宽度达 5—7 微米时，担

