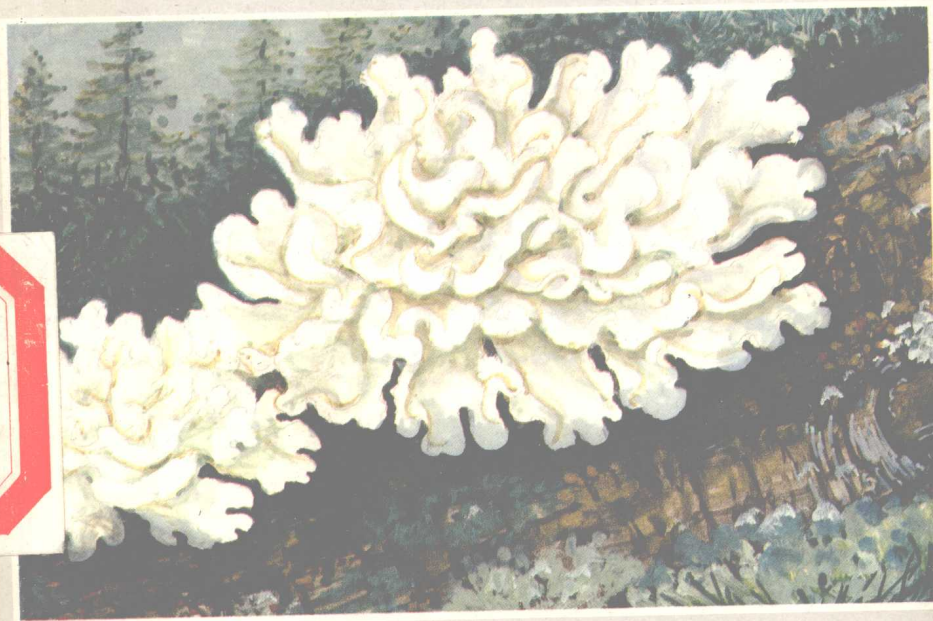


经济生物丛书

银耳栽培

黄年来 编著

(修订本)



科学普及出版社

经济生物丛书

银耳栽培

(修订本)

黄年来 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

经济生物丛书是为适应农村开展多种经营、活跃市场和改善人民生活的需要而出版的一套科普读物。本丛书主要为实际生产服务，每册介绍一种经济生物的养殖或栽培、采集、收获、鉴别以及贮运的设备和方法。内容侧重介绍国内外最经济有效的生产经验，资料准确可靠，操作要点详尽明确，并配有必要的插图。

《银耳栽培》是这套丛书的一种。主要内容有：银耳的生物学；段木栽培法；木屑栽培法和菌种生产等。可供科研人员、技术员、生产、收购和贮运人员阅读。

本书于1982年出版后，受到广大读者欢迎，现加以修订，补充了近几年来的新进展，再度与读者见面。

经 济 生 物 丛 书

银 耳 栽 培

(修 订 本)

黄 年 来 编 著

责任编辑：战立克

封面设计：郝 战

*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔燕东印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张，2 字数：40 千字

1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷

印数：1—20,800册 定价：0.35元

统一书号：16051·1076 本社书号：0874

目 录

第一章 概况	1
第二章 银耳的生物学	4
第一节 分类地位	4
第二节 形态特征	4
第三节 在自然界的分布	5
第四节 近缘种	5
第五节 生活史	6
第六节 生活条件	8
第三章 段木栽培法	11
第一节 耳树的选择	12
第二节 耳树的砍伐	15
第三节 耳树的剔枝和干燥	16
第四节 耳树的截段	16
第五节 集材	17
第六节 段木的发酵	17
第七节 栽培场所的选择	18
第八节 接种	19
第九节 围山	22
第十节、排堂	22
第十一节 管理	23
第十二节 加工	25
第十三节 贮藏	25
第十四节 分级	25

第四章 木屑栽培法	27
第一节 培养基的配制.....	27
第二节 栽培的容器.....	28
第三节 装培养基.....	29
第四节 培养基的灭菌.....	31
第五节 接种.....	31
第六节 培养.....	33
第七节 发生.....	33
第八节 采收.....	36
第九节 再生耳的管理.....	36
第五章 银耳菌种的生产	37
第一节 银耳菌种生产的基本原理.....	37
第二节 设备和用具.....	38
第三节 培养基的配制法.....	40
第四节 分离的方法.....	43
第五节 母种、原种和栽培种的生产方法.....	46
第六节 注意事项.....	48
附录一 血耳.....	52
附录二 金耳人工栽培试验.....	52
附录三 银耳菌种供应单位.....	56

第一章 概 况

银耳，又称白木耳(*Tremella fuciformis* Berk.)是我国一种经济价值最高、最珍贵的胶质食用菌和药用菌。它不仅和其他山珍海味一样是席上珍品，而且在祖国医药学中也是一味久负盛名的良药。我国历代的医学家都认为，银耳是一种长生不老的灵药，有“强精、补肾、润肺、生津、止咳、降火、润肠、益胃、补气、活血、强心、壮身、补脑、提神、美容、嫩肤、延年、益寿”之功。据张仁安《本草诗解药性注》中说，“此物有麦冬之润而无其寒，有玉竹之甘而无其腻，诚润肺滋阴要品”，足与人参、鹿茸、燕窝媲美。据《中国药物大辞典》中说，“本品入肺、脾、胃、肾、大肠五经，主治肺热咳嗽、肺燥干咳，久咳喉痒，咳痰带血或痰中血丝或久咳络伤胁痛，及肺痛、肺痿、妇人月经不调、肺热胃炎、大便闭结，大便下血”。简而言之，银耳是一种在医疗上广泛有效的食用菌。

解放前，我国的商品银耳虽然誉满全球，但生产方法极其原始，产量低，价格昂贵。因此，深受国内外反动派压迫和剥削的广大劳动人民，在饥寒交迫、贫病交加的情况下，根本买不起这种昂贵的药品。

如上所述，银耳是一种用途很广，药效显著的中药。但是究竟是什么成分赋予它那么奇特的疗效呢？通过国内许多研究者的共同努力，这个谜目前已逐渐揭开了。据分析银耳蛋白质中含有十七种氨基酸：亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、酪氨酸、脯氨酸、精氨酸、赖氨酸、丙氨酸、

苏氨酸、甘氨酸、丝氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、胱氨酸、组氨酸、甲硫氨酸，以及酸性异多糖、有机磷、有机铁等化合物，对人体都是十分有益的。特别是有一种叫做酸性异多糖的物质（以 α -甘露聚糖为主链，以 β -[1,2]-L-木糖、 β -[1,2]-葡萄糖醛酸和岩藻糖为侧链），能提高人体的免疫力，起扶正固本的作用，对老年慢性支气管炎，肺源性心脏病有显著疗效，能提高肝脏的解毒能力，起护肝作用，并提高机

银耳的营养成分

表 1

文献作者	产地及等级	水 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	灰分 (%)	碳水化合物 (%)	维生素 (毫克/100克)	热量 (千卡)
中国医学科学院劳动卫生环境卫生营养卫生研究所	未详	10	5	0.6	2.6	3.1	79	0.028	341
胡 泽	四川甲级	15.2	6.7	0.6	2.4	4	71.2	0.028	—
汤 腾 汉	未详	18.76	7.02	1.28	2.75	5.44	64.32	0.028	—
福建三明真菌研究所	三明甲级	13.6	6.26	3.77	—	6.28	70.10	0.028	—

银耳中维生素含量

(中国医学科学院劳动卫生环境卫生营养卫生研究所) 表 2

试样中 含水量 (%)	维生素 B ₂ (微克/100 克)	维 生 素 C (微克/100克)			维生素 D 原 (干重, %)	胡 萝 卜 素	维生素 E (毫克/100克)	尼克酸 (毫克/100克)
		还原型	氧化型	总计				
96.77	9.0	1.72	2.85	4.57	0.028	—	0.0028	1.5

体对原子能辐射的防护能力，对实验动物的移植性肿瘤有一定的抑制作用。

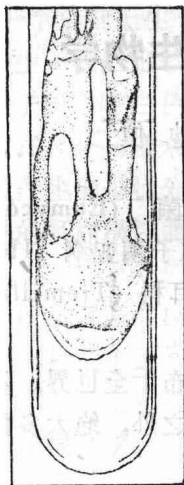


图 1 银耳的酵母状分生孢子

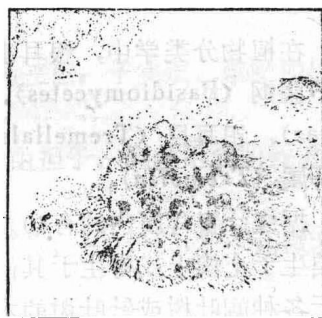


图 2 银耳的菌丝体

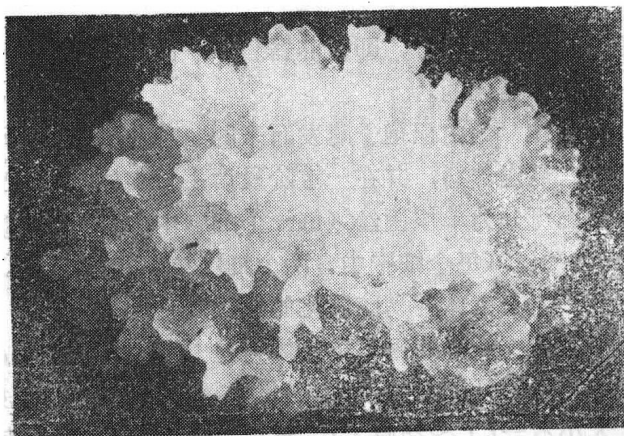


图 3 银耳的子实体

第二章 银耳的生物学

第一节 分类地位

在植物分类学中，银耳隶属于真菌门 (Eumycophyta)，担子菌纲 (Basidiomycetes)，异隔担子菌亚纲 (Heterobasidiales)，银耳目 (Tremellales)，银耳科 (Tremellaceae)，银耳属 (*Tremella*)。

据统计银耳属内约有40余种，分布于全世界。除了少数种类生于土壤上或寄生于其他真菌上之外，绝大多数的种腐生于各种阔叶树或针叶树的木头上。

第二节 形态特征

银耳是由两大部分，即营养器官——菌丝体和繁殖器官——子实体组成的。

1. 菌丝体 是由担孢子萌发而来的，在基质中蔓延生长，吸收、运送养料，并在一定阶段产生子实体。银耳菌丝按发育情况可分为单核菌丝（每一个细胞中含有一个细胞核）、双核菌丝（每个细胞中含两个细胞核）和结壳性双核菌丝（能产生子实体并易胶质化的菌丝）。

2. 子实体 新鲜的银耳子实体为纯白色、半透明，由3~10枚波曲的耳片组成，状如五倍子、如鸡冠、如菊花、如牡丹花，大小不一（1~25厘米），重量不等（数克，数百克）。干时为角质，硬而脆，白色或米黄色。体积强烈收缩，约为

原大的 $1/8 \sim 1/30$ 。子实层生于耳片的两个表面,担子卵球形或近球形、十字形垂直或稍斜,分化成四个细胞(也称为下担子),每一个细胞上生一枚细长的柄(也称为上担子),每一枚上担子生一枚担孢子小梗,担孢子小梗上再生一枚担孢子。担孢子成堆时白色,在显微镜下无色透明,卵球形或卵形, $5 \sim 7.5 \times 4 \sim 6$ 微米。担孢子产生芽管,萌发成菌丝或以出芽方式产生酵母状分生孢子。

成熟的耳片横切面可以分为三层:子实层、疏松中层和子实层。

子实层:宽度约145微米,由担子、侧丝组成的致密层带,位于耳片的上面和下面。

疏松中层:宽度约3~3.5毫米,由直径 $3.2 \sim 3.5$ 微米的双核菌丝组成的疏松的网状带。

第三节 在自然界的分布

银耳主要分布于亚热带,也分布于热带、温带和寒带。除了中国以外,日本、菲律宾、印度尼西亚、泰国、印度、澳大利亚、斯里兰卡、毛里求斯、非洲的南部地区和西部地区、圭亚那、牙买加、古巴、阿根廷、智利、巴西、玻利维亚、委内瑞拉、墨西哥、美国等都有分布。

在我国主要分布于内蒙古、陕西、四川、云南、贵州、湖南、湖北、安徽、江苏、浙江、江西、福建、台湾、广东、广西等省区。

第四节 近缘种

银耳属约包括40多个种,它们在形态上是极相似的,容

易混淆，为了便于鉴别，现将主要近似种介绍如下。

1. 橙银耳 [*Tremella cinnabarina* (Mont.) Pat.] 新鲜时子实体橙黄色，成熟时褪为淡黄色或白色，宽6~7厘米，由许多瓣片组成，但成熟时耳片中空；子实层覆于整个耳片表面。担子卵形，浅白色， $14\sim16\times10\sim12$ 微米，担孢子球形，有小尖，直径6~7微米。长芽管或反复出芽形成分生孢子。可食，通常生于栲树上。

2. 茶银耳 [*Tremella foliacea* Pers. et Fr.] 新鲜的子实体红褐色或褐色，有粘液，半透明，韧胶质。干时黑色，角质，质脆。由卷曲的瓣片组成，横切面有明显的髓层（菌丝平行走向），担子 $12\sim18\times10\sim12.5$ 微米。担孢子淡黄色至透明，近球形，基部尖，包括小尖 $7.5\sim10\times6.5\sim8$ 微米。

3. 黄木耳 [*Tremella aurantia* Schw. et Fr.] 新鲜时鲜橙黄色，脑形，不规则皱卷，基部狭小，从树皮裂缝中长出，宽6~14厘米，高约3~4厘米，胶质，干后收缩，但基本保留原有的形状和颜色，子实层覆于子实体的整个表面，内部由粗毛硬革质组成，担子梨形， $15\sim19\times12\sim16$ 微米；孢子近球形至卵形， $8\sim9\times6\sim7$ 微米，微黄色，出芽管或繁殖成酵母状分生孢子。

本种过去一直被误定为金耳 (*Tremella mesenterica* Retz. et Fr.)

第五节 生活史

为了进行银耳的人工栽培，为了获得银耳的菌种，弄清银耳的生活史是很重要的。

从十八世纪以来，国内外就有许多学者研究过银耳的生

活史，各人的看法也不尽一致。

总的说来，银耳的生活史是比较复杂的，包括一个有性世代和几个小的无性世代。通过交配实验证明，银耳是异宗结合，典型四极性的菌类。也就是说，一个银耳的担孢子能产生四种不同担孢子(AB, ab, Ab, aB)。担孢子在适宜的条件下，萌发成单核菌丝，在单核菌丝生长发育的同时，相邻的，可亲和的单核菌丝相互结合，形成有锁状连合的双核菌丝，随着双核菌丝的生长发育，达到生理成熟的双核菌丝就逐渐发育成白毛团，变胶质化形成银耳原基。原基在良好的营养和适宜的环境条件下，不断分蘖，最后展出洁白如银的耳片，使成熟的子实体完全裸露在空气中，随后从子实体上弹射出数以万计的担孢子，至此一个完整的银耳生活史就算完成了，不久子实体也就烂掉了。

但是在一定的条件下，银耳担孢子会反复芽殖，产生大量酵母状的分生孢子，分生孢子越来越多，担孢子越来越小。条件适宜时，分生孢子便萌发成单核菌丝，并按上述的方式完成它的生活史。

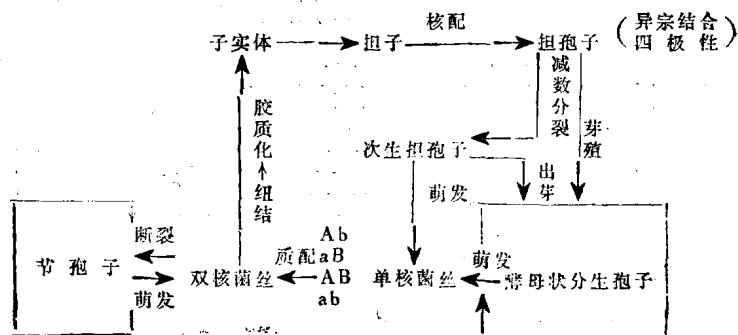


图 4 生活史

无论单核菌丝或双核菌丝，只要受到环境条件的刺激，如受热、搅动、浸水就可以断成许多节孢子(或出芽)。待自然条件好转之后，节孢子也会萌发成菌丝，并按上述的方式完成它的生活史。所以，银耳的生活史可以用图4表示之。

第六节 生活条件

银耳和黑木耳、香菇等食用菌一样，也是一种从枯死了的阔叶树的木材中吸收现成营养物质的木腐菌，营腐生生活方式。其生活条件包括：水分、营养、空气、温度、光线、酸碱度、时间、空间和生物因子。为了搞好银耳菌种的生产、段木栽培和木屑栽培，我们必须对银耳的生物学特性，即对上述的生活条件及其反应有比较深入的了解。

1.水分 水分是银耳生命活动的首要条件。和香菇相比，银耳在生育过程中要求更潮湿的环境。实验表明，担孢子在蒸馏水中就能萌发，但比例很小，绝大多数的担孢子在无菌水和培养液中都以出芽的方式形成酵母状的分生孢子；接种时，段木中的含水量以42~47%为宜，木屑培养基以65~70%为宜。子实体发生时，段木木质部的含水量以42~47%为宜，树皮的含水量以44~50%为宜，耳堂空气中相对湿度以80~95%为宜。银耳菌丝抗干旱能力比较强，长期干旱银耳菌丝不易死亡，在多水的条件下，部分菌丝会变成酵母状分生孢子，银耳的开路先锋——羽毛状菌丝不耐干旱，在潮湿条件下生长比较旺盛。

2.营养 营养是银耳生命活动的物质基础，也是优质丰产的根本保证。银耳是一种分解木材能力较弱，同时又是一种早熟短命的胶质菌。因此，要使银耳长得好，达到优质丰

产，必须选用营养丰富，特别是可溶性物质多的、边材发达、心材小、木质松软、易被分解的树种作段木。适合栽培银耳的树种参见第三章第一节。

据实验，银耳菌丝和酵母状分生孢子能同化如下碳源：葡萄糖、蔗糖、半乳糖、麦芽糖、甘露糖、木糖、纤维二糖、乙醇醋酸钠；不能同化乳糖、纤维素、可溶性淀粉、乙二醇、丙二醇、丙三醇；能同化如下氮源：有机氮（马铃薯煎汁，酵母浸膏）、铵态氮（硫酸铵），但不能同化硝酸盐。

此外，在银耳适生树，如枹栎、杜英、赤杨叶的树皮浸出液中，酵母分生孢子生育特别旺盛。培养基中加入磷（如过磷酸钙）或羽毛状菌丝的培养液对银耳担孢子的萌发有促进作用。

3. 温度 银耳是一种中温型耐寒力很强的真菌。温度对银耳担孢子的萌发、菌丝的生长、子实体的发育的影响如下：担孢子在蒸馏水中及枹栎树皮的浸出液中，在 28°C 经48小时，在 16°C 经52小时，就形成酵母状分生孢子，酵母状分生孢子在 2°C ，放置24小时不会失去萌发力，在 -17.7°C 放置2小时也不会失去萌发力。银耳担孢子在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 萌发，菌丝在 0°C 不会死亡，在 2°C 不生长，在 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 略有生长，在 12°C 以上，随着气温上升，生长逐渐加快，在 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ （尤其 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ ）长得最好， 30°C 还能发育， 35°C 完全不长，在 -17.7°C ，52小时就会死亡。子实体在 $18\sim 23^{\circ}\text{C}$ 发生最好，在 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ 也可生长，但朵型小，耳片薄。

4. 空气 银耳是一种好气性真菌，只有供应足够的新鲜空气才能正常开片。瓶栽时如果培养基水分太多，空气不足，原基分化迟，纽结团长不开片。因此，栽培场所要有徐徐的清风。

5. 光线 银耳虽然不是绿色植物，不行光合作用，但子实体的发育仍需要一定的散射光，理想的栽培场应选择在“三分阳，七分阴，花花阳光照得进”的林中和室内。在50~600烛光/米²的光照条件下银耳的生长发育都很正常。

6. 酸碱度 实验表明，银耳菌丝在pH5.2~7.2的范围内都能正常生长，pH5.2~5.8尤为适合。

7. 时间和空间 银耳菌种的生长需要时间和空间，随着时间的推移，菌龄不断加大，生活力降低，并有变质的趋势。为了得到雪白的银耳，应从色泽洁白的家栽银耳或野生银耳中进行采种分离。

8. 生物因子 利用棉花纤维、滤纸纤维崩解法测定，银耳菌丝几乎没有分解纤维素的能力；利用间苯三酚-浓盐酸反应法测定，得知银耳几乎没有分解木质素的能力；用碘化钾-碘溶液测定，发现银耳基本上不能利用淀粉。因此，在自然条件下，银耳要完成它的生活史，除了需要上述各种条件之外，还需要一个特殊的生活条件，需要一种生物因子——一种被人们称为羽毛状菌丝或“香灰”的子囊菌，来帮助它分解木材，作为“开路先锋”，没有这种“开路先锋”，银耳是长不进木材中去的，也就生存不下去。羽毛状菌丝可以帮助银耳分解木材，提供剩余的营养，把银耳菌丝无法直接利用的材料变成可利用的营养成分，这样就有利于银耳孢子的萌发、菌丝的定殖和子实体的生长发育，有利于银耳这个物种的延续。这种巧妙的组合是长期自然选择的结果，也就是说是进化来的。

总而言之，上述各种因子是综合对银耳发生影响的。我们在栽培过程中必须尽可能地满足银耳对上述生活条件的要求，才能得到理想的栽培效果。

第三章 段木栽培法

银耳的段木栽培法，虽然也起源于我国，但和香菇砍花栽培法相比则更原始、更落后。生产程序大体上分为如下几步：砍树、剔枝、截段、困山、排堂、采收、加工。除了极少数地区在段木上施砍花术或进行人工接种之外，有许多地区依然处于“守株待耳”的原始生产方式，即除了将耳树砍倒之外，等待天然播种，而没有其他有效措施。因此，木材损耗甚巨而收获却极微。为了彻底改变这种落后的状态，在我国近代银耳栽培史上，吴冰心(1914年)、王清水(1929年)、褚孟胜(1831年)、胡泽(1932年)、郑稷熙(1934年)、潘志农(1933年)、陶约翰(1935年)、项公传(1940年)、陈文毅(1941年)、陈鸿逵、杨新美(1945, 1950年)、周振汉(1947年)、徐世耕(1960年)、杨庆尧(1960年)、陈梅朋(1964年)等人都为发展我国的银耳栽培事业作了许多探索性的研究工作。

抗战期间，杨新美(1941)在贵州湄潭，采用银耳子实体进行担孢子弹射分离，在国内外均属首次获得银耳纯菌种。其后，他又利用这种纯菌种，作成孢子悬浮液，在较大量的壳斗科段木上，进行了三年(1942~1944)的田间人工纯菌种接种对比试验，取得了显著的效果和肯定的结论，这在国际上亦属创举。

解放后，陈梅朋、杨新美等真菌学工作者深入四川、云南、贵州、湖北、福建等银耳产区，总结耳农们的丰富生产经验，研究了银耳的生态学和生物学特性。五十年代末、六十年代初，华中农学院、三明真菌研究所先后用银耳纯菌

种——孢子悬浮液(酵母状分生孢子液)栽培银耳；1959年陈梅朋首次分离到银耳和香灰菌(羽毛状菌丝)的混合菌种，并认为就是银耳纯菌种，并以此进行段木人工接种试验，亦长出银耳子实体。1962年以后，上海市农科院、浙江省粮食科学研究所、福建三明真菌研究所等分别进行银耳段木人工接种的生产性试验和推广。福建三明真菌研究所(徐碧如等，1965)证明银耳纯菌种在灭菌的人工培养基上能够完成它的生活史。1968年以后福建、广东、湖北等省开始大面积普及银耳段木人工接种技术。1974年福建省古田县姚淑先改进了银耳的瓶栽方法，同县戴维浩又发展了银耳的袋栽方法，单产有了更大的提高。目前几乎全国各地都有人工的银耳栽培。笔者及其同事，在认真吸收前人宝贵经验的基础上，就银耳生活史、生物学特性、菌种的分离、培养以及栽培技术进行了一系列的研究，进一步阐明了银耳特殊的生活规律，找到一套较完整的菌种生产方法，并把它普及到全国各地，使我国银耳栽培事业得到迅速的发展。本章将介绍十几年大面积银耳段木栽培经验。

第一节 耳树的选择

前面已经讲过，银耳是生长在死亡的或正在枯死的树木上的一种木腐菌。和香菇的栽培一样，选择适宜的耳树是银耳段木栽培中最关键的第一步。没有适宜的耳树就不可能进行段木栽培。

我国南方各省，气候温和、雨量充沛、森林资源丰富，适合银耳生长的树种很多，因此，发展银耳生产的潜力很大。据我们多年来的调查，可以种银耳的阔叶树有一百多