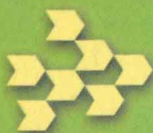


新农村建设丛书

刘晓龙 蒋中华 编著



黑木耳高效栽培技术



吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

新农村建设丛书

黑木耳高效栽培技术

刘晓龙 蒋中华 编著

吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

黑木耳高效栽培技术/刘晓龙编.

—长春:吉林出版集团有限责任公司,2007.12

(新农村建设丛书)

ISBN 978-7-80762-044-0

I. 黑... II. 刘... III. 木耳—栽培 IV. S646.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 187203 号

黑木耳高效栽培技术

编著 刘晓龙 蒋中华

出版发行 吉林出版集团有限责任公司 吉林科学技术出版社

印刷 大厂书文印刷有限公司

2010 年 3 月第 2 版

2010 年 3 月第 1 次印刷

开本 880×1230mm 1/32

印张 3.75 字数 93 千

ISBN 978-7-80762-044-0

定价 15.00 元

社址 长春市人民大街 4646 号

邮编 130021

电话 0431-85661172

传真 0431-85618721

电子邮箱 xnc 408@163.com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

《新农村建设丛书》编委会

主 任 韩长赋

副 主 任 荀凤栖 陈晓光

委 员 (按姓氏笔画排序)

王守臣 车秀兰 冯晓波 冯 巍

申奉澈 任凤霞 孙文杰 朱克民

朱 彤 朴昌旭 闫 平 闫玉清

吴文昌 宋亚峰 张永田 张伟汉

李元才 李守田 李耀民 杨福合

周殿富 岳德荣 林 君 苑大光

侯明山 闻国志 徐安凯 栾立明

秦贵信 贾 涛 高香兰 崔永刚

葛会清 谢文明 韩文瑜 靳锋云

责任编辑 司荣科 祖 航

封面设计 姜 凡 姜旬恂

总 策 划 刘 野 成与华

策 划 齐 郁 司荣科 孙中立 李俊强

出版说明

《新农村建设丛书》是一套针对“农家书屋”、“阳光工程”、“春风工程”专门编写的丛书，是吉林出版集团组织多家科研院所及千余位农业专家和涉农学科学者，倾力打造的精品工程。

本丛书共分五辑，每辑 100 册，每册介绍一个专题。第一辑为农村科技致富系列；第二辑为 12316 专家热线解答系列；第三辑为普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材系列；第四辑为农村富余劳动力向非农产业转移培训教材系列；第五辑为新农村建设综合系列。

丛书内容编写突出科学性、实用性和通俗性，开本、装帧、定价强调适合农村特点，做到让农民买得起，看得懂，用得上。希望本书能够成为一套社会主义新农村建设的指导用书，成为一套指导农民增产增收、脱贫致富、提高自身文化素质、更新观念的学习资料，成为农民的良好益友。

目 录

第一章 概述	1
第二章 生物学特性	6
第一节 分类地位与地理分布	6
第二节 生物学特性	8
第三章 菌种生产	16
第一节 概述	16
第二节 菌种分级	17
第三节 消毒与灭菌	19
第四节 设施设备	26
第五节 培养基配制	33
第六节 母种生产	36
第七节 原种生产	41
第四章 黑木耳代料地栽技术	46
第五章 病虫害防治	59
第一节 病虫害综合防治	59
第二节 竞争性杂菌预防与防治	62
第三节 病虫害防治	69
第六章 采收加工	72
第一节 采收	72
第二节 产品加工	75
附录	86

第一章 概 述

黑木耳属于真菌门、担子菌亚门、层菌纲、有隔担子菌亚纲、木耳目、木耳科、木耳属。别名光木耳，是名贵的食用菌之一，被人们喻为“山珍”。

黑木耳是我国传统的出口商品，在全世界人工栽培的食用菌产量中，列在第七位。我国的黑木耳产量和质量都居世界首位。产量占世界总产量的 90% 以上，远销日本、泰国、印尼、菲律宾、西欧、北美以及我国港澳地区。贸易量占全世界的 80% 以上，出口换汇率高，出口一吨黑木耳（干）可换汇 1.2 万~1.8 万美元。国外华人都习惯食用黑木耳。据最新统计，全世界年产黑木耳（干）46.5 万吨，而我国年产 42 万吨，占世界总产量的 90% 还多。世界上生产黑木耳的国家主要有中国、泰国、日本和菲律宾，主要生产黑木耳和毛木耳；我国和菲律宾主要以黑木耳为主，也有少量毛木耳，其他国家主要生产毛木耳。

一、黑木耳栽培史

人类很早就采集野生菌类作为食物。但是，第一个实现人工栽培的菌类是黑木耳，并始于中国。黑木耳在中国有悠久的历史，早在 2100 年前《周礼》上就有黑木耳的记载；明朝著名医学家李时珍在《本草纲目》中曾转载唐人苏恭关于黑木耳的叙述：“桑槐楮榆柳。此为五木耳。软者并堪啖，楮耳人常食，槐耳疗痔。煮浆弱安诸木上，以草覆之，即生蕈尔”但是长期以来，我国传统栽培黑木耳的方法，一直采取将砍伐的树木排放在温暖湿润的林间草地上，接受空中飘落黑木耳孢子的自然接种方法进行生产，处于半野生状态，产量极低。解放后，我国科技工

作者利用培养黑木耳担孢子液喷洒接种的方法获得成功，使黑木耳生产由自然接种发展到人工接种，这种接种方法，产量仍不稳定。20 世纪 70 年代，食用菌接种方法开始采用纯固体菌种接种。采用纯固体菌种接种生产黑木耳，不仅提高了黑木耳的产量和品质，而且还提早了收获时间，缩短生长周期。

黑木耳栽培在改自然接种为人工接种的同时，栽培管理技术也进行了一系列改革。如：段木由长杆改为短杆；刀截改锯截；耳场的阴坡改阳坡；分散改集中；原来靠天收耳，发展到天旱时实行人工抗旱，进而使用喷灌设施，实行人工降雨，部分地区实现了人工控制生产；以及开展防治杂菌和害虫等工作。纯固体菌丝体菌种的应用以及栽培技术的不断改革，不仅缩短了黑木耳的生产周期，实现了当年砍树、当年接种、当年采耳，而且产量和质量都获得显著的提高。单产由每棚（约 250 千克段木）产干黑木耳 0.5 千克左右，提高到 2.5 千克。部分单产创造了棚产 12.5 千克以上的高产纪录。

我国黑木耳产区遍布 20 多个省（自治区、直辖市）。其中以黑龙江、吉林、湖北、云南、四川、广西和贵州等省（自治区）产量较多。黑龙江的黑木耳色黑、肉厚、质优，河南卢氏县“伏牛牌”黑木耳和湖北房县“燕牌”黑木耳在国内外均享有盛誉。为了促进黑木耳生产稳定发展，1986 年商业部副食品局把 21 个黑木耳生产县列为全国重点黑木耳生产基地。如黑龙江林口、海林和东宁；吉林浑江、龙井和琿春；河南卢氏；湖北房县、保康和南漳；广西壮族自治区百色、田林和田阳；四川广元和青川；贵州册亨；云南富宁和文山；河北万全；陕西北强；甘肃康县等。为了统一黑木耳商品质量标准，根据国家标准局批准，1986 年 3 月 1 日公布了“中华人民共和国国家标准——黑木耳”。

20 世纪 70 年代末期，湖北、湖南、江苏、浙江、福建、黑龙江、河北以及山东等省科研部门以及一些栽培户，利用锯木屑、棉子壳、甘蔗渣、玉米芯以及稻草等农作物秸秆为原料，代

料栽培黑木耳，开始用瓶栽法，进而采用袋栽。采用室内、室外栽培；稻田、露地排栽；果、林间挂袋；玉米、蔬菜、蔗田套栽以及野外层架栽培等方式，取得了较好的经济效益和社会效益。

二、黑木耳营养价值和药用价值

黑木耳胶质光滑、柔软适口、味道独特，而且含有丰富的营养物质（表 1—1）。它含有相当肉类的蛋白质，又含有人体所必需的八种氨基酸。黑木耳中维生素 B₂ 含量是一般米、面、蔬菜的 10 倍，比肉类高 3~5 倍。黑木耳中灰分（多种矿物质）比肉类、米、面、蔬菜高 4~10 倍，铁含量是肉类的 100 倍，钙含量是肉类的 30~70 倍。

表 1—1 黑木耳的营养成分（100 克干品含量）

成分	水分 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	碳水化合 物(克)	热量 (千卡)	粗纤维 (克)	灰分 (克)
含量	10.9	10.6	0.2	65.5	306	7.0	5.8
成分	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)	胡萝卜素 (毫克)	硫胺素 (毫克)	核黄素 (毫克)	尼克酸 (毫克)
含量	357	201	185	0.03	0.15	0.55	2.7

黑木耳含有丰富的胶质，对于消化系统具有良好的清滑作用，能够清除肠胃中纤维素和积败食物，是纺织、矿山和理发工人的保健食品。黑木耳中含有的多糖类物质是酸性异葡聚糖，其主要成分为木糖、葡萄糖醛酸、甘露糖及少量的葡萄糖和岩藻糖，有一定的抗肿瘤作用，对小白鼠肉瘤有 42.6% 的抑制效果。经常食用黑木耳，可以降低人体血液凝块，缓和冠状动脉粥样硬化，有防止血栓形成的功能。降低血液中胆固醇的含量 20%，软骨病地区经常食用黑木耳，对人体骨骼有积极作用。

三、黑木耳生产现状和展望

1. 国内外生产动态 黑木耳是温带地区生长的食用菌，也生长于亚热带地区。中国（包括台湾省）以及菲律宾都大量生产黑木耳。以前用段木栽培黑木耳时，生产仅限于有耳树的山区，现

在可以利用各种阔叶树的木屑进行栽培，所以其生产也就没有严格的地区限制。1994 年，一些国家商业性栽培黑木耳的产量统计（鲜重），中国 38.50 万吨，印度尼西亚 200 吨，日本 100 吨，中国台湾省 0.88 万吨，泰国 0.6 万吨，其他国家 2.01 万吨，共计 42.02 万吨。1990 年世界黑木耳总产量为 40.0 万吨。据有关部门统计，我国 1995 年黑木耳出口量为 4084 吨，比 1994 年增加 44.77%。换汇额为 2399.9 万美元，比 1994 年增加 24.54%。

2. 黑木耳生产展望 黑木耳为胶质类食用菌，有它独特的食用和药用价值。就世界上生产地区而言，多集中于亚太地区。目前，全国段木栽培黑木耳年产 50 吨以上的基地县已达 50 个。代料栽培黑木耳的地区如湖北、湖南、河南、山东、吉林和黑龙江等省在生产规模以及生产技术上都有较大的提高。我国从 1955 年开始采用固体菌种进行黑木耳木段栽培，大森林孕育了黑木耳，黑木耳生产的发展又毁了大森林。按每立方米生产 13 千克黑木耳（干）计算，全国年产 46.5 万吨黑木耳（干）需消耗木材 240 多万立方米。早在 20 世纪 50 年代，我国就进行代料栽培黑木耳试验，但始终未能解决代料栽培易感染杂菌、产量低而不稳等关键问题。20 世纪 80 年代又兴起挂袋栽培黑木耳，由于解决不了保湿和通风之间的矛盾，最后也不了了之。20 世纪 90 年代塑料袋地栽黑木耳试验成功，从根本上解决了杂菌污染、保湿和通风、产量低而不稳等难题，并且在北方迅速推广开来。塑料袋地栽黑木耳的成功，是黑木耳栽培技术的一个重大突破，是采用新技术、新配方、新设备和优良菌种的结果。

代料地栽黑木耳与以前推广的挂袋栽培相比，它一改挂袋风险大、易感染杂菌、产量低而不稳等难题。地栽黑木耳采用室内养菌、室外出耳、适时下地的栽培方式，可出两潮耳，室外出耳浇水少，易保湿，不易感染杂菌。这样就从厂房及劳动力方面降低了生产成本，提高了产量，使黑木耳栽培来自于大自然，又回到了大自然。塑料袋地栽黑木耳原材料资源丰富，包括各种阔叶

树木屑、针叶树木屑、棉子皮、玉米芯、豆秸、稻草等各种农作物秸秆；而且周期缩短，从接种到采收 90~120 天；成本低，每袋成本在 0.6~0.7 元；质量好，销路好，效益高。每袋可产干耳 0.035 千克左右，每亩（667 平方米）地可摆放一万袋，亩产 350~400 千克（干）黑木耳，每亩纯效益 0.8~1 万元。真可谓：“冷冷热热长菌丝，干干湿湿长木耳，旱长菌丝湿长耳，旱涝保收亩万元”。一般一个劳动力一年可管理 3~5 亩地，效益相当于大田的 30 倍左右，是广大城乡居民致富的好项目。

第二章 生物学特性

第一节 分类地位与地理分布

一、分类地位

黑木耳在分类上隶属于真菌门、担子菌亚门、层菌纲、有隔担子菌亚纲、木耳目、木耳科、木耳属，也叫木耳、光木耳、云木耳、黑耳子、丝耳子、木耳菇、木耳菜及黑菜等。古称木枰、树鸡、木蛾、木菌及林需。木耳属已报道的种有黑木耳、毛木耳、皱木耳、角质木耳、盾形木耳，琥珀木耳、毡盖木耳、肠膜状木耳和大毛木耳等 9 种。

二、地理分布

黑木耳是中温型食用菌，主要分布于温带和亚热带的高山地区。我国地域广阔，林木资源丰富，大部分地区气候温和，雨量充沛，是世界上黑木耳主要产地。黑木耳在我国自然分布很广，北起黑龙江、吉林，南到海南，西自陕西、甘肃，东至福建、台湾，遍及全国 20 多个省（市）。黑木耳主产区主要在湖北、四川、贵州、河南、陕西、吉林、广西、云南和黑龙江等省（自治区）。

三、子实体形态特征

黑木耳子实体单生为耳状，群生为花瓣状，胶质，半透明，中凹，背面常呈青褐色，有绒状短毛，腹面平滑，有脉状皱纹，红褐色。子实体直径 6~12 厘米、厚 0.8~1.2 毫米，干后收缩为角质状，泡松率 8~22 倍。其内部结构属于无髓层而具有中间层的类型。从子实体横切面的背面数起分为绒毛层、致密层、亚致密上层、中间层、亚致密下层和子实层，见图 2-1。



图 2—1 袋栽黑木耳

四、生活史

黑木耳子实体成熟时，在其腹面的子实层上长出成千上万的担孢子。担孢子萌发长出芽管，芽管伸长为单核菌丝，经过不同性的、有亲和力的单核菌丝结合，形成双核菌丝。双核菌丝不断生长，分化发育成子实体。子实体成熟后，又产生大量的担孢子，这样一个生长发育过程称为黑木耳的生活史。

1. 营养体 黑木耳的营养体为有隔菌丝。菌丝体在完成生活史之前，要经过初生菌丝、次生菌丝和三生菌丝（即组织分化的次生菌丝）三个明显的发育阶段。

(1) 初生菌丝 通常由担孢子萌发而成。在一般情况下，一个担孢子只有一个细胞核。担孢子萌发产生芽管，芽管不断伸长、分支，逐渐形成菌丝体。这种菌丝的每一个细胞里只有一个细胞核，称为单核菌丝，即初生菌丝。单核菌丝较细，分支较多，生长较慢，生活力较弱，在黑木耳生活史中经过时间较短。单核菌丝为单核单倍体，它的“性”和担孢子的“性”是一致的。黑木耳的单核菌丝也能形成子实体，只不过形成子实体的速度慢，产量低。

(2) 次生菌丝 初生菌丝生长到一定程度后，2 个不同“性”

的单核菌丝，经过质配形成次生菌丝，即双核菌丝。双核菌丝的每个细胞中有两个细胞核，为双核单倍体。它比单核菌丝粗壮，生长速度快，在黑木耳生活史中经过时间最长。人工培育的纯菌种就是次生菌丝。

(3) 三生菌丝 当双核菌丝生长达到生理成熟后，开始组织分化，菌丝相互扭结，形成子实体原基。原基不断地生长发育而成为子实体。所以，子实体是由组织分化的双核菌丝组成的。

2. 繁殖体

(1) 无性繁殖 黑木耳无性繁殖产生的无性孢子为分生孢子。黑木耳的分生孢子不易萌发，当满足其特殊要求时，萌发生长的菌丝，如为单核菌丝，则“+”和“-”的两条单核菌丝结合后，即进入异核的双核菌丝阶段，通过锁状联合等一系列过程，完成整个生活史。

(2) 有性繁殖 黑木耳有性繁殖产生的有性孢子为担孢子。黑木耳的1个担子上产生4个担孢子，其中有2个“+”和2个“-”。不同性别的担孢子在适宜的条件下萌发，产生单核菌丝。不同交配型的单核菌丝经配合，形成双核菌丝。双核菌丝不断地分解和积累大量的营养物质和水分后，逐渐达到生理成熟，用肉眼观察，与这一生长发育阶段相一致的是，通过双核菌丝的分化发育，交织扭结，开始形成耳芽并逐渐发育成子实体。子实体成熟后，又产生大量的担孢子。

第二节 生物学特性

一、营养

营养是一切生物生命活动的物质基础。黑木耳赖以生存的营养，完全依靠菌丝体从基质中吸收。

1. 碳素营养 是黑木耳最重要的营养来源，它不仅能作为合成碳水化合物和氨基酸的原料，同时，又是重要的能量来源。黑

木耳所需要的碳素营养都来自有机物，如纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶和戊聚糖类等。在常见的碳源中，凡单糖、有机酸等小分子化合物，都可以直接被黑木耳细胞所吸收；纤维素、半纤维素、木质素、果胶和淀粉等大分子化合物则不能被直接吸收，必须通过纤维素酶、半纤维素酶和木质素酶分解成阿拉伯糖、木糖、葡萄糖、半乳糖和果糖后，才能被吸收利用。纤维素和木质素是黑木耳的主要营养来源。一般木屑纤维素含量约为40%，木质素约为24%，半纤维素中包括多聚戊糖约为20%，甲基多聚戊糖约为1%。黑木耳菌丝体在分解、摄取养料时，能不断地分泌出多种酶，将大分子化合物分解成黑木耳菌丝体易于吸收的各种营养物质。此外，还可利用基质中的葡萄糖、半乳糖、岩藻糖、乳糖、蔗糖和麦芽糖等，其中以前五种效果最好。这些糖类用量不能太多，超过5%则对黑木耳菌丝生长有抑制作用。

2. 氮素营养 氮素是合成蛋白质和核酸所必不可少的主要原料。主要氮源有蛋白质、氨基酸、尿素、氨、铵盐、硝酸盐、天门冬氨酸、蛋白胨和丙氨酸等。生产中常用的氮源为马铃薯浸汁、酵母汁、玉米粉、蛋白胨、米糠和麸皮等。黑木耳菌丝体能直接吸收氨基酸、尿素和氨等小分子化合物。蛋白质是一类高分子化合物，不能直接被利用，必须经蛋白酶分解成氨基酸后才能被吸收。0.1%硝酸钙的效果为最好；一般1%~3%的葡萄糖也能保证黑木耳菌丝旺盛生长；尿素的使用浓度不能超过0.5%，否则对黑木耳菌丝生长和子实体生长发育都不利；硫酸铵对黑木耳菌丝无作用。很多天然物质，再加上1%~2%的蜂蜜、1%~2%果糖或蔗糖，都可以成为黑木耳菌丝生长的良好培养基。

3. 维生素 黑木耳生长和发育需要维生素。维生素物质主要有生物素、维生素B₁和B₆。黑木耳不能合成维生素B₁，它在菌体内是TPP的辅因子，有广泛的生化效应，维生素B₁还会影响细胞内其他代谢物的浓度，如甘油、类脂、氨基酸和有机酸等。维生素B₆在菌体内也是作为一种辅酶用来转移氨基，与在植物

体内的作用类似。

黑木耳对生物素的需要量仅次于维生素 B₁，而位居第 2 位。它也是一种辅酶，主要功能是转移二氧化碳。生物素在类脂的合成中有特别重要的作用。它可以影响菌体内细胞的组分，如添加生物素于培养基中，就会增加菌体的 DNA、RNA 和蛋白质的含量，降解体内有机酸的浓度。此外，生物素还会影响细胞壁的超微结构。在菌体内生物素的合成直接受外界营养的影响，而在生物素的利用过程中，pH 值会显著影响生物素作用辅因子的过程。维生素对黑木耳菌丝有促进作用，但用量不能超过 50 微克/毫升，盐的量远比碳源和氮源少。在供试的培养基中，通常以几百毫克/升来表示。

4. 矿物质元素和微量元素 同植物的无机元素类似，黑木耳所需的无机元素同样可分为大量元素和微量元素两大类。大量元素所需量相对较多，如镁、磷、钾和钙；微量元素所需的量相对较少，如铁。

镁不仅为所有的食用菌所需，而且它有广泛的调节作用。菌体内镁的浓度随着食用菌种类的不同而异，不同生长时期的含量也不一样。磷和低浓度的钾可刺激镁的吸收，镁是许多酶的激活因子，镁还可以影响膜的结构和功能。另外，镁还参与细胞分裂。磷在菌体内多数以磷酸根离子的形式存在，这种形式的磷是体内不可缺少的重要组成部分，如 DNA、RNA、磷脂、维生素 B₁₂ 和辅酶 A 等。在黑木耳培养过程中，磷的浓度也应引起重视。所有食用菌的生长都离不开钾，钾在菌体内主要作用是调节渗透势。许多食用菌生长发育随着钙的加入而得到提高，钙也是各种细胞结构的组成成分之一。铁在菌体内是多种酶的激活因子，是细胞色素和血红素的组分之一。铁缺乏直接影响黑木耳的生长过程。同时，也影响电子的转移和呼吸作用。

在耳木中，这些养分是很丰富的，尤其是边材发达和生长在土质肥沃、向阳山坡的耳木，养分特别充足。在这种地方生长的

栓皮栎，生长速度较快，木质部比较疏松，树皮裂缝处呈红褐色，在这种耳木上生长的黑木耳，朵大、肉厚、产量高。

用阔叶硬杂木屑及枝条制种时，在培养基中要加入少量的石膏粉和磷酸二氢钾，将酸碱度（pH 值）调到 5.5~6.5，并增加钙、磷等元素，以满足黑木耳的营养要求。在用木屑代料栽培时，要添加一定量的麦麸或米糠，其目的是增加氮源，促进黑木耳菌丝生长，以满足菌丝生长繁殖的需要。用棉子壳代料栽培时，只需添加石膏粉即可。

二、生长发育与环境条件

黑木耳生长发育的外界条件主要是营养、温度、水分、湿度、光照、空气和酸碱度等。

1. 温度 温度是影响黑木耳生长发育速度和生命活动强度的重要因素。黑木耳属中温型恒温结实性食用菌，它的孢子萌发温度在 22℃~32℃ 范围，以 30℃ 最适宜。菌丝在 6℃~36℃ 均能生长，但以 22℃~32℃ 为适宜，在 5℃ 以下或 38℃ 以上受到抑制。黑木耳菌丝能耐低温但不耐高温。短期在 -30℃ 低温下不致死，长期处于 32℃ 以上，容易引起菌丝衰老，超过 40℃ 可以致死。这是由于低温下黑木耳菌丝的细胞膜脂质晶体结构发生变化，使菌丝体不能向外分泌能分解大分子物质的水解酶，细胞代谢作用和生命活动急剧下降而停止生长；在高温下，黑木耳分泌的水解酶失去活性，膜结构受到破坏，失去控制细胞内外物质交换，代谢紊乱，而丧失生活力。不同品系的黑木耳，抗寒、抗热及最适生长温度均存在差别，这是长期自然选择的结果。

黑木耳子实体生长所需的温度低于菌丝体生长温度。黑木耳菌丝在 15℃~32℃ 条件下均能分化为子实体，而生长最适宜温度为 20℃~28℃，38℃ 以上受到抑制，见表 2-1。在适宜的温度范围内，温度稍低，生长发育慢，生长周期长，菌丝体健壮，子实体色深、肉厚，有利获得高产优质的黑木耳；温度越高，生长发育速度越快，菌丝徒长，易衰老，子实体色淡、肉薄、质差。在