

黑木耳代料栽培技术

李宏伟 孙永琴 编著



28
6

东北林业大学出版社

黑木耳代料栽培技术

李宏伟 孙永琴 编著

东北林业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

黑木耳代料栽培技术/李宏伟,孙永琴编著. —哈尔滨:东北林业大学出版社,2001.3

ISBN 7-81076-140-4

I. 黑... II. ①李... ②孙... III. 木耳—蔬菜园艺 IV. S646.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 11164 号

责任编辑:姜俊清

封面设计:曹 晖



NEFUP

黑木耳代料栽培技术

Heimuer Dailiao Zaipei Jishu

李宏伟 孙永琴 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路26号)

东北农业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3 字数 64 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—5 000 册

ISBN 7-81076-140-4
S·285 定价:5.00 元

目 录

1 综述	(1)
1.1 代料栽培具有重要的生态效益	(2)
1.2 代料栽培具有重要的经济效益	(3)
1.3 代料栽培具有重要的社会效益	(4)
2 黑木耳栽培的生物学基础	(5)
2.1 生长发育	(5)
2.2 生活习性	(6)
3 黑木耳对环境条件的要求	(8)
3.1 对环境条件的要求	(8)
3.2 环境因子的综合影响	(17)
3.3 水分对菌丝生长发育的影响	(18)
4 菌种制作技术	(19)
4.1 设备条件	(19)
4.2 消毒与灭菌	(23)
4.3 母种制作	(31)
4.4 原种制作	(35)
4.5 栽培种制作	(39)
5 代料栽培技术	(44)
5.1 生产流程	(44)
5.2 生产季节	(45)
5.3 生产设备	(46)

5.4	物料准备	(51)
5.5	培养基的配制	(52)
5.6	装袋与灭菌	(55)
5.7	接种	(59)
5.8	栽培袋的培养	(61)
5.9	出耳阶段的管理	(63)
6	病虫害防治	(69)
6.1	常见病害防治	(70)
6.2	主要害虫防治	(77)
7	采收与加工	(82)
7.1	成熟的标志	(82)
7.2	采收方法	(82)
7.3	加工干制、分级包装和贮藏	(83)
附录 1	中华人民共和国国家标准 黑木耳	(86)
附录 2	优质菌种简介	(92)

1 综 述

黑木耳 [*Auricularia auricula* (L. ex Hock Underw)] 是一种黑色、胶质、味美的食用菌，主要产于我国的东北和湖北等地的山区，年产量 1.5 万吨（干耳）左右。我国生产的黑木耳品质好，在国际市场有很强的竞争力，创汇率很高。据有关资料介绍，出口 1 吨黑木耳可换汇 2 ~ 2.5 万美元。所以，黑木耳一直是我国传统的出口商品。

黑木耳营养丰富，口感好，历来是我国人民的美味佳肴。100 克黑木耳干品中含蛋白质 10.6 克、脂肪 0.2 克、碳水化合物 65.5 克、热量 1 281 千焦。蛋白质含量相当于肉类。维生素 B₂ 含量 0.15 毫克，相当于一般米、面、大白菜以及肉类的 4 ~ 10 倍。我国人民在食用黑木耳的过程中，创造了灿烂的饮食文化，在世界各地，只要有华人，就有我们中国的黑木耳传统的作法，人们把食用黑木耳作为思故乡和对祖国文化的怀念。

黑木耳具有清肺润肺、益气补血等功效，是矿山、纺织、理发职工良好的保健食品。《本草纲目》中曾有这样的记述：“木耳生于朽木之上，主治益气不饥”，轻身强志，并有治疗痔疮，血瘀下血等作用。据有关资料介绍，黑木耳能降低血液凝块，缓和冠状动脉粥样硬化，并且能明显地防止血栓的形成。

黑木耳属于担子菌亚门、层菌纲、木耳目、木耳科、木耳属，又称木耳及光木耳等。木耳属有 15 ~ 20 个种，广泛

分布于温带及热带。我国约有 10 余个种，如建盖毛木耳、皱木耳、大毛木耳、琥珀木耳、盾形黑木耳、黑木耳等。其中大部分可食用，但除黑木耳、毛木耳外一般品质较差。黑木耳子实体是柔软、富有弹性的胶状物，有很强的吸水力，每千克干品可以吸收水分 13 千克以上。失水干缩后，形成坚硬的角质，遇水后可恢复原状继续生长。

黑木耳在我国栽培至少有 800 年以上的历史。适宜栽培的树木比较多，有 120 余种，以壳斗科树木的栲树、蒙古栎、栓皮栎、青冈栎及桦木科的千金榆（半拉子）为最多。最初是在冬季伐树、去梢，放在黑木耳生长的山场，任其自然感染黑木耳菌，这种自然繁殖的产量很低、生产周期长，一般需 5 年的时间。20 世纪 70 年代初，黑木耳生产出现了一次革命，人们仿照香菇的纯菌丝段木栽培方法在黑木耳栽培上获得成功，使木耳产量上升，生产周期缩短（一般 2 ~ 3 年）。但这种方法消耗木材量特别大，20 世纪 80 年代末又出现了节约木材、产量高的代用料栽培方法（以下简称代料栽培）。

1.1 代料栽培具有重要的生态效益

我国是一个少林的国家，森林覆被率仅占国土面积 13.96%，而且森林分布不均匀，主要分布西南和东北。由于森林缺乏，许多大江大河上游不能得到很好的水土保持，造成水土流失严重，加之经济建设对木材的需求，加大了对森林的砍伐力度，造成了环境的恶化。据统计，一年种植黑木耳砍伐的林木就有 700 ~ 800 万米³，相当于消耗森林资源（中幼龄林）5 万公顷，几乎等于一个中等林业局 1/3 的

林地面积（按每立方米段木产 20 千克木耳，每公顷中幼龄林产段木 150 米³ 计算）。用不了多长时间许多林业部门将无森林资源可采，实际上，许多地方这种情况已经表现得十分明显。

消耗森林资源种植黑木耳，换取经济效益，除了造成环境恶化、自然灾害频繁发生以外，还使森林资源减少，许多工人无业可就，加重了林区的经济困难。代料栽培黑木耳不用砍伐森林，解决了致富与资源消耗的矛盾。代料栽培黑木耳就是利用木材加工副产品——木屑、农作物秸秆及工业的废料作为栽培的原料，既可以不用木材（段木）种植黑木耳，又可以使黑木耳的产量达到比用木材（段木）更高的产量，品质与段木所产的木耳一样。

在我国广大的农村、林区可用于代料栽培黑木耳的资源丰富，多属于农林废物，处于无用状态。用这部分资源栽培黑木耳，可谓之取之不尽，用之不竭，不但可以使无用资源得到充分利用，而且可以使森林资源及环境得到保护。

1.2 代料栽培具有重要的经济效益

代料栽培黑木耳生物转化率非常高，可以达到 110%，即 0.6 千克的干锯末、麦麸、豆粉等培养料可产鲜木耳 0.74 千克。折合成每袋能产干木耳 50 克（平均）。按目前市场价格每 500 克 26 元计算，投入产出比为 1:(3 ~ 4)，在弱值的农业项目中是比较高的，一般是种玉米和大豆的 5 倍。

代料栽培黑木耳设备简单，生产周期短，便于操作，广大的山区、农村、城郊都可以栽培。一般生产 1 万袋仅需 6 000 千克干木屑，能生产 500 千克干木耳，产值可达 2.6 万

元。如果采用地栽方法。每亩^①可摆放1万袋，效益（纯收入）可达到1.5万元。林口县朱家镇李强种1万袋利润1.6万元，吉林省集安市冷万春种2万袋收入3万元。

1.3 代料栽培具有重要的社会效益

1.3.1 变农闲为农忙

代料栽培黑木耳，菌种生产阶段及栽培袋的生产阶段一般在冬季，可以使冬季没有事干的农民有活干，变冬闲为冬忙。

1.3.2 缓解可耕地不足

我国是一个土地资源相对缺乏的国家，许多农村可耕地人均一亩，靠这样少的土地解决广大农村脱贫致富的问题相当困难。发展代料栽培黑木耳，可以利用农作物秸秆及林业抚育代剩余物，补充农民可耕地的不足。特别在山区可以遏制超坡开荒盲目扩大耕地的势头。

1.3.3 在林区具有重要意义

国家实行天然林保护工程以后，森林采伐量减少，广大林区职工面临转产和再就业。代料栽培黑木耳为林区转产安置下岗职工提供了机遇。林区无霜期短，气候条件恶劣，一般农作物生长都受到限制，林业部门转产许多农业项目都受到制约。而气温低、温差大的气候条件则有利于黑木耳生长。由于林区抚育伐剩余物多，所以袋料栽培黑木耳在林区具有得天独厚的发展条件。

^① 一亩等于667平方米或1/15公顷。

2 黑木耳栽培的生物学基础

2.1 生长发育

黑木耳生长发育周期可以简单理解为担孢子长成菌丝体，菌丝体发育成子实体，子实体上又产生担孢子的周而复始繁衍后代的过程，即由担孢子→担孢子，与高等被子植物的由种子→种子的生长发育过程相似。

黑木耳的子实体（耳片）在成熟期有大量的担孢子弹离出来。黑木耳是一种二极性的担子菌。二极性是指具有两种类型的单倍体菌丝。这两种单倍体菌丝都是从担孢子发芽而产生的，并且各自长成初生菌丝，从外表难以区分出谁是“公”，谁是“母”的。然而，只有当这两种不同性别的初生菌丝碰在一起结合之后才形成二次菌丝，只有二次菌丝才能在适当的条件下发育出子实体来。也就是说，它是单孢不孕的，而且黑木耳的初生菌丝，从“性”的机能上讲，只有两种类型，因此称为二极性的担子菌。

黑木耳的菌丝在基质中产生大量的分枝，向基质中蔓延，吸收基质中的营养物质和水分，逐渐发育到生理成熟的结实阶段，局部开始膨大而在基质表面形成胶质的子实体原基，由于不断吸收营养和水分，原基最后发育成子实体，即耳片。当子实体逐步发育成熟后，便在于实体的腹面产生一种白色物，这就是担孢子。

栽培中所使用的菌种就是经过选育扩繁了的二次菌丝。

2.2 生活习性

黑木耳是一种中温性的具有很强吸水能力的木腐菌，在自然界分布很广，但主要分布在北半球的温带地区，热带和亚热带的高山地区也有分布。在特定的地理、气候、树种等生态条件下，经过长期的自然选择，使黑木耳形成了自己独特的种性，即遗传性。这种遗传性是不容易改变的，它使自己对周围的环境有独特的适应能力。

黑木耳的生长发育要求有一定的条件，而且在它所要求的具体生活条件下能够表现出其特有的性状。然而，长期处于不同生态条件下的同一个品种，所形成的种性又有着许多不同的变化，从而产生了许多不同的生态类型。各个生态类型之间，在性状和对外界条件的要求上存在着很多差异。十几年来，笔者在黑木耳菌种选育的过程中发现，来源不同的黑木耳菌种，其菌丝的营养生长、生殖生长和黑木耳的形态特征差异很大。主要表现在菌丝的生长速度、洁白度、密度、粗壮程度，子实体即耳片的发育速度，出耳早晚，耳芽密度，朵形，耳片大小和色泽的深浅，产耳量的高低等方面。另外，木耳风干后由于性状不同或采收季节不同，耳片的吸水量和食用口感也有明显的差别。但是，黑木耳作为一个种，在许多生活习性上仍保持着共同的特点。

2.2.1 黑木耳是一种中温性的真菌

在自然条件下，其菌丝体能耐零下 40℃ 的严寒，而夏季 36℃ 以上的酷暑对其生长发育十分不利。所以，黑木耳具有耐寒、怕热，对温度敏感的特性。我国黑木耳的主要产区一般的情况下夏季比较凉爽，冬季比较冷，能够满足黑木

耳生长发育各个阶段对温度的要求。

黑木耳也有一定的寄生能力，在生理机制减退、细胞组织濒于死亡的活木材中也能够生存，这种寄生能力称之为弱寄生，而一般不能寄生在生命力较强的活树上。据文献记载，黑木耳只能寄生于西洋接骨木的活树上。

2.2.3 子实体的吸水力强

黑木耳是一种胶质菌，与其他食用菌特别是伞菌不一样。其子实体含有丰富的胶质，因此寿命较长，从发生到成熟可以历经几个月的时间，这一特性有利于人工控制其生活条件。由于黑木耳的子实体呈胶体状态，所以有强大的吸水能力，能从短暂的降雨或人工喷水中吸收大量的水分。在高山云雾多的地方，白天被太阳晒干的耳片，到晚上能够从雾露中吸收大量的水分，使耳片呈现膨胀舒展的状态，进行正常的新陈代谢和生长发育。黑木耳生长发育要求一定的湿度条件，但短期的干旱和停水虽然可以造成子实体暂时干缩，但不仅不会影响黑木耳的生长，还有利于促进营养菌丝向栽培料纵深生长，并积累更多的营养，有利于耳片的生长。黑木耳是一种好气性菌，湿度过大影响基质的通气状况，会使菌丝生长受到抑制。所以短期干旱常常是黑木耳整个生育过程中必不可少的条件。实验证明，黑木耳耐干旱能力很强，即使把培养基晒干，培养基中的菌丝也不会死亡。因此，栽培中干湿交替、晴雨相间，符合黑木耳的生活习性。

3 黑木耳对环境条件的要求

3.1 对环境条件的要求

黑木耳生长发育要求的环境条件和其他木生真菌相似，包括营养、温度、湿度、阳光、酸碱度和空气等。如果这些条件得不到满足，其生长发育就要受到阻碍，甚至死亡。因此，应该首先了解黑木耳要求的生活条件，并尽力满足这些条件才能获得优质高产。

3.1.1 营养

营养是黑木耳生命活力的物质基础和能量的来源。黑木耳没有叶绿素，不能自己制造营养，完全依靠其自身菌丝体分泌的酶来分解木材组织，吸收木材的营养。黑木耳是一种能引起木材成为白色至淡黄色腐朽的真菌，它的菌丝体大量分布于木材维管束内外，初期阶段以利用木质素为主，所以先引起木质部的白腐，后来则利用纤维素产生褐腐。

木材中所含的成分是相当复杂的，有纤维素、半纤维素、木质素、果胶质、树胶、单宁、蛋白质、色素、脂肪、树脂、核糖体和多种矿物质等，但主要成分是纤维素，占40%~50%，木质素占20%~24%，半纤维素（多聚戊糖和甲基多聚戊糖）占20%左右，蛋白质的含量很低，只占0.6%~1.88%，在瘠薄地块上生长量极小的小老树蛋白质含量更低。矿物质的含量与不同树种以及同一树种的不同树龄、不同年份的生长量及不同产地有关。

黑木耳对养分的要求以碳水化合物和氮素营养为主，同时也吸收一些矿物质。在段木中，黑木耳菌丝首先在形成层和皮层中蔓延，优先利用木质薄壁细胞中的淀粉质，然后再深入木质内部。

(1) 碳水化合物 碳水化合物是黑木耳生长发育所需能量的主要来源，可以从范围很广的多糖类中得到能量。在纯培养时，黑木耳的菌丝利用各种碳源，如葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉和纤维素。木材中的营养成分只有处在溶解于水的状态下，才能被木耳菌丝吸收。通常营养菌丝先利用可给状态的碳水化合物，同时把大量的酶分泌到周围的基质中。营养菌丝中各种酶的含量（过氧化酶除外）比子实体或结实性菌丝多得多。纤维素酶和半纤维素酶把复杂的纤维素和半纤维素分解为可溶性的糖。木质素是通过氧化酶来分解的。这样木材中的碳水化合物就可以不断地分解，不断满足黑木耳营养菌丝的需要。

(2) 含氮物质 蛋白质是构成黑木耳细胞原生质的结构物质。黑木耳如果离开了氮素营养也就失去了生命。黑木耳不能直接吸收利用空气中的氮，但能够利用的氮源范围也很广，许多天然的 α 型氨基酸、蛋白胨等都可以作为它的氮源。马铃薯汤、麦芽汁、曲汁、杏汤、梅汤、麦麸子汤、玉米糝子汤、柞木皮汤等物质中的氮素都适合黑木耳利用。但黑木耳对无机氮的利用能力较差。黑木耳利用有机含氮化合物主要是依靠解脲酶，把培养基及栽培料中复杂的含氮化合物分解成简单的、能溶解于水的物质而进行吸收。木耳菌利用含碳化和物和含氮化物有一个比值叫碳氮比，一般这个比值在 40:1。

(3) 矿物质营养 黑木耳对矿物质营养的需要量很少，但某些矿物质是组成黑木耳蛋白质的结构物质，如钙、磷、镁、锰、铁、钾等。一些金属离子是多种酶的活性部分，如钾、铁、镁等。但是，在一般情况下，木材中所含的矿物质是足够黑木耳生活需要的，所以矿物质营养不显得十分重要。

(4) 栽培料内的营养是黑木耳丰产的关键 在黑木耳实际栽培中，利用段木栽培，段木内营养状态基本是固定的；利用代料配制的栽培料的营养基本上也是固定的。如何充分利用栽培料内的营养，使其最大限度地被黑木耳菌丝吸收而转化成子实体，一直是广大食用菌科技工作者研究的课题。有关这方面发表的论文较多，总的结论是：菌种是首要条件；栽培料内含有适宜黑木耳生长发育较丰富的营养是重要条件；技术管理是保证优良菌种的种性发挥和充分促使栽培料内营养转化利用的措施。

菌种种性对营养利用效果有很大的影响，由于不同菌种产量性状、抗逆性和稳定性不同，必然表现出栽培过程中菌种定植状况、菌丝在栽培料内的蔓延速度、出耳率、抗不良环境的能力（抗感染，抗流耳等）、单位产量等的不同（见表1）。

实际调查发现，菌种刚接入培养料时，菌丝生长很慢，先是菌种自身恢复生长能力，然后开始吃料。菌种开始吃料了称为菌种的定植。这一阶段是菌种适应新环境的阶段。经过生长迟缓期以后，菌丝适应了所处的营养环境条件，开始快速生长。菌丝体旺盛分枝生长时期主要是吸收多糖类及胞壁物质。蛋白质合成的比例很少，只是在糖和脂类物质开始

表 1 各菌株性状比较

菌号	定植率 名 次	菌丝扩 展名次	初出耳 率名次	抗感染 名 次	抗流耳 名 次	单位产 量名次	终 评 名 次
01	1	1	1	1	1	1	1
02	2	3	3	2	2	2	2
03	4	4	4	4	4	6	3
04	4	6	7	5	5	7	5
05	8	7	9	6	6	9	7
06	7	9	11	7	8	10	9
07	3	2	2	1	3	3	2
08	6	8	8	10	9	8	8
09	5	5	5	3	6	5	4
10	5	5	6	8	7	4	6
11	9	10	10	9	10	11	10

减少阶段，要用较长时间合成。大量的营养物质是被菌丝尖端吸收的。通过菌丝进行积累和输送。子实体形成是在菌丝体生长进入旺盛期以后开始的。周围菌丝体内的养分向子实体输送，这时菌丝体消耗的质量大于子实体积累的质量。结实阶段子实体生长需要的养分，主要靠菌丝体内积累的营养来提供。原基形成时，菌丝体还可以从基质中吸收外来的碳素营养，它们主要是低聚糖和单糖。而氮源则需由菌丝体中的储存物质来供应。当子实体分化时，碳和氮都不能从培养基中吸收，而要由菌丝的细胞或贮藏物质中获得碳和氮源。所以每产一茬木耳，对菌丝体是一次极大的消耗。为了使下茬木耳高产，必须使菌丝体进行充分的恢复生长，吸收和积

累新的营养，以适应下一次的生殖生长高峰。所以，菌种的种性优劣程度决定了菌丝体能否最大限度地将在栽培料中的营养吸收积累到菌丝体内，并能充足地提供给子实体的生长发育。一般晚熟品种积累的营养多、产量高，早熟品种产量低。

另外，由于菌种种性的不同，它们在抵抗不良环境条件中表现出的差异较大。在同等条件下，虽然接种穴出现杂菌感染，但有的菌种生长发育不受影响或受影响较小，经过一段时间菌丝体生长势头很旺，而杂菌的生长势头下降；也有不少菌种由于接种穴的感染，菌丝体生长势下降。其原因就是不同菌种的菌丝体健康状况不同，适应环境条件的能力不同。在同样的高温连雨季节，不同菌种出的耳片，有的一直没有出现烂耳现象，有的边出边烂耳，甚至很小的耳芽也烂。这是因为菌丝体内原来积累的营养不一样，积累少的很快将菌丝体内营养耗尽，有的是由于栽培料内水分过多，供氧不足，菌丝体停止向子实体供应营养，这就必然出现生理性烂耳或容易感染细菌，而出现细菌性烂耳；菌丝体内积累营养多，供应子实体生长的生理作用正常，就不会出现生理烂耳，也不容易感染细菌。所以，菌种种性优劣决定了栽培料中可利用营养的被利用状况。

3.1.2 水

水是黑木耳重要的生存条件，是黑木耳细胞原生质胶体的重要组成成分，各种营养物质的溶剂。从营养物质的分解、吸收、运输、转化，到构成黑木耳机体的组成成分，水成为黑木耳一切生命活动的基本条件之一。只有得到适当的水，黑木耳才能正常生长发育，获得优质高产。