

食用菌参考资料之五

黑木耳栽培技术

华南农业大学
微生物学教研室

目 录

第一章 概 况

第二章 黑木耳的生物学特性

一、黑木耳的形态与构造

二、黑木耳的生活史

三、黑木耳的生活条件

1、营养

2、温度

3、湿度

4、空气

5、光线

6、酸碱度

第三章 黑木耳人工栽培方法

一、菌种的繁育

(一)母种的分离和培养

1、培养基

2、菌种的分离方法

(二)原种的培育

(三)栽培种的生产

(四)菌种的保藏

二、段木栽培

(一)耳场的选择

(二)耳木准备

(三) 人工接种

(四) 栽培管理

(五) 采摘和加工

(六) 越冬管理

三、黑木耳代料栽培

(一) 几种主要代用料的配方

(二) 几种主要栽培方法

1、砖式栽培

2、袋式栽培

3、箱式栽培

(三) 代用料栽培的技术要点

四、黑木耳病虫害及其防治

附录 木耳菜谱

第一章

概 况

黑木耳是一种优质藻胶质食用菌和药用菌，是我国主要食用菌之一，产量和质量占世界首位。我国木耳运销日本及东南亚各国，近年来逐步扩大到西欧、北美，声誉卓著。

黑木耳营养丰富，味道鲜美是烹调各种高级菜肴的佐料，筵席上素称“山珍”，是人们喜爱的一种干菜；黑木耳含有丰富的蛋白质，纤维素、糖、多种维生素包括甲种维生素原（胡萝卜素）乙种维生素〔硫胺素（ B_1 ）核黄素（ B_2 ）〕丙种维生素〔抗坏血酸〕及丁种维生素原（麦角甾醇）。

据现代科学对木耳所含营养成分的分析，每100克木耳中含有水11克蛋白质10.6克，脂肪0.2克、碳水化合物65克、纤维素7克、铁185毫克、钙375毫克、磷201^毫克等，此外还含有维生素 B_1 、 B_2 、C和胡萝卜素，黑木耳中维生素 B_2 含量是一般米、面、蔬菜中的10倍，比肉类高3~5倍。

黑木耳的灰分比一般肉类、米面蔬菜高4~10倍，铁质比肉类高100倍，钙含量是肉类30~70倍。

黑木耳中的糖类，主要为甘露聚糖、戊糖和甲基戊糖、菌糖甘露醇等。所含的磷脂为卵磷脂、脑磷脂和鞘磷脂。所含脂醇主要为麦角甾醇。

黑木耳属胶质菌类，含有极为丰富的胶质，不仅对于人类消化系统具有良好清滑作用，对消化含纤维较多的食物有显著作用，可以清除肠胃中积败食物因而之成为纺织工人、理发员和一些矿山工人的保健食品。黑木耳有益气强身、止血、止痛、补血、活血等功效，是中

医在治疗寒湿性腰腿疼痛，手足抽筋麻木、痔疮出血、痢疾、崩淋和产后虚弱等病的常用配方药物。据1980年报道黑木耳能减低血液凝块，缓和冠状动脉粥样硬化。又据报道，隔担子菌包括黑、白木耳在内，所含的多糖体是酸性异葡聚糖。它的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。对于皮下移植肉瘤，180具有显著的抗肿瘤活性。此外，将10克黑木耳用清水发胀后在锅中焙至焦干然后用砂糖水一碗倾入煮沸服用对阿米巴痢疾有显著疗效。

黑木耳是一种中温型菌类，在世界上分布非常广泛，但作为食用菌商品来说，按照产量、产值来排列，它只列为第七名。1980年世界黑木耳总产为1万吨。此外还有大约600吨的毛木耳，（商品中称白背木耳）。在港澳市场中黑木耳价值首屈一指。上等黑木耳，例如我国的“红燕”每吨为15000美金，现在东南亚也有不少国家，正在注意黑木耳的生产和研究。

我国是生产黑木耳的主要国家，据不完全统计1980年全国收购黑木耳达5150吨（还不包括台湾省生产的600吨白背木耳）比1979年4150吨增长约20%超过1956年4350吨。

当前我国栽培木耳的省（区）计有：湖北、广西、云南、贵州、四川、陕西、河南、黑龙江、吉林、辽宁、福建、广东、甘肃、江西、台湾等。

今后的发展潜力是巨大的。但在目前我国黑木耳、香菇等食用菌产量远远不能满足国内外市场的需要，因此除充分利用山区的天然林木和劳力资源，栽培黑木耳外，还可利用工农业废物，在室内试种黑木耳。发展黑木耳生产和其它食用菌一样既有助于改变我国人民食物

黑木耳与其它副食品内含营养物质比较表

营养物质 数量 食品名称	每一公斤中含量							
	蛋白质 克	脂肪 克	糖 克	纤维 素克	维生素 毫克	钙 毫克	磷 毫克	铁 毫克
黑木耳(干)	106	2	650	70	7.3	3570	2010	1856
口蘑(干)	324	12.8	210	638	23.18	910	1474	2912
白菜	96	0.6	20	3.4	1.16	224	286	2.8
甘蓝	11.2	2.6	34	7.8	0.768	60	482	16.4
番茄	5.6	2.8	18	3.8	3.38	76	300	3.8
马铃薯	16.8	6.2	246	124	1.22	96	520	8
大豆	363	18.4	250			3670	5710	110
鲫鱼	130	1.1	1			540	2030	2.5
黄花鱼	52	4.4	0.4		0.7	216	812	1.0
猪肉	1606	277.4	10		6.16	104	1604	3.8
鸡肉	233	12				110	1900	1.5
鸡蛋	1258	98.6	4.2			468	1786	2.3

结构，丰富副食品种，又可以换取外汇，活跃经济，是一个投资少经济效益显著的生财之道。

第二章 黑木耳的生物学特性

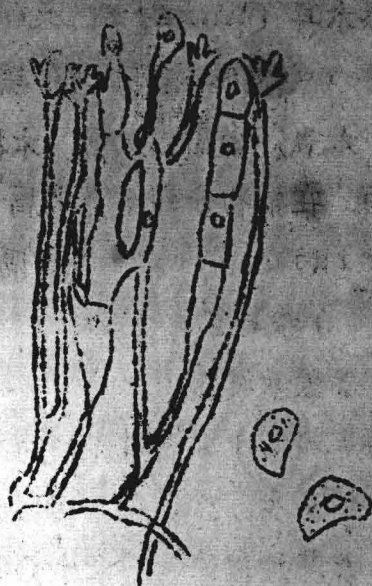
黑木耳 (*Auricularia auricula* (L. ex Hook.) Underw) 简称木耳别名：黑耳子、光木耳、云耳、黑菜，古籍名：树鸡、木纵、木蛾、木菌、木槁。是一种生长在温带地区枯木上的腐生真菌。在植物分类学上隶属于真菌门 (Eumycophyta) 担子菌纲 (Basidiomycetes) 有隔担子菌亚纲 (Heterobasidomycetes) 银耳目 (Tremellales) 黑木耳科 (Auriculariaceae) 黑木耳属 (*Auricularia* Bull. ex Merat)。这一属黑木耳有十多种常见的有毛木耳和光木耳两种，由于毛木耳肉质粗硬，绒毛多，味道差，因而食用价值低，而光木耳(黑木耳)美味可口，营养价值高，群众十分喜爱。

黑木耳的形态与构造

黑木耳是一种大型真菌，由菌丝体和子实体组成。菌丝体无色透明，是由许多具有横隔和分枝的管状菌丝组成，是黑木耳分解和摄取耳木养分的营养器官。子实体薄而呈波浪形，侧生在树木上形如人耳，因而得名，这是人们食用部分。它能产生并弹射孢子，是黑木耳的繁殖器官。

子实体为胶质半透明体，有弹性，初生时往往呈粒状或杯状，在不断发育过程中逐渐舒展成为波浪式的叶片状，或耳状。常连续不断地或重叠簇生，基部由扁宽而逐渐收缩为狭细的短柄，表面光滑，或有脉络状的皱纹，直径一般4~10厘米，大的可达12厘米以上。其腹面平滑、下凹、颜色深褐或茶褐，生有担子，(50~62×3~5.5微米)，成熟期在这些担子上便产生大量的弯长方形或圆柱形的孢子(9~14×5~6微米)如下图，背面(即贴耳木的一面)

颜色稍浅密生不分隔且多弯曲的短细绒毛(40~150×4.5~6.5微米)在成熟时期子实体的直径常在5~10厘米左右也有更大一些的个体。黑木耳子实体的整个外部形态颇似人耳，又因颜色深褐故得“黑木耳”之名。



黑木耳的担子与担孢子

黑木耳子实体干燥后，体积强烈收缩，腹面向内卷曲，背面显著凸起多呈角质，硬而脆，颜色深褐或红褐，子实体上所着生的担孢子，此时多形成灰白色粉状孢子堆，犹如一层白霜，粘附于它的腹面。吸水膨胀后，仍会恢复其原来的舒展鲜嫩状态。

解剖黑木耳子实体，从子实体背面数起，可分为如下层次：

①茸毛层。此层由不孕的毛状细胞所构成。由于它着生在表面，肉眼很容易看出，同时，它的长短单根成束，顶端锐利，钝削，褐色的分布等特征，在种与种之间有较明显的差别，而在种内又是较为稳定的特性，因此在分类上颇有实用价值。

②致密层：木耳属各种都具有这一层，这是由纤细的菌丝(约3~6微米)非常致密地集合一起的一薄层。据信毛茸即由此层上长出。故实质上是毛基层。

③上亚致密层：木耳属各种也都具此层。它是由菌丝(3~7微米)，较疏松地组合而成。

④上稀疏层：凡具髓层的各种，紧接着髓层的上位，由层约3~8微米宽度的菌丝、疏松地呈网格状交织而成。其中菌丝可以互相分辨开来。

⑤髓（心髓）层：并非所有的木耳属各种都具此层，但凡具有此层的那些种类，的子实层在其横切面中都可看到在子实层与非子实层的中间部位，具有一层由粗细较为一致（6~10微米）的菌丝，平行地排列而成髓层。

⑥下稀疏层：与上稀疏层相似。凡没有髓层的种也没有这一层。

⑦中层：凡没有髓层的种，中层位于子实体的中央。中层实际上是上、下稀疏层结合而成，位于上、下亚致密层之间。其菌丝较上稀层略粗（5~10微米）

⑧下亚致密层：其特性与上亚致密层相同

⑨子实层：它是一层胶质层，位于子实体腹面。是由四个细胞的圆筒形担子紧密排列成栅状而组成。担子的每个细胞长出一根小梗，小梗伸长，并穿出于胶质膜之外。然后在它们的顶端，各产生一个肾状的担孢子。

按照洛伊分类，此属仅为10个种，它们是：光木耳、毛木耳、皱格（网格）木耳、毡盖木耳、角质木耳、盾形木耳、琥珀褐木耳、美环木耳、薄肉木耳、凸毛木耳。

我国（包括台湾省在内）业已报道的种共有9~10种。

二、木耳的生活史：

黑木耳的生长发育过程，大体可分为：担孢子→菌丝体→子实体三个阶段。

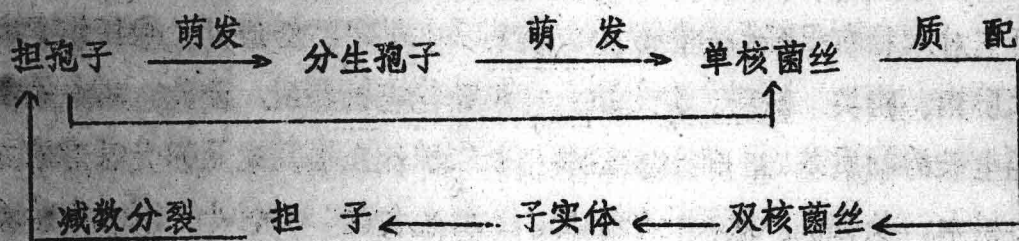
在自然界中，黑木耳成熟收边时，子实层中的担子，产生担孢子。孢子在于实层上成熟后，由于担子中渗透压力的增长，猛力地把孢子弹射出去，孢子离开子实体飞散到各方，在适宜环境条件下，萌发成菌丝。孢子萌发成菌丝有两种方式：一是孢子萌发时，细胞核进行分裂，孢子横裂成几节，每节向外发育成分枝的担孢子短管，由此长出单核的钩状或马蹄状分生孢子，分生孢子在养料充足的情况下

可以直接发育成单核初级菌丝；二是孢子直接萌发成芽管再形成有分隔分枝的多细胞单核菌丝。单孢子和分生孢子萌发的单核菌丝都称初生菌丝。呈白色绒毛状。由于^担孢子性别不同，有“+”与“-”之分，担孢子发育的初级菌丝也有“+”与“-”之分。单核菌丝上的细胞彼此接合只行质配而不行核配，从而形成双核细胞，再由双核细胞通过特殊分裂方式——锁状联合进行细胞分裂最后形成双核菌丝体，双核菌丝体比单核菌丝体生活力旺盛，在积累大量营养物质过程中，逐渐达到生理平衡，于是双核菌丝体就进入结核阶段，称这个阶段菌丝体为结实性双核菌丝体，并由它形成含有胶质的子实体，也就是我们所吃的木耳。

这时菌丝局部开始膨大而在基质表面交织成胶质的子实体原基。此后，由于营养物质和水分的不输入，原基细胞迅速分裂增殖，菌丝体随之逐渐增大，而形成子实体。在子实体中双核菌丝整齐地排列在凹面表层，形成子实层，有些双核菌丝顶端发育成原担子。原担子开始有二个细胞核，其后互相融合成一个双倍性的细胞核（核配），此核又经减数分裂成二个单倍体的核，同时产生一横隔膜。接着核又

进行一次有丝分裂又产生二个横隔，结果原担子变成四个细胞组成的担子（下担子），每个细胞中均含一个核，除最上端一个细胞向上产生小管外，其余都向旁边产生小管（即上担子）。细胞核迁移到小管的顶端，小管顶端膨大而成肾形担孢子。此小管继续生长，把成熟的担孢子带出胶质团之外，并弹射到大气中。即完成了它的整个生活周期，也就是它的生活史。

黑木耳生活史可简单概括如下：



我们掌握黑木耳担孢子，分生孢子的形态特点，菌丝的分枝状态及其锁状联合的特征是很重要的。在黑木耳菌种鉴定工作中，常根据这些特点区别纯菌种与杂菌。例如：初次分离出来的母种，在显微镜下观察，还可以看出担孢子萌发时所产生的钩状或马蹄状的分生孢子，分生孢子夹杂在菌落之中，这时可以根据黑木耳菌丝分枝状态和锁状联合特征进行鉴别。

三、黑木耳的生活条件

黑木耳生长发育过程中，所要求的生活条件，主要是营养、温度、湿度、光照、酸碱度等，现分述如下：

1、营养：

黑木耳是腐生性的真菌，它没有叶绿素和根，不能通过光合作用

制造营养物质。它是一种腐生性很强的木材腐生菌，营腐生生活，依靠其菌丝体直接从基质中分解和摄取养料而进行生长发育。黑木耳适合在富含有机质的未腐熟的基质中生活。

黑木耳对养分要求以碳水化合物为主，并要求有一定的碳源、氮源。碳源如葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素、半纤维素、木质素等，氮源如氨基酸、蛋白质、蛋白酶等此外，它还需要少量的无机盐类如钾、镁、磷、钙、铁等。

黑木耳的菌丝体生长发育过程中，本身不断分泌出多种酶，因而它对木材有很强的分解能力，能利用木材中的纤维素、半纤维素和木质素、糖类、淀粉、蛋白质、有机酸等有机物质。因此，树木是木耳生长的物质基础。边材发达和生长在肥沃土壤及充足阳光照射地方的树木，长得快、木质比较疏松，边材也发达，心材小，所含的营养物质丰富，特别在收浆时砍伐，贮藏的营养物质更丰富，这种耳树生长的黑木耳多、肉质较厚，能够获得优质高产。

2、温度

温度是黑木耳生命活动的主要因素，对黑木耳的生长速度，子实体的产量、质量影响很大。它虽属中温型菌类，它的生长发育对温度条件适应比较广泛，但黑木耳的各个生长发育阶段对温度要求是不同的。

孢子，成熟温度是 $18\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，发芽温度为 $20\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，生长最适温度为 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在 $5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 黑木耳能产生少量担孢子，在 $22\sim 32^{\circ}\text{C}$ 产生大量担孢子。每平方厘米的子实层每小时大约可以产生4700个担孢子，在 $36\sim 41^{\circ}\text{C}$ 黑木耳就不再产生担孢子。在无菌水中， 20°C 经24小时开始萌发，在马铃薯葡萄糖洋菜培

培养基上，24℃经10小时就萌发了。

黑木耳菌丝体生长温度在15~36℃，但最适生长温度为22~28℃。低于14℃生长缓慢，高于36℃几乎停止生长。在5℃只有极微的生长。在培育菌种过程中，温度高于28℃常常出现菌种衰老现象。在木材中黑木耳菌丝对短期的低温和高温都有相当大的抵抗能力。例如：段木中黑木耳菌丝体在黑龙江省冬季零下30~40℃下几个月不会死亡。

温度对黑木耳菌丝生长的影响

温度℃	6	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
培养8天后 菌落半径 (毫米)	4.4	12.4	22.0	30.5	44.8	60.0	65.0	69.5	61.8	39.2	3.0

黑木耳子实体在15~32℃之间能形成和生长，但适宜的温度是20~28℃，温度低于15℃时，子实体不易形成或生长受抑制；温度超过32℃时，子实体将停止生长或自溶分解。

黑木耳子实体在适应的温度范围内，温度越低，生长速度越慢，但耳片肥厚，颜色深褐；温度越高，生长速度越快，但耳片较薄，颜色较淡。所以，春耳（10~22℃）耳片肥厚，颜色深褐；伏耳（22~35℃），耳片较薄，颜色淡黄；秋耳（18~10℃以下），耳片较小，颜色深深褐。

在实际生活中，常常出现温度偏高或偏低的情况。由于黑木耳，尤其生活在耳木里面的菌丝体，对高温和严寒有很强的适应能力，所以经过严寒的隆冬和酷热的盛夏，都不会死亡，待温度适宜时，又会

恢复其生长发育活动。据中国科学院微生物研究所的实验，黑木耳试管（一级）菌种在 -40°C 低温存放五个小时，恢复常温，仍不失其生活能力，黑龙江大兴安岭林区，冬季低温极限经常 -40°C 以下，但黑木耳菌丝体仍可以安全越冬。可见，温度升降变化，一般不影响耳木中的黑木耳生命力。

温度对黑木耳子实体分化和成长的影响

温度 $^{\circ}\text{C}$	处理到分化 日数(天)	分化情况	小耳长成大 耳日数(天)	小耳成长情况
30	40天未分化	菌丝上分泌出褐色汁液，菌丝呈褐色	—	—
27	25~30	菌丝变褐色，耳丛小而少	5~8	很快展开成叶状体
24	9~10	菌丝白色，耳丛特密	8~11	展开成叶状体
21	9~10	菌丝白色，耳丛很密	10~15	同上
18	10~12	菌丝白色，耳丛密	20~30	同上
15	14~18	菌丝白色，耳丛较密	25~30	长不大，不能展开成叶状体
12	40天未分化	菌丝白色	30以上	同上

黑木耳在其能够生长发育温度范围内，温度愈低，发育速度愈慢，但菌丝健壮，生活力旺盛，子实体色深肉厚；反之，温度愈高，发育速度愈慢，但菌丝体徒长，脆弱，常易衰老，生活力不强，子实体色淡，质薄。由于高温和高湿常出现“流耳”，应该注意不要使温度过

高，尽量控制在适宜范围之内。

3、湿度：

湿度是黑木耳生长发育的重要因素。湿度适当黑木耳才能发育良好。

菌丝体发育时期，培养基和栽培料的含水量一般应达到60~70%为宜。菌丝体在适宜温湿条件下，才能很快定植，蔓延和发育。湿度过少会显著影响其生长发育；但湿度过大也会导致透气性不良，氧气不足，使菌丝体的发育受到抑制，甚至可能窒息。

子实体形成时期，不仅栽培料含有足够的湿度（60~70%），而且栽培环境需要有足够的相对湿度，以空气相对湿度在90~95%为宜。空气相对湿度的大小，对于实体的形成与生长发育有着非常密切的关系；空气相对湿度如果低于80%，子实体形成迟缓；低于70%，则不易形成子实体，已经形成的子实体也会由于水分不足而干缩。因此，栽培场所的空气相对湿度，至少应在80%以上，近于饱和状态，对于实体生长亦无不利影响。

栽培的含水量，从子实体开始形成的时候起，就应该逐步增加。出耳之后，要天天浇水，保持较高的湿度，这是夺取黑木耳高产的重要措施。但也不要使栽培料积水，否则影响菌丝呼吸活动和杂菌生长。

黑木耳子实体胶体具有抗旱特性，在大雨之后，能够吸收相当于它本身干重的15~20倍水分。可以保证它在雨后放晴2~3天内产生担孢子，也可保证在耳棒中菌丝体不致晒死或干死。在栽培实践中，菌丝体发育期间（多指采耳之后）要做到“干干”，即将耳木放在阳光下进行晾晒，以减少耳木的含水量，使边材稍裂，提高透气性，促使菌丝体向木质纵深部位深扎蔓延，摄取更多养料，然后再进行连

续浇水，即所谓“湿湿”，黑木耳就出得多，长得快。总而言之，是为了促进菌丝体发育更好，湿是为了促进子实体快速生长。“干干”与“湿湿”的不断更迭，对增强菌丝体的生命活动能力有明显作用，会促使黑木耳的发育更加旺盛。

凡是年降雨量在800~1500毫米的地区，都能生长黑木耳，也能满足它对小分的要求。如果每年的4~10月降雨量充足，那就更有利于黑木耳子实体的发育生长。4~8月是耳棒大量生长木耳的阶段，如果雨量充沛，一定能够获得好收成。“立夏”到“小暑”间采收黑木耳，通常叫做“春耳”朵大，肉厚，质量最好，产量占全年总产的50%左右。这时，降雨量多少对木耳是否增产起着决定性的作用。

4、空气

黑木耳是好气性真菌，其生命活动一刻离不开氧气。黑木耳对二氧化碳虽不如银耳、灵芝等敏感，但新鲜空气仍是一个必要条件，保持栽培场所的空气流通，可保证黑木耳的生长发育，避免霉烂和杂菌蔓延。露天场地栽培的自不待言，在室内栽培中，应尽一切可能加强通风条件，务使空气经常清新，才能保证^高产量。培育菌种时，除培养室空气要保持新鲜之外，还应使试管和瓶内留一定空隙，以便供给菌丝体充足氧气。

5、光线

黑木耳菌丝体在完全黑暗环境中可以发育，一般说来，光线对黑木耳菌丝体生长发育是不十分需要的，但是，对黑木耳子实体的生长却是必不可少的。在实际生产中，黑木耳子实体不仅需要大量的散射光，而且需要有一定量的直射光，才能生长良好，展出肉质肥厚，颜

色深褐，鲜嫩茁壮的耳片。在荫蔽的树林中，子实体发育不良，色淡而质薄。在黑暗环境中子实体很难形成。

露天栽培黑木耳应选在“花花阳光”的栽培场所，以适应黑木耳生长发育对光照条件要求。黑木耳对直射光适应能力很强，强光的曝晒，必将引起水分大量蒸发，使栽培场地和耳木干燥，甚至晒裂木皮，使子实体干缩，生长缓慢，影响产量。在强光照射下的栽培场所，应当采取相应措施，搭荫棚或增加喷浇水量，以适应黑木耳生长发育。

我国各地气候条件差异很大，在露天栽培中，对光照条件的选择也各有不同。概括地讲日照时间长，气温高、降雨量较多的南方，习惯采用“三分阳光，七分荫”；而日照时间短，气温低，降水量较少的北方，则多选取“七分阳光、三分荫”。

总之，不要片面强调光照条件强弱和荫蔽度的大小。在实际应用中，应当把海拔、日照、气温、降雨量以及机械喷浇程度等条件，综合起来考虑，因地制宜和因时制宜地加以选择和调节。

6. 酸碱度 (PH 值)

黑木耳生长基质的酸碱度，对菌丝生长具有一定的影响，PH 值以 5~6 之间最为适宜，PH 3 以下和 PH 8 以上则不能生长。在段木栽培中，一般很少考虑酸碱度一因子，然而在制种中却很有影响。

PH 值对黑木耳生长的影响

PH 值	2.4	3.0	4.0	5.0	5.4	6.0	6.4	7.0	8.0	9.0
恒温箱(16±1℃) 培养30天后菌 落直径(毫米)	—	3.1	43.7	76.5	70.6	66.3	58.5	52.1	28.2	0.0

为木屑培养基的菌柱实验结果