

# 农作物秸秆替代木屑栽培黑木耳的关键性技术

王相刚<sup>1,2</sup>, 许修宏<sup>1</sup>, 缪元霞<sup>3</sup>, 王 斌<sup>2</sup>, 张腾霄<sup>2</sup>, 李 贺<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 绥化学院 农业与水利工程学院, 黑龙江 绥化 152061;  
3. 敦化明星特产科技开发有限责任公司, 吉林 敦化 133704)

**摘 要:** 秸秆的性质和营养成分与木屑有本质的区别, 加之黑木耳又是典型的木腐菌与擅长分解利用秸秆的草腐菌在生物学特性上也有本质的区别。用单一的秸秆代替木屑栽培黑木耳一直达不到理想的效果, 难以取代木屑。笔者吸取了 20 多年来用木屑代替段木栽培黑木耳的研发经验和推广该技术的成功办法, 采取驯化培育适宜秸秆上生长的黑木耳新品种和采用不同农作物秸秆加入少量木屑仿木屑基质的营养结构等研发思路, 总结出了一套农作物秸秆代替木屑栽培黑木耳的成功经验。

**关键词:** 作物秸秆; 代替木屑; 黑木耳; 栽培技术; 新品种

**中图分类号:** S 646.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2015)05-0160-04

秸秆栽培黑木耳从 20 世纪 80 年代初就有研究的文献资料, 但是至今都未形成产业化栽培趋势。笔者从 1992 年开始研究代料栽培黑木耳技术, 1994—1999 年与吉林省林科院合作完成了“代料栽培黑木耳良种选育及丰产栽培技术的研究”, 该成果系统的论证了木屑代替木段栽培黑木耳的技术路线并成功推广应用。如今, 农作物秸秆未能替代木屑栽培黑木耳, 追其原因问题还是停留在了菌丝体生长阶段的研究。由于观察出耳的时间较慢长, 涉及到的光照、温度、空气湿度等物理因素较多, 比单独培养菌丝阶段要求的技术性较复杂, 研究起来难度也较大。而且, 菌丝生长的好与坏与出耳的好坏又不是绝对的关系。秸秆营养较木屑丰富培养出的菌丝较旺盛, 这不等于是出的木耳就好, 反而由于秸秆的培养基质营养过剩造成出耳阶段时杂菌的污染, 导致出耳失败, 即使部分出耳由于菌丝老化快不等木耳成熟采摘袋内的黑木耳菌丝体就已经衰竭污染杂菌了, 未成熟的木耳也只能眼看着流耳变质, 这样的技术在实际生产中根本推广不了。所以, 选育驯化秸秆专用黑木耳品种和秸秆培养基养分的科学配制, 使它尽量满足黑木耳依赖木屑成分的生理要求, 把科研攻关重点放在出耳的环节, 以耳农的经济效益为研究的最终目标, 是秸秆栽培

黑木耳技术成功推广应用的关键。

## 1 菌种的选育

传统选育黑木耳菌种的方法, 一般认为野生环境下生长出的黑木耳菌种抗杂菌的能力较强, 实际上到野外生长黑木耳的环境下仔细观察会发现, 其生长环境较人工栽培黑木耳的环境好, 环境中杂菌量比人工栽培黑木耳的条件杂菌量少, 这才是野生木耳得以生存的主要原因, 不能把野生木耳生长简单的归功于抗杂菌能力强。所以, 人工栽培黑木耳的技术原理本身就是生态学的一个分支, 只有懂了这个生态学的意义才能选育出优质的适于秸秆生长的黑木耳菌种。首先, 要从木屑栽培的黑木耳品种中选择优良菌株。原因是木屑栽培黑木耳是从木段栽培黑木耳的技术环节中演变过来的, 当年用传统的适宜木段栽培的黑木耳菌种直接用到木屑代替木段栽培黑木耳的生产中出耳率也是很低、杂菌污染也是很严重, 几经周折逐年选育出了适宜木屑栽培的黑木耳新品种后木屑代替木段栽培黑木耳的产业才得以发展壮大。例如, 国审黑木耳新品种‘丰收 2 号’和‘吉杂 1 号’的菌丝体表现出了能吃掉和覆盖绿霉菌菌丝的抗杂优势, 这在 20 年前从野生分离出的黑木耳菌丝体中是不可能的, 也从来没有见到野生黑木耳菌丝体能覆盖吞吃绿霉菌丝的抗杂菌现象。所以, 秸秆栽培黑木耳的菌种选育不要走回头路、不要到野生黑木耳的环境中去选育秸秆栽培的新菌种, 那会浪费很多育种的时间, 应当直接从适宜木屑栽培的黑木耳品种中去选择, 然后再从秸秆栽培黑木耳的现场中循序渐进逐年选育, 直至培育出适宜秸秆栽培的黑木耳新品种。目前, 课题组

**第一作者简介:** 王相刚(1972-), 男, 硕士研究生, 研究员, 现主要从事食用菌育种与液体发酵及栽培技术等研究工作。E-mail: may790221@163.com.

**基金项目:** 黑龙江省科技厅科技攻关资助项目(GC12B712); 绥化学院新农村建设资助项目(SXK120101)。

**收稿日期:** 2014-11-13

已经成功的选育出了‘黑抗1号’、‘新丰2号’、‘绥院1号’等适宜秸秆栽培的黑木耳新品种。

## 2 培养基质的优化

木屑代替木段栽培黑木耳的培养基质中,实际上也不都是木屑,而是采用硬木屑加入适量的黄豆粉和麦麸皮或稻壳糠以调节木屑中的营养成分,还要加入石膏和白灰以调节 pH 值,确保成功出耳。所以,秸秆替代木屑栽培黑木耳培养基质的优化也要遵循这一原理。首先,根据秸秆营养成分的不同采取搭配组合,尽量与木屑培养基质的营养结构相近满足黑木耳菌生长和出耳环节的需要。根据,农作物秸秆粉碎后纤维较长装袋环节塑料袋子容易被培养料鼓包的现象,采取纤维长的秸秆培养基中的加入量不宜超过 35%。针对玉米秸秆芯中的海绵组织较易吸水粉碎后又不易去除的特点与稻壳粉不易吸水的缺点,采取结合使用使其优势互补。木屑栽培黑木耳不用的杨树等软杂木屑含有大量木质纤维素的特点适量加入秸秆中增加配方中的木质素。玉米芯透气性较好配方中也适量加入。农作物秸秆较木屑营养成分丰富所以秸秆配方中不加或少加黄豆粉或麦麸皮等辅料。这样,搭配后的秸秆培养基质的营养结构与传统木屑培养基栽培黑木耳的配方成分相近,保障了黑木耳生长所需要的基质结构确保了秸秆成功替代木屑栽培黑木耳。另外,在培养基装袋环节关键还要把袋子装紧、装的越紧越好,最好选用有菌袋防爆装置的装袋机装袋,以免菌袋松懈塑料袋与培养基分离造成减产。培养基配方的含水量保持在 55%~65%,拇指和食指对捏培养料有水迹但不成水滴即可。培养基中的水分如过低培养料过于干燥会影响菌丝生长速度和装菌袋环节培养基质松散装袋不紧,水分如过大会造成培养基质透气性不好导致菌丝不能生长,还会滋生厌氧菌污染菌袋中的培养料产生酸臭现象导致发菌环节失败。培养基质的 pH 值要保持在 7.5 左右,pH 值低于 5.5 时开口出耳环节培养基质容易滋生绿霉等杂菌造成菌袋污染导致不出耳。切忌,使用未经抗碱性驯化的黑木耳品种直接用于秸秆栽培黑木耳的实践中。常规野生未经抗碱性驯化的黑木耳菌种适宜的 pH 5.5~6.5,这与绿霉等杂菌生长所需要的 pH 值环境相近易污染。抗碱性驯化后的秸秆专用黑木耳菌种适宜 pH 7~8,在这种 pH 值的培养基中生长不适宜滋生杂也减少了污染杂菌的风险,给秸秆代替木屑栽培黑木耳创造了条件。常用配方如下,配方一:玉米秸粉 30%、稻壳粉 30%、玉米芯 30%、杂木屑 8%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5;配方二:玉米秸粉 20%、稻壳粉 30%、玉米芯 30%、杂木屑 28%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5;配方三:玉米秸粉 30%、稻壳粉 30%、杂木屑 38%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5;配方四:杂木屑 18%、稻壳粉 20%、玉米芯 60%、石膏 1%、

白灰 1%、pH 7.5;配方五:木屑 30%、稻壳粉 30%、玉米秸 38%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5;配方六:杂木屑 38%、稻壳粉 30%、玉米秸粉 15%、豆秸粉 15%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5;配方七:杂木屑 20%、稻壳粉 30%、玉米芯 48%、石膏 1%、白灰 1%、pH 7.5。

## 3 原料处理及菌袋制备

秸秆选择无霉变,用 8~12 目筛底粉碎至 0.1 cm 大小的粉粒状备用。首先,把白灰和石膏混合与木屑搅拌均匀后均匀的洒在事先搅拌均匀的秸秆培养料上再搅拌均匀后加入适量的清水至培养基的含水量达到 55%~65%,焖料 30 min 左右手捏培养料有水迹但不成水滴即可装袋。常规选用的菌袋规格为 16.5 cm×(33~35) cm,装料后的菌袋直径为 9~10 cm,高 23~25 cm,重量 2.7~3.0 kg/袋。每台装袋机 2 个人操作,每小时装 800~1 200 个菌袋。

## 4 培养料灭菌及接菌发酵

装好袋的培养料放到长 53 cm、宽 42 cm、高 25~27 cm 的铁筐内每筐装 20 袋,然后放到长 3.25 m,宽 2.6 m 见方的常压灭菌锅盘中,每层装 36 筐不易超过 7 层共装 5 040 袋,再撩起锅盘上事先准备好的周长为 13 m、高 4.5~5 m 的抗老化塑料布筒料,把锅盘中码好的菌筐蒙好并把塑料布口扎牢不透气为宜,把温度计插在最底层某个角的菌袋内以便观察灭菌锅内的温度,确保灭菌期间全锅内温度最低处不低于 95~100℃,保持锅内灭菌温度均匀没有死角,并持续灭菌 8~12 h(根据培养料的新旧杂菌含量程度而定灭菌时间)停火焖锅 3~5 h 后打开塑料口待菌筐冷却至 80℃左右时抢温出锅。把灭菌后的菌袋运到无菌室内待菌袋内温度冷却至 30℃时即可抢温逐袋接菌。接菌前要用大东北烟雾消毒剂 5 g/m<sup>3</sup> 进行接菌室的空间杀菌 30~50 min。然后,打开离子风机按常规无菌操作规程接菌即可。应当注意的是,打开灭菌锅的塑料布口之前先要打扫场地卫生,并用喷雾器喷洒消毒液进行场地和空间环境的消毒。再打开菌锅上的塑料布口趁热迅速把菌袋出锅运到无菌室内等待冷却至不烫死菌时接菌。这样有效防止,出锅时灭好菌的菌袋上再次落上杂菌等灰尘,造成运至无菌室的菌袋在打开袋口接菌的环节使袋内的培养料污染杂菌导致接菌失败。另外,接好菌的培养袋在运至培养室时要小心轻放避免划伤菌袋造成发菌环节的污染。发菌温度先低后高,接菌发酵前 7 d 保持袋内温度在 18~20℃,然后增温至 24~26℃保持 30~45 d 袋内即可长满菌丝发菌环节结束。发菌期间避免 30℃以上的高温,发菌温度高菌丝生长快但是菌丝体较细弱转化出的木耳颜色发黄耳片较薄,商品价值不高。发菌室要保持空气流通上下空间和菌袋内的温度要保持一致。

必要时增设发酵室内的空气流通设施(风机或用负氧离子发生器每天开启1~2 h)避免发酵室内空气流通不畅二氧化碳浓度过高,导致袋内菌丝缺氧生长缓慢并产生厌氧杂菌污染培养料使菌袋发菌环节失败。发酵室内每周用新洁尔灭和来苏等消毒液交替消毒1次,避免发酵室内的杂菌污染菌袋内的培养料,造成菌袋发酵环节的失败。老菌房还要适时防治螨虫侵蚀菌袋内的菌丝体,造成袋内培养料退菌、感染杂菌、菌丝出黄水等病害,一般采用大东北虫螨熏杀即可防治。

## 5 菌袋划口及诱导出耳

黑木耳菌丝没有后熟过程,菌丝长满菌袋后即可划口诱导出耳。划口前先要给只要差1~2 cm就长满菌丝的菌袋见光刺激诱导出耳,一般在24~28℃的环境下用光照强度在700~1 000 lx的散射光,每天照射菌袋12 h共计6 d约72 h,菌袋表面出现零星的小黑点的木耳原基时,表明目前袋内菌丝已经生理成熟进入木耳子实体的转化阶段。此时,把菌袋运至空气湿度85%~95%、温度10~20℃的催耳室,即可给菌袋划口并给开口处及场地和空间喷洒益菌因子(菌王)诱导黑木耳从菌袋的划口处定向出耳。由于黑木耳对杀菌剂敏感,催耳期间切记采取喷洒多菌灵等化学制剂的方法防止菌袋污染,要用生物制剂抑菌抑菌的办法催耳同时又可以从小生态的原理防止高温高湿的环境滋生有害杂菌污染菌袋和开口出耳处,这个环节如控制不好会导致出耳环节的失败。V型口边长2~3 cm,每袋开8~12个,适宜生长直径8~10 cm的大木耳。微型孔每袋扎口120~150个,孔距0.6~0.8 cm,适宜培养3~5 cm的无根小木耳。一般条件适宜,15 d左右菌袋划口处即可长满耳芽。

## 6 地摆与棚内吊袋出耳

划口处长出木耳芽的菌袋,即可从催耳环节进入出耳生长阶段,出耳环境温度最低不应低于10℃,最高不易超过25℃。木耳生长阶段,分为畦地摆出耳和棚室吊袋出耳2种。地摆25袋/m<sup>2</sup>左右,袋与袋之间的摆放距离为10 cm左右,畦宽1.5 m、畦高10~12 cm、畦床之间的人行道为0.5 m,畦床上安放旋转喷头或雾化管道,给出耳袋均匀浇水模仿下雨天气制造黑木耳生长的环境。耳小少浇、耳大多浇,看天给水看耳定量,干湿交替。伏天高温季节白天不给菌袋浇水、晚上反而不停地浇水;春秋低温季节晚上低于10℃时不要浇水、白天温度高时反而要抓住木耳生长的温度不停的浇水促进木耳快长。高温高湿季节白天浇水会导致菌袋内料袋分离积水处容易长青苔及绿霉等杂菌,所以晚上没有阳光温度较低不适宜青苔及绿霉等杂菌生长时,抓住时机浇水增湿叫木耳快长与杂菌的生长赛跑,形成木耳的生长优势。棚式吊袋出耳,每串吊6~8袋,串与串之间的距离为18~20 cm,行与行之间留人行道0.5 cm左右,最

上层菌袋离棚35~40 cm,底层菌袋离地面20 cm,大棚挂吊菌袋80~90袋/m<sup>2</sup>,每行的吊袋上方有喷雾加水增湿的设施。浇水原则与地摆的浇水方法一样,不同的是吊袋出耳的菌袋发现有杂菌污染的菌袋时,要发现1个挑出1个,拿到棚外改为放到地摆的方式出耳管理,以免在棚中传播杂菌污染了其它菌袋,造成整棚污染使菌袋出耳环节失败。另外,棚栽木耳还要注意防止棚内高温、高湿氧气不足导致流耳的现象发生,要有降温通风意识,一般是采取水幕帘吹风降温增湿的措施。温度和水分适宜的情况下,从给菌袋浇水到采收第1潮耳需要15 d左右,出耳期能持续40 d左右,可采3~4茬耳,每次要采大留小。

## 7 出耳管理与适时采收

黑木耳,俗称“树上海蜃”可见它的生长显然离不开水。所以,只有阴雨天气的环境下才能在野外采到新鲜的黑木耳。根据黑木耳这一特点模拟自然环境人工创造条件,使黑木耳代料栽培成为可能。必须遵循这一原理,在出耳的环节上采取科学管理,适时采收才能获得可观的经济效益。黑木耳在3~5分熟之前也就是3~5 cm时,可以干湿交替的浇水,如果长到了5~7分熟也就是8 cm左右时就不能这样浇水了,此时木耳已经生理成熟子实层可以产生孢子的阶段,如停止浇水会使木耳子实体干缩,就会诱导子实层释放孢子,也就是俗称的(木耳白毛)的现象发生,高温季节更是常见。所以,黑木耳在5~7分熟的时候就应当适时采收、采大留小,并且采收前不应停止浇水使耳片不干缩来避免子实层因干缩弹射孢子的现象发生,使晾晒出的黑木耳子实层黝黑有亮光感而子实体的外面木耳上绒毛清晰反正面有明显的区别,这才是优质的黑木耳产品才能买上好的价钱。

## 8 总结

农作物秸秆代替木屑栽培黑木耳的方法是可行的,根据栽培规模的不断增加在生产实践中要注意选育适宜秸秆栽培的木耳新品种,不断提高木耳的产量和质量。木屑基质较秸秆基质硬实出耳周期长,有时隔年菌袋还可以少量出耳。但是,秸秆基质的菌袋一定要避免完全照搬木屑基质栽培黑木耳的技术思路,秸秆基质的菌袋较木屑基质的菌袋木耳菌丝分解秸秆的速度快菌龄老化的也较木屑基质的菌丝快。秸秆代替木屑的菌袋适宜短时间集中出耳管理采收的模式。切忌,长满菌丝的菌袋长途运输挤压导致菌袋脱离菌丝脱水,更不能拖延或隔年出耳,延误了菌袋出耳的最佳时机,导致菌龄老化菌袋不出耳甚至污染杂菌,造成秸秆代替木屑栽培黑木耳失败。总之,秸秆代替木屑栽培黑木耳关键技术环节还是要压缩出耳周期,菌丝长满菌袋无需困菌即可进入催芽出耳管理,其它环节可适当参考传统木屑栽培黑木耳技术。



# 不同葡萄品种枝条栽培料对杏鲍菇生长的影响

高学峰<sup>1</sup>, 李 华<sup>1,2,3</sup>, 杨继红<sup>1,2,3</sup>, 范睿深<sup>4</sup>, 咸昊辰<sup>4</sup>, 王 华<sup>1,2,3</sup>

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程中心, 陕西 杨凌 712100; 3. 西北农林科技大学 合阳葡萄试验示范站, 陕西 合阳 715300; 4. 西北农林科技大学 创新实验学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以“维多利亚”、“户太”、“乍娜”3个鲜食品种的葡萄枝条为主要栽培料,以杏鲍菇为研究对象,探索不同品种葡萄枝条对杏鲍菇菌丝生长情况及生物学转化率的影响。同时对杏鲍菇不同生长阶段进行营养成分分析,确定最佳采收期。结果表明:“维多利亚”葡萄枝条栽培杏鲍菇的营养成分较好,且菌丝生命力旺盛。杏鲍菇菌柄长度为4、10 cm时采收最佳,营养成分含量高,口感性好。

**关键词:**葡萄枝条;杏鲍菇;生物学转化率;营养成分

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)05-0163-04

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii* Quel)隶属担子菌纲、伞菌目,侧耳科,侧耳属,又称刺芹侧耳,具有杏仁的香味

**第一作者简介:**高学峰(1991-),女,硕士,研究方向为发酵副产物。E-mail:785658480@qq.com.

**责任作者:**王华(1959-),女,博士,教授,研究方向为葡萄与葡萄酒研究。E-mail:wanghua@nwsuaf.edu.cn.

**基金项目:**陕西省果业发展专项资金资助项目(K332021303);西北农林科技大学2013年试验示范站(基地)科技创新与成果转化资助项目(XNY2013-64)。

**收稿日期:**2014-11-10

和丰富的营养,有抗癌<sup>[1]</sup>、抗氧化<sup>[2]</sup>、降血脂<sup>[3]</sup>、缓解骨质疏松症<sup>[4]</sup>、润肠胃<sup>[5]</sup>等功效,为药食两用珍稀食用菌,具有较好的市场前景<sup>[6]</sup>。食用菌培养基质的原料主要包括:木屑、秸秆、干草、棉籽壳、玉米芯等高木质纤维性物料,玉米粉、豆饼、米糠、麦麸、畜禽粪便、尿素等养分调理性物料,以及石灰粉、石膏粉等pH值调理性物料等<sup>[7]</sup>。杏鲍菇栽培原料广泛,主要有玉米芯、稻草、棉籽壳、木屑和果树修剪枝等。葡萄枝条富含木质素、纤维素和半纤维素,因而已广泛应用于食用菌的生产。目前已经有葡萄修剪枝条栽培杏鲍菇、白玉菇、香菇、秀珍菇及双胞

## 参考文献

- [1] 王相刚. 蕈菌学[M]. 北京:中国林业出版社,2010:295-299.  
[2] 王相刚. 蕈菌栽培原理及应用[M]. 北京:中国林业出版社,2011:159-173.

- [3] 王相刚. 论“菌菜”向“菌粮”转变的必要性[J]. 绥化学院学报,2013(6):154-157.

## The Key Technology of Black Fungus Cultivation Using Crop Straw Instead of Sawdust

WANG Xiang-gang<sup>1,2</sup>, XU Xiu-hong<sup>1</sup>, MIAO Yuan-xia<sup>3</sup>, WANG Bin<sup>2</sup>, ZHANG Teng-xiao<sup>2</sup>, LI He<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. College of Agriculture and Hydraulic Engineering, Suihua University, Suihua, Heilongjiang 152061; 3. Dunhua Mingxing Specialty Science and Technology Development Co., Ltd. of Dunhua City, Dunhua, Jilin 133704)

**Abstract:** Because of the nature and nutrients, straw and sawdust have substantial distinction, and the black fungus that is typical wood rot fungi and rot fungus straw which is good at utilizing grass also have essential differences on biological characteristics. So, using a single straw instead of sawdust to cultivate black fungus has not reached the ideal effect, it's difficult to replace wood. I learned development experience that cultivating instead of wood log and the application technology in successful way for 20 years, taking the domestication and breeding new suitable straw growth black fungus varieties and imitation sawdust nutrition structure development ideas by adding a small amount of different crops straw wood, and gradually summed up the successful experience of cultivation black fungus using crop straw instead of sawdust.

**Keywords:** crop straw; instead sawdust; black fungus; cultivation technology; new varieties