

# 凤尾菇栽培的实践与探索

郝涤非

(江苏食品职业技术学院 食品工程系, 江苏 淮安 223003)

**摘要:** 结合凤尾菇栽培实践, 对菌种培养、代料栽培的配方、用具、方法步骤进行了介绍, 分析了原因并提出一些见解。指出配方中考虑增加透气性, 栽培中加透气棉塞, 菌种制作时做好无菌操作, 生料搞好发酵, 熟料保持灭菌效果, 管理中最大化地满足其营养、温度、湿度、光线、空气、pH 值等生活条件, 则可取得丰厚的收益。

**关键词:** 凤尾菇; 菌种制作; 栽培; 管理

**中图分类号:** S 646.1<sup>+</sup>43 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2009)12-0236-04

凤尾菇是深受广大消费者喜爱的食用菌之一, 其菌盖为灰白色, 形似凤尾, 故而得名<sup>[1]</sup>。它具有营养丰富、味道鲜美、生产周期短、抗逆性强、适应性广、原料来源充足、生物效率高等特点。代料栽培中常采用室内床栽、箱栽、塑料袋栽及室外畦栽栽培等。为探索凤尾菇的习性与增产潜力, 该研究采用代料墙式栽培, 观察其生长情况并根据出现的问题, 采取了相应处置方案, 积累了一定的经验, 收到了满意的效果。

平菇的栽培 1900 年起源于德国, 我国始于 20 世纪 40 年代, 1972 年用棉壳栽培成功后迅猛发展, 世界总产量位居蘑菇之后, 排第 2 位<sup>[2]</sup>, 在我国平菇总产量位居所有食用菌之首位。凤尾菇是平菇的一种, 隶属于担子菌亚门、层菌纲、伞菌目、侧耳科、侧耳属, 凤尾菇是一种中高温型食用菌<sup>[3]</sup>, 菌丝体生长的最适宜温度为 24~27℃, 子实体形成的最适宜温度为 18~25℃左右, 适宜苏南苏北春秋两季自然栽培, 方法简易, 生长期短, 生物转化率高, 菇体品质好, 经济效益较高。

从营养价值来看, 凤尾菇肉质肥嫩, 蛋白质的含量比目前国内栽培的其它平菇、双孢蘑菇、香菇和草菇都高, 而且人体 8 种必需氨基酸全都具备, 还含有多种维生素、矿物质等, 经常食用凤尾菇, 可以增强人体健康<sup>[4]</sup>。从药用价值来看, 它具有抑制癌细胞、舒筋活血、降血压、降胆固醇、补脾健胃助消化之功效。从形态上看, 菌丝体洁白、浓密、粗壮、爬壁力强。子实体菌盖中央凹, 肥厚, 状似凤尾, 形态优美; 菌褶延生, 裸露, 白色; 菌柄侧生, 白色, 中实, 上粗下细。从生活史来看, 它属于异宗结合四极性菌类。由担孢子萌发形成单核菌丝体, 经质配形成双核菌丝, 最后形成原基, 再形成子实体。子实

体发育过程包括: 原基期(白色瘤状物), 桑椹期(粒状物), 珊瑚期(长短不齐的杆状物), 成形期(短杆顶端分化出小扁球), 幼菇期(菌盖小、菇体硬实、颜色深), 成熟期(菌盖边沿较薄、色较浅、较软)。

生活条件包括营养、温度、湿度、光线、空气、酸碱度等。它属于木腐真菌, 利用木质素、纤维素、半纤维素的能力较强。所需碳源可从蔗糖、棉籽壳、玉米芯、作物秸秆、木屑中获得, 氮源主要有蛋白质、氨基酸、尿素等。同时还需要少量的维生素和无机盐。栽培时可加入麸皮、米糠、玉米粉、碳酸钙、磷酸二氢钾、尿素等。对温度的要求, 属于变温结实型, 变温刺激有利于子实体形成。对湿度的要求是先低后高, 菌丝体阶段培养料中水分以 60% 为宜, 空气相对湿度 70% 为宜, 子实体阶段空气相对湿度 85%~95% 为宜。光线在菌丝体阶段不需要, 在子实体阶段需散射光。空气是它所喜欢的, 属好气性真菌。在酸碱度方面, 它喜欢中性偏酸的环境, 最适 pH 5.5~6.0。在栽培过程中, 只有了解其生活条件要求, 并最大化地予以满足, 才能使其茁壮生长。

## 1 试验材料

### 1.1 试验材料

棉籽壳, 麸皮, 玉米芯, 马铃薯, 石膏粉, 石灰粉, 过磷酸钙, 磷酸二氢钾, 蔗糖, 尿素, 琼脂, 甲醛, 医用酒精等。

### 1.2 设备、器具

超净工作台, 高压蒸汽灭菌器, 培养箱, 酒精灯, 接种环, 天平, 滤纸, 牛角匙, 精密 pH 试纸, 量筒, 刻度搪瓷杯, 试管, 三角瓶, 漏斗, 漏斗架, 玻璃棒, 烧杯, 试管架, 铁丝筐, 剪刀, 棉花, 线绳, 牛皮纸, 纱布, 电炉, 菜刀, 菜板, 小铝锅等。

### 1.3 菌种

栽培所用菌种一部分购自淮安市食用菌研究所, 另一部分自制。

作者简介: 郝涤非(1962-), 男, 河南郑州人, 硕士, 副教授, 研究方向为食品生物技术。E-mail: df62@163.com.

收稿日期: 2009-06-20

## 2 方法与步骤

### 2.1 菌种准备

了解淮安市当地菌种的特点,到淮安市食用菌研究所购进凤尾菇的原种及栽培种,及时用作扩大及栽培。采用组织分离法,自制母种,再逐级扩大得原种、栽培种。做组织分离的子实体购自淮安市时代超市。

### 2.2 制母种

2.2.1 母种培养基配方(PDA) 马铃薯 200 g,葡萄糖 20 g,琼脂 15~20 g,自来水 1 000 mL, pH 值自然。

2.2.2 母种培养基制作 ①制滤液。马铃薯刮去粗皮,去芽眼,切成碎块,称量后放锅中,加水 1 200~1 300 mL,将其煮沸 20 min。用双层纱布过滤,取 1 000 mL 滤液。②化琼脂。将滤液加热至即将沸腾时加入琼脂,不断搅拌(控制火力不要使培养基溢出或烧焦)。琼脂完全融化后加入剩余原料,并使其溶解(用热水不足水量)。③分装。通过漏斗装置,趁热将培养基分装于试管中,装量约占试管高度的 1/4(分装三角瓶,其装量以不超过其容积的一半为宜)。管口或瓶口不要沾染培养基。④制棉塞。棉花以白色长绒的不脱脂棉花为宜。根据试管口大小取棉花,将其卷成棉塞,最好外包一层纱布。将棉塞塞入试管口。棉塞长度约 6~7 cm,塞入试管 2/3。要求外表光滑,外包的纱布无皱折,松紧适宜等。⑤包扎。管口堵入棉塞后 7 或 9 支试管扎一捆,棉塞部分用牛皮纸包扎。在包装纸上标明培养基名称,制备组别和姓名、日期等。

2.2.3 高压蒸汽灭菌 ①灭菌。用前检查高压蒸汽灭菌器的水位,调参数至 0.1 MPa, 121℃, 30 min, 待升温至 95℃左右时,排冷空气 5~6 min, 然后由其自动灭菌和关机,待压力至零时方可打开。②斜面与平板培养基的制作。将试管培养基趁热斜置于木棍条上,倾斜度以培养基约占管长的 1/2 为宜,不要使其滚动。若温度低可盖毛巾,以免形成过多的冷凝水。趁热将三角瓶中的培养基以无菌操作法注入无菌培养皿中,每皿的装量 15~20 mL(刚覆盖皿底)。③灭菌效果的检验。将凝固的斜面培养基放入 37℃温箱培养 2~3 d,若光滑无杂菌生长,即可待用。

2.2.4 组织分离法制母种 ①超净工作台的消毒。用消毒液擦拭台面后放置接种所需物品,开启超净工作台上的紫外灯,照射 20 min 后使用。②种菇消毒。在超净工作台上,用镊子夹着燃烧的酒精棉球迅速擦拭菇体。③取接组织。将菇体撕开,用无菌尖头镊在柄盖交界处取绿豆粒大组织,放入斜面培养基上。迅速塞上棉塞。④母种的培养。将斜面朝下斜置叠放于瓷盘中,放于培养箱中 25℃培养。2~3 d 后每天都要检查菌丝生长情况,及时挑拣污染试管(出现粘膜或杂色)。

### 2.3 制原种及栽培种

2 菌种的生产过程基本相同,主要区别在于接种时取接的菌种不一样。

2.3.1 培养基制作 配方:棉籽壳 87%,麦麸 10%,蔗糖 1%,石灰 1%,过磷酸钙 1%。配制:将棉籽壳、麦麸、石灰混合为主料,余料溶解于少量水后浇入主料中。边加清水边翻拌至含水量达 60%~65%(紧握料的指缝中有水泌出而不下滴)。

2.3.2 分装 培养基装入聚丙烯菌种袋,上端套颈圈后包扎。两端开口的菌种袋可将两端扎活结。

2.3.3 培养基的灭菌 高压蒸汽灭菌,一般在 0.15 MPa, 128.1℃条件下,保持灭菌时间 1~2 h。

2.3.4 接种 灭菌后的原种及栽培种培养基及时运送至无菌环境中,待料温降至约 30℃,进行抢温接种。①接原种。用接种耙取蚕豆大母种(连同培养基),放于袋中培养料的开口处(1 支母种约接 5~8 袋原种)。斜面尖端及原来的母种块勿接入。②接栽培种。用大镊子、接种铲或接种匙取枣大原种,放于袋中料面上(若两端扎活结的菌种袋,每端都要接入原种)。1 瓶原种约接 25 袋栽培种。去弃表面老化菌丝及老种块。堵棉塞或用线绳扎袋口。贴标签,注明菌种名称和接种日期。

2.3.5 培养 接种后,将种袋置于适温下培养。菌种袋根据气温可单层或多层叠放。隔 4~5 d 转动或调换位置,以利于受温一致,并避免培养料水分的沉积。

### 2.4 栽培与管理

2.4.1 培养料制作 生料栽培,要制作发酵料,利用培养料发酵产热进行巴氏杀菌和降解大分子物质,为食用菌做好食料准备。培养料配方:棉籽壳 96%,石灰 2%,磷酸二氢钾 1%,石膏 1%。拌料:提前 1 d 将棉籽壳摊薄、撒石灰粉、洒水预湿,然后拌入石灰及石膏粉,过磷酸钙溶解少量水后拌入,最后加清水将培养料拌到含水量 60%左右(手握可从指缝中挤出 1~2 滴水),调 pH 8.0~9.0。发酵:建长形堆,纵横打料孔,顶部盖草被,四周围薄膜。料温升至 65℃时保持 1 d 翻堆,共翻 2~3 次堆。气温高时可在最后一次翻堆时喷 0.1%多菌灵。发好的料呈咖啡色、有香味、pH 7.0~7.5、含水量以指缝泌水而不下滴为宜。装袋:用宽(25~28) cm×50 cm 聚乙烯袋,事先扎 3 道微孔线(中间及距两端 6~7 cm 处各一道线)一端扎活结,层播法装袋(微孔线处放菌种),上端再扎活结。接种量为 10%左右。两端用种量各占总用种量的 2/5,中层 1/5,多撒于四周。菌袋要装得外紧内松,光滑、饱满、充实。熟料栽培:配方:棉籽壳 85%,麦麸 7%,玉米芯 5%,蔗糖 1%,石灰 1%,磷酸二氢钾 1%。装袋:用宽(18~20) cm×20 cm 聚丙烯袋,一端先扎口,再装拌好的培养料,水分含量同生料栽培的要求。装袋时外紧内松,长短适宜,便于放入灭菌器和

扎口。灭菌:与栽培种的灭菌方法相同。接种:冷却至 25 ~ 30 °C 时进行接种。接种前先处理好菌种,在无菌条件下用酒精棉球消毒袋口,除去表层老化菌膜,扎好袋口备用。接种时,以无菌操作将菌种接入袋口表面,扎好袋口。接种量为 10% 左右。

2.4.2 排袋发菌 根据气温决定菌袋放置的场所及袋层高度。管理要点是:防杂菌、害虫,料温 20 ~ 25 °C,光线暗,空气新(1 周后逐渐加强通风),空气湿度 60% ~ 70%。7 ~ 10 d 倒换 1 次菌袋位置。直至白色菌丝长满菌袋,吃透培养料。

2.4.3 分化 加大温差(8 ~ 10 °C)、提高空气湿度(80% ~ 85%)、加强通气及光照条件。

2.4.4 育菇 现原基时解口或划口,保持光照及 85% ~ 95% 空气湿度,随菇体的长大加强通气条件,直至菌盖边缘变薄时成丛扭收或割收。喷水时,勿强水喷、硬风吹;勿喷珊瑚期以前的菇;勿喷关门水。通风时,勿通对流风与干热风,有风天气开背风窗。

### 3 结果与分析

#### 3.1 试验结果

经对凤尾菇 2 a 以来的培养实践与观察,从结果来看,子实体肥厚,肉质丰满,质量可靠,产量高达 1 : 2 以上。往往在学校放假后还在出菇,只好送给当地学生或居民让其继续观察及采收。培养的菌种生命力强,母种、原种、栽培种培养的成功率均在 95% 以上,甚至出现了试管种在室温条件下,放置了一个暑假,还在生长并无污染的情况。长势良好的母种见图 1。个别栽培袋出现污染,但经过医治,没有影响出菇,更没有造成大面积蔓延。每年需深埋或远抛的袋子在 5% 以下,原因是没有及时治疗所致。试管种(母种)污染,以霉菌、细菌为主,大多出现发黑、发褐、发青、发黄等现象;原种、栽培种、栽培袋污染,有霉菌、细菌、酵母菌多种杂菌参与,表现为发黑、发绿、发黄、发臭、发酸、有长毛、有液体、变软变松等。污染的母种见图 2。熟料栽培费时费力,对设备及能源要求也高,产量与生料栽培差别不大,但袋子不烂不会污染,具有稳产的特点。有趣的是,在对杂菌污染的栽培袋治疗后,常会出现该袋菌丝突然生长迅速,优先出菇并且子实体长势良好的情况。杂菌污染的栽培袋率先出菇见图 3。从栽培料的配方来看,适量添加玉米芯的配方长势较好,袋口做个棉塞(经灭菌的棉花)再扎口,则袋内菌丝长势好。以上 2 种现象的原因都是提高了透气性,符合凤尾菇是好气性菌的特点。

#### 3.2 试验分析

3.2.1 对凤尾菇的总体评价 从观察结果看,凤尾菇适应性强,产量较高,具有大面积推广价值;其栽培料多为农作物副产品,往往被农民丢弃或焚烧,造成对资源的浪费和对环境的污染,必须认识到问题的严重性和紧

迫性,加大宣传和技术推广力度,变废为宝,造福于民。

3.2.2 污染的原因及治疗方法 菌种污染:菌种污染的原因是无菌操作不到位,参与工作的学生每个人的操作水平有差异,同一个人的每次操作也不尽相同,因而经常出现:不同同学制种的成功率不同,同一个人不同批次的结果不同,或同一批次的不同试管、不同料袋的结果不同。培养基事先经灭菌和无菌检验,因而可排除其质量问题。个别栽培袋出现污染,原因是熟料栽培时的灭菌过程中,有刮破袋子或扎口不严而漏气等现象。还有就是接种时环境不洁净或操作未达到无菌状态所致。预防与治疗方法:采用了高锰酸钾、医用酒精、甲醛等进行注射的方法,从效果来看,以甲醛的效果为最好。从实践来看,栽培前对栽培场所的熏蒸灭菌显得十分重要,可采用专用熏蒸药片或甲醛与高锰酸钾混合产生巨大烟雾的方法来进行。



图 1 长势良好的母种

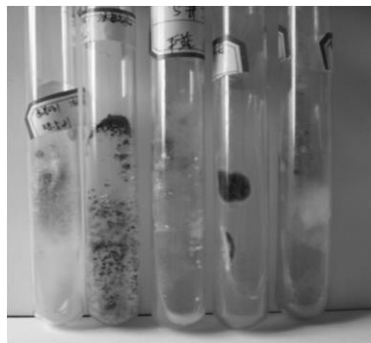


图 2 污染的母种

3.2.3 经治疗菌丝长势好的原因 有的料袋或其某一部,先受污染后经治疗,菌丝及子实体反而长势良好,其原因是杂菌生长繁殖过程中,对培养料进行了一定的降解,杂菌死亡或被抑制后,降解产物正好成为食用菌的可口食料,因而助其生长和繁殖。但是有一定的风险,易导致产量下降甚至绝收,怎样可达游刃有余之境地,尚需进一步的摸索。

3.2.4 生料栽培与熟料栽培 生料栽培适合有一定技术基础或有技术人员指导下的栽培,具有简便易行,成本低廉的特点,但防病治病不容轻视;熟料栽培具有稳

产稳收的特点, 需一定的灭菌设备, 需消耗一定的能源或燃料, 农民或生产企业可利用常压灭菌设备以降低生产成本, 对于烂袋子或有孔的袋子应及时换掉或处理, 不可掉以轻心而造成杂菌污染或蔓延。

3.2.5 制种注意事项 ①分离的母种一定纯化后再做出菇试验。纯化: 菌丝长至斜面 1/2 时, 挑尖丝转管, 培养成再生母种。出菇试验: 将再生母种扩成原种、栽培种, 使其出菇。看产量、质量、形态、长势、抗性如何, 鉴定为优质菌种后, 才可供生产使用。②控制菌龄。菌丝即将长满斜面(一般 7 ~ 10 d)终止培养。分别用于菌种保藏或繁衍原种。③原种及栽培种培养基制作, 装料要外紧内松, 培养料需紧贴袋壁。松散的培养料会导致菌丝断裂及影响对养分、水分的吸收。④接原种时, 斜面尖端及原来的母种块勿接入。⑤原种及栽培种接种后培养时, 应常检查, 及时去除出现杂色、粘液及菌种死亡的袋。⑥逐渐降温。当菌丝长至料深的 1/2 时, 降温 2 ~ 3℃, 以免料温升高, 并有壮丝作用。⑦注意菌龄。原种约 30 ~ 40 d、栽培种约 20 ~ 30 d 菌丝长满, 再继续培养 7 ~ 10 d 是使用的最好菌龄。



图3 杂菌污染的栽培袋率先出菇

3.2.6 栽培注意事项 ①管理涉及到效益, 有收无收在于种, 多收少收在于管。对于凤尾菇的各种生活条件要最大化地予以满足, 例如采收过几潮后, 可用合适浓度的麸皮水、石灰水喷洒料面, 以补充营养和增大 pH 值, 因营养有消耗, 微生物生长繁殖过程中因产酸会使 pH

值下降。②应掌握好在其生活史中, 自菌丝体至子实体阶段, 温度要求是先高后低, 空气、湿度、光线要求是先低后高等特点, 做到知己知彼, 方可出奇制胜。③在温度稍低时, 菌袋可以垛成墙状, 在温度稍高时, 可以垛成井状。④发菌期重点防杂菌和害虫; 分化期加强光照, 加强通气, 加大温差(8 ~ 10℃), 提高空气湿度(80% ~ 85%); 子实体生长期控制空气湿度为 85% ~ 95%, 随其长大逐渐加强通风。不能强水喷、硬风吹, 不能用水喷淋珊瑚期前的菇。⑤当凤尾菇菌盖充分展开并向上翻卷, 菌盖边缘较薄, 但尚未大量放射孢子时为适宜的采收期。此时菇体最重, 肉嫩质脆, 营养丰富, 质量最佳。如不及时采收, 子实体放射大量孢子, 消耗养分, 而且菌柄纤维化。采收时用小刀沿菌柄基部割下, 或用手靠根部扭下, 但不要带出培养料。⑥采完第 1 潮菇后, 要把菇床上残留的菇脚、死菇清理干净, 并轻轻把料面扒松, 然后喷少量水, 用手把料面轻轻压平, 扎上塑料袋口使菌丝恢复生长, 停水养菌 3 ~ 4 d 再恢复常规管理。待小菇蕾再次出现时再解开袋口, 5 ~ 7 d 又可采收下一潮菇。

4 结论

凤尾菇生产可消化大量的农副产品副产物。凤尾菇抗逆性强, 容易栽培, 且产量可观。菌种象种粮的种子一样, 关系到事业的成败; 菌种培养的关键是无菌操作; 栽培种用量为 10%。生活条件得到满足, 凤尾菇方可生长良好。栽培时培养料湿度 60% 左右, 菌丝体阶段空气湿度 60% ~ 70%, 子实体阶段空气湿度为 85% ~ 95%。分化时需温差刺激。污染有原因, 可防可治; 甲醛防治杂菌效果好。凤尾菇具有好气性, 通风透气利其生长, 但又与保温保湿相矛盾, 需综合协调。

参考文献

[ 1 ] 黄晓春. 凤尾菇菌种分离、培养和扩繁技术[ J ]. 种子科技, 2007, 25 (2): 55.  
[ 2 ] 王德芝, 张水成. 食用菌生产技术[ M ]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 84-85.  
[ 3 ] 向敏, 曹流俭. 发酵料栽培凤尾菇技术的研究[ J ]. 安徽农业科学, 2005, 33(2): 264.  
[ 4 ] 黄晓春, 林荫下凤尾菇栽培技术[ J ]. 河北林业科技, 2007(4): 50-51.

*Pleurotus sajor-caju* Cultivation Practice and Exploration

HAO Di-fei

(Food Project Department Jiangsu Food Science College, Huaian, Jiangsu 223003, China)

**Abstract:** In this paper, *Pleurotus sajor-caju* cultivation practices, cultivation of bacteria in lieu of planting materials of formula, equipment, methods, steps were introduced, analyzed and put forward their own reasons for some of his views. Formula to take into account that the increase in air permeability, air permeability of cotton cultivation in the Canadian side, did well in strain aseptic production, raw materials fermentation, the effect of clinker to maintain sterilization, to meet management to maximize their nutrition, temperature, humidity, light, air, pH value, such as living conditions, huge profits can be made.

**Key words:** *Pleurotus sajor-caju*; Strains produced; Cultivation Management