

# 纯黄白鬼伞菌丝体和子实体的培养研究\*

贺新生 康晓惠 李纯华

(西南科技大学生命科学与工程学院 绵阳 621000)

**摘要:** 纯黄白鬼伞是四川省的一个新记录种。此菌有毒, 是一种非常美丽的观赏菌类。其菌丝无锁状联合, 能形成大量的菌核, 这在伞菌目中是十分罕见的。报道了纯黄白鬼伞的子实体、菌丝体的形态特性、生理特点和栽培技术。这是一种中高温性蕈菌。适宜子实体生长发育的培养料为草粉、牛粪粉、麸皮和食用菌出菇后的废料, 瓶栽、盆栽、袋栽、床栽均可, 不需要覆土即可出菇, 子实体绝对生物学效率为5%~7.5%。

**关键词:** 纯黄白鬼伞, 形态特征, 生理特性, 栽培技术

**中图分类号:** Q93 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654 (2001) 03-0027-06

## STUDIES ON CULTIVATION OF MYCELIUM AND FRUIT-BODY OF *LEUCOCOPRINUS BIRNBAUMII*

HE Xin-Sheng KANG Xiao-Hui LI Chun-Hua

(Southwest University of Science and Technology Life Science and Engineering School, Mianyang 621000)

**Abstract:** *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Sing. is a new recorded species in Sichuan province, which belongs to Basidiomycota. It is a poisonous and view and admire mushroom. Hyphae of *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Sing. have not clamp connection, but can form sclerotium. This is a rare event of Agaricales. The morphological characteristics, physiological characteristics of mycelium and fruit-body, and the artificial cultivate technology of this mushroom are report in this paper. It is a typical medium-high temperature mushroom. Grass powder, cow dung, wheat bran and cultivated spent compost of edible fungi etc, conventional combination are cultural fruiting substratum; with bottle, bag, beds cultivation are all feasible, the biological efficiency of dry mushroom is about 5%~7.5%.

**Key words:** *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Sing, Morphological characteristics, Physiological characteristics, Cultivation technology

纯黄白鬼伞, 又名金黄色环柄菇, 学名: *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Sing. 异名有: *Leucocoprinus luteus* (Bolt. ex Secr.) Locq. = *Agaricus birnbaumii* Cda. = *Agaricus cepaestipes* var. *lutea* Bolt. ex Ser. = *Lepiota luteus* (Bolt. ex Secr.) Locq.。该菌与 *Cystoderma amiantinum* (SCOP.: Er.) Fay. 黄色囊皮菇相似。是一种有毒的大型蕈菌<sup>[1-4,7-12]</sup>, 但其子实体为金黄色非常美丽, 可以作为肉质的观赏菌类进行开发。对该菌的菌种分离和菌丝体、子实体的培养尚无报道。笔者在获得纯黄白鬼伞的野生子实体以后, 对其进行了菌种的纯分离, 在实验室成功培养了该菌的菌丝体、子实体,

\* 四川省教委和四川省科委资助项目

收稿日期: 2000-02-24, 修回日期: 2000-05-30

为其商业化栽培和进一步的研究利用打下了基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试菌株 *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Sing. NO: L122

野生子实体采自本校实验大楼一楼楼梯间,采集日期:1998年10月12日。采集者:贺新生。常规方法组织分离得到纯菌丝<sup>[6]</sup>。观察形态特征。

### 1.2 菌丝生长生理特性试验

1.2.1 菌丝对C源的选择试验:用葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、甘露醇、乳糖、果糖、柠檬酸钠、可溶性淀粉等8种C源。加无糖基础培养基,重复4次,25℃平板培养,接种后20d测定菌落直径,计算生长速度。

无糖基础培养基:KNO<sub>3</sub> 3g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.0g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.46g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5g。

1.2.2 菌丝对N源的选择试验:用蛋白胨、酵母粉、尿素、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KNO<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>、草酸铵、干酪素、NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>作N源。加无N基础培养基,含N%量为0.2%,方法同上。

无N基础培养基:蔗糖 20g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.0g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.46g, MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 0.5g。

1.2.3 菌丝对培养基pH的选择试验:培养液为葡萄糖蛋白胨培养基。装入三角瓶中,用1% HCl和1% NaOH调节pH,各处理的pH从1~14,共20个处理,重复4次。液体25℃培养10d、离心、过滤、烘干,测菌丝体干重。

葡萄糖蛋白胨培养液:葡萄糖 20g, 蛋白胨 5g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.0g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.46g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5g。

1.2.4 菌丝对温度的选择:培养基:大麦芽 40g, 葡萄糖 20g, 酵母粉 2g, 琼脂 20g, 平板培养。温度从5℃~45℃,级差5℃,共9个处理,重复4次。观测菌落直径。

1.2.5 菌丝对培养料水分含量的选择:培养料:棉籽壳 80%, 麸皮 20%。含水量 65%, 装瓶灭菌后,接种平菇,25℃培养,菌丝体满瓶后掏出培养料,风干,含水量为15%。再用250mL三角瓶装料,每瓶装风干料10g。设料水比1:0.6~1:2.8,共12个处理。培养料含水量从46.9%~77.6%。灭菌后接种L122菌种,25℃培养,重复4次,观察菌丝生长情况。

### 1.3 出菇试验

1.3.1 配方试验:用草粉、牛粪粉、麸皮为培养料,共设计12个配方。培养料含水量为68%,拌料,装在750mL菌种瓶中,0.15~0.20MPa高压灭菌1h,接种后25℃培养。菌丝体满瓶后,将培养料掏出装在塑料盆中,覆上1cm厚的细土,进行出菇管理。每配方10~15瓶,装在3个盆中出菇。观察菌丝体生长和子实体发育情况,在子实体未开伞时采摘,称鲜菇重量,风干后再烘干称重,计算每配方的子实体绝对生物学效率(ABE%)。

1.3.2 出菇条件试验:在覆土和不覆土、不同光照、不同湿度、不同温度、出菇瓶平放和立放等条件下,观察子实体生长和发育情况。原种、栽培种和常规出菇的培养料为棉籽壳栽培平菇的废料。

## 2 结果与分析

### 2.1 形态特征

**2.1.1 子实体的形态:** 纯黄白鬼伞子实体的显著特征是子实体通体金黄色, 用手触摸鳞片为金黄色色素, 用水煮子实体, 汤变为黄色, 其色素为水溶性的色素。

子实体单生、散生。野生子实体菌盖 2cm ~ 5cm, 栽培子实体菌盖 6cm ~ 12cm, 初钟形, 斗笠形, 后平展, 纯黄色, 中央部分为黄色块状的鳞片, 周围布满金黄色角状鳞片, 在菌褶的位置具有明显的辐射状条纹。菌肉黄、白色, 薄, 0.1mm ~ 3mm。菌褶离生, 淡黄色至白色, 边缘有细齿或近光滑, 稀, 不等长, 边缘 10 ~ 12片/cm。野生子实体菌柄 4 ~ 8cm × 2 ~ 5cm, 栽培的子实体 12 ~ 18cm × 1 ~ 1.6cm, 柱状, 上细下粗, 柄上有鳞片, 金黄色, 上部色略淡, 肉质或纤维质, 实心后空心, 基部膨大, 质脆。菌环位于柄中上部, 薄, 易落。孢子印黄白色。担子短棒状, 4孢子/担子。孢子微黄色, 光滑, 中部有一球状物或不规则状物, 椭圆形 + 肾形, 7.5 ~ 12.5 $\mu$ m × 5.5 ~ 8.5 $\mu$ m。褶缘囊状体多而密集, 瓶状, 有或无分枝, 顶部附有孢子, 30 ~ 50 $\mu$ m × 10 ~ 20 $\mu$ m。

分布: 福建、广东、台湾、四川。为四川省的新记录种。

生境: 夏秋生于林地、竹林地、庭院。本试验的标本来自实验大楼一楼的楼梯间内的墙角地上。大多数文献均记载这是一种有毒蕈菌<sup>[1-4,7-12]</sup>。

**2.1.2 菌丝体的形态特征:** 纯黄白鬼伞的菌丝淡黄色, 有隔膜, 分枝发达, 无锁状联合, 直径 2 $\mu$ m ~ 3 $\mu$ m。在各种琼脂培养基上, 菌丝体黄白色, 气生菌丝旺盛, 直立生长, 稀绒毛状, 具有爬壁性, 能形成细线状、束状菌丝。在各种固体培养料上, 菌丝体浓密, 黄白色, 有细线状的菌丝束形成。

**2.1.3 无性繁殖体:** 在各种人工培养条件下, 纯黄白鬼伞与白环柄菇和露珠环柄菇等环柄菇属的菌物一样<sup>[6]</sup>, 都可以形成大量的无性繁殖体——菌核, 特别是在培养料含水量为 65% ~ 75% 的情况下, 形成的菌核最多。纯黄白鬼伞的菌核为黄色菌核丝体所包围, 内部为黑色, 坚硬, 大小为 400 ~ 600 $\mu$ m × 280 ~ 500 $\mu$ m。

### 2.2 菌丝体生长的生理特性

**2.2.1 菌丝体生长对碳源的选择:** 对菌丝体生长速度进行方差分析,  $F = 212.6734 * * > > F_{0.01}$ , 各种碳源对菌丝体生长的影响差异极显著。纯黄白鬼伞菌丝体在淀粉、麦芽糖、蔗糖、柠檬酸等碳源的培养基上生长最快, 其次为乳糖、甘露醇, 在葡萄糖和果糖上生长最慢, 菌丝体日均生长速度分别为 3.4、3.0、2.8、2.6、2.4、2.4、1.8、1.8mm/d。其中, 在柠檬酸中加入了 1% NaOH 使 pH 值为 7.0。结果表明, 纯黄白鬼伞菌丝体生长最适合的碳源为多糖、双糖、有机酸, 各种单糖对菌丝体生长无明显促进作用, 这种情况不同于大多数已经实现人工培养的菌物的特性<sup>[5,6]</sup>。

**2.2.2 菌丝体生长对氮源的选择:** 对不同氮源上的菌丝生长速度进行方差分析表明,  $F = 62.1977 * * > > F_{0.01}$ , 差异极显著, 氮源对菌丝体生长有极显著的影响。纯黄白鬼伞菌丝体在蛋白胨、干酪素为氮源的培养基上生长最快, 其次为酵母粉、硝酸铵、氯化铵和硝酸钾、酵母膏、乙酸铵、硫酸铵, 在尿素培养基上生长最少, 而在草酸铵上不生长, 菌丝体日均生长速度分别为: 5.5、5.4、4.2、4.2、4.1、3.7、3.6、3.4、2.9、0.3、0mm/d。

2.2.3 菌丝体生长对培养基 pH 的选择: 结果如表 1。对培养基 pH (X) 和菌丝体生长量 (y, mg/100mL) 之间的动态关系进行模拟, 得到一个二次线性方程:  $y = 73.2565 + 55.1425X - 3.4699X^2$ 。F 检查:  $F = 15.4059 * * > F_{0.01} = 8.45$ , 表明培养基的 pH 对纯黄白鬼伞菌丝体的生长有极显著的影响。对方程进行计算, 当 pH = 8 时, 菌丝体生长量达到最大值,  $y_{max} = 145.82$  (mg/100mL)。试验结果表明, 菌丝体生长适宜的 pH 范围较广泛, 培养基在灭菌前的 pH 为 3.0 ~ 14.0, 菌丝体都可以生长, 但是最适宜的 pH 是 6.5 ~ 7.5。

表 1 菌丝体在不同的 pH 条件下的生长量 (mg/100mL)

pH 值	1.0	2.0	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
产量	0	0	14	34	98	170	162	168	182	192
pH 值	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0
产量	176	144	120	96	86	94	98	84	68	52

2.2.4 温度对菌丝体生长的影响: 纯黄白鬼伞菌丝体生长的温度范围为 5℃ ~ 35℃, 最适宜的温度是 25℃ ± 3℃。当温度低于 5℃ 菌丝体无法生长, 高于 40℃ 菌丝体容易死亡。

2.2.5 培养料含水量对菌丝体生长的影响: 在不同含水量的培养料中培养 15d 的结果如表 2。菌丝体生长量 (y, g), 与料水比 (X) 之间的动态关系为:  $y = 1.1718 + 7.1902X - 1.6716X^2$ 。F 检验:  $F = 33.4759 * * > F_{0.01} = 8.65$ 。培养料含水量对菌丝体生长量的影响极显著。对方程进行计算, 当 X = 2.2 时, y 达到最大值,  $y_{max} = 8.9$ 。表明纯黄白鬼伞菌丝体生长最适宜的培养料含水量应是 70% ~ 75%, 菌丝体生长速度最快, 菌丝浓密、旺盛有力、黄白色。

表 2 培养料含水量对菌丝体生长量的影响

料(水)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
含水量 (%)	46.9	52.8	57.5	61.4	64.6	67.3	69.4	71.7	73.4	75.0	76.4	77.6
生长量 (g)	5.23	5.81	6.60	7.23	7.65	8.35	8.33	8.56	10.0	9.50	8.33	7.65
浓密度	—	—	—	+	+	+	+	++	++	++	++	++
菌核数	—	—	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	—	—
积水度	—	—	—	—	—	—	—	+	+	++	++	++
颜色	白色	白色	白色	白色	白色	黄白色	黄白色	黄白色	黄白色	黄白色	白色	白色

注: 菌丝体生长量 = 10.00g × 菌落面积 / 三角瓶底部面积, 培养料的高度为 5 ~ 6mm

纯黄白鬼伞菌丝体容易形成菌核, 但是从表 2 中可以看出, 培养料含水量低于 60% 或高于 75% 都不容易形成菌核, 这与传统理论认为在菌丝体生长处于不利的条件

下才形成菌核不一致。在琼脂培养基上也是在营养丰富的配方中才形成大量的菌核，在固体培养料上是在菌丝体生长速度较快的条件下形成菌核。纯黄白鬼伞的菌核是在有利于菌丝体生长的条件下容易形成。同时，菌核在野生条件下很难观察到。

### 2.3 子实体培养

**2.3.1 配方对子实体生长的影响：**如表3。L.122在所设置的12个配方中，其菌丝体日均生长速度均在0.21~0.29mm/d之间，菌丝的生长速度与培养料的含氮量无显著相关性。对菌丝平均生长速度进行方差分析， $F=2.10 * > F_{0.05}$ ，故配方间存在显著差异，但是没有达到极显著水平。由表3可知，以配方7的菌丝体生长速度最快，长势最旺。配方7的菌丝体生长 ( $y =$  菌丝体生长长度 mm,  $X = d$ ) 动态方程为： $Y = 13.0 / (1 + 35.43e^{-0.135X})$ ， $r_{YX} = -0.984 * *$ ， $P > 0.01$ 。

菌丝体满瓶后掏瓶放在塑料盆中进行出菇管理，其中配方11、12均被杂菌污染，形成原基后没有收获成熟的子实体，原因可能是这2个配方的含N量过高，均超过1.5%，被污染的可能性最大。其它配方的出菇期为1个月（6月10日~7月11日）。出菇的各配方的子实体绝对生物学效率 ( $y$ , ABE%) 与培养料含氮量 ( $X$ , N%) 的关系方程为： $Y = 8.0 / (1 + 33.0191e^{-4.5494X})$ ， $r = -0.9357 * *$ ， $P > 0.01$ 。表明子实体产量与培养料的含N量之间有极显著的相关性，培养料含N量在0.64%~1.50%的范围内，含N量越高，子实体产量就越高。在本试验中，培养料含N量在1.25%~1.50%的范围内，如配方4、8、9、12的子实体产量最高。

表3 12个配方的子实体产量 (ABE%) 比较

配方号	草粉	牛粪粉	麸皮	N%	ABE%	菌丝长速 mm/d
1	100	0	0	0.64	3.8	2.8
2	80	0	20	1.17	6.3	3.0
3	80	10	10	0.98	5.1	2.9
4	40	50	10	1.25	7.2	2.7
5	80	15	5	0.87	4.3	2.9
6	50	45	5	1.08	6.5	2.7
7	75	10	15	1.11	6.8	3.1
8	35	50	15	1.38	7.8	2.6
9	50	25	25	1.48	7.6	2.7
10	20	55	25	1.68	***	2.3
11	0	80	20	1.72	***	2.6
12	0	100	0	1.33	7.4	2.4

**2.3.2 子实体生长发育的条件：**经过2年的研究发现，纯黄白鬼伞子实体生长和发育最适宜的培养料是草粉、牛粪粉、麸皮和棉籽壳栽培平菇后的废料，阔叶树、针叶树木屑和新鲜棉籽壳不适合子实体和菌丝体的生长，表明纯黄白鬼伞是一种草腐生菌。

纯黄白鬼伞子实体分化和发育的温度为18℃~35℃，温度越高，子实体形成越快。温度低于18℃或高于35℃，不会形成子实体。人工栽培条件下子实体发生的季节是4

月到9月,在室内均可以出菇。子实体发育最适宜的温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ ,表明这是一种中高温性的菌。

观察发现,纯黄白鬼伞在黑暗的培养箱中可以形成正常的子实体,但是出菇速度很慢。在适宜的温度条件下,室内散射光照或室外自然光照均可以快速形成子实体,表明纯黄白鬼伞对光照不敏感。

在封闭的菌种瓶中,可以形成正常的子实体,表明纯黄白鬼伞子实体生长发育能耐较高浓度的二氧化碳。但是由于瓶内湿度过高,相对湿度超过了90%,子实体容易软腐。子实体正常生长的空气相对湿度为70%~85%,湿度低于70%,子实体容易失水而停止生长。

在覆土、覆炭渣、不覆土等条件下均可以分化子实体原基和正常生长,表明纯黄白鬼伞子实体分化、发育不需要覆土,在培养料上能够直接形成子实体。这与 *Agaricus* spp. 和 *Coprinus* spp. 等草腐生的菌必须覆土才能出菇的情况不一样。

将出菇袋或出菇瓶平放在地上,子实体会弯曲垂直向上生长,表明子实体与大多数有柄蕈菌一样具有负向地性。垂直摆放出菇瓶,在室内出菇,子实体会向有光的方向弯曲生长,说明子实体也具有向光性。

### 3 讨论

文献对有毒蕈菌的人工栽培的报道还很少,本文首次报道了纯黄白鬼伞的菌丝体和子实体的人工栽培技术,为其进一步进行商业化栽培和其毒素的提取和开发打下了基础。

纯黄白鬼伞与笔者已经报道的白环柄菇 (*Lepiota alba*)<sup>[6]</sup>和即将报道的露珠环柄菇等环柄菇属的菌物一样,菌丝体能够形成菌核,这是目前蕈菌研究过程中很少见到的无性繁殖现象,这种现象在层菌纲中特别是在伞菌目中是十分特殊的<sup>[7-13]</sup>。

纯黄白鬼伞的生活史和遗传性状正在研究之中。

### 参 考 文 献

- [1] 毕志树, 郑国扬, 李泰辉. 广东大型真菌志, 广州: 广东科技出版社, 1994, 460~472.
- [2] 戴芳澜. 中国真菌总汇. 北京: 科学出版社, 1979.
- [3] 戴贤才, 李泰辉. 四川甘孜菌类志. 成都: 四川科技出版社. 1994, 119~123.
- [4] 邓叔群. 中国的真菌. 北京: 科学出版社, 1964, 808.
- [5] 贺新生, 侯大斌. 食用菌学报, 1997, 4 (2): 54~64.
- [6] 贺新生, 张 玲, 李玉律. 微生物学杂志, 1999, 2: 17~22.
- [7] 李建宗, 胡新文, 彭寅斌. 湖南大型真菌志. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1993, 211~214.
- [8] 卯晓岚, 蒋长坪, 邬珠次旺. 西藏大型经济真菌. 北京: 北京科技出版社, 1993, 159~162.
- [9] 谢志锦, 王 云, 王 柏. 长白山伞菌图志. 长春: 吉林科技出版社, 1986, 98.
- [10] 袁明生, 孙佩琼. 四川蕈菌, 成都: 四川科技出版社, 1995, 504~525.
- [11] 张雪岳. 贵州食用真菌和毒菌图志. 贵阳: 贵州科技出版社, 1991, 70~73.
- [12] 臧 穆. 横断山区真菌. 北京: 科学出版社, 1996, 416~418.
- [13] Burnet J H. Fundamentals of Mycology. Edward Arnold. 1976, 5~9.