

doi:10.11937/bfyy.20181887

## 榆黄蘑高效栽培配方筛选

李守勉, 李明, 田景花, 王西西

(河北农业大学园艺学院, 河北保定 071001)

**摘要:**以榆黄蘑为试材,采用棉籽皮、木屑、玉米芯、杏鲍菇菌渣为主料,按照不同添加比例设计栽培配方,研究了7种发酵料栽培配方(分别为CK、F1、F2、F3、F4、F5、F6)及10种熟料栽培配方(分别为CK、S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9)对榆黄蘑菌丝体生长、生物学效率及农艺性状的影响,为提高榆黄蘑栽培效益提供技术支持。结果表明:最佳发酵料栽培配方为棉籽皮28%、玉米芯60%、麸皮10%、石灰1%、石膏1%,含水量为60%~65%;最佳熟料栽培配方为棉籽皮43%、木屑40%、麸皮15%、石灰1%、石膏1%,含水量为60%~65%。

**关键词:**榆黄蘑;发酵料栽培配方;熟料栽培配方;筛选

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)07-0148-06

榆黄蘑(*Pleurotus citrinopileatus*)隶属于担子菌亚门,层菌纲,伞菌目,侧耳科,侧耳属,又名金顶侧耳、金顶蘑、玉皇蘑、黄金菇<sup>[1]</sup>,菌盖淡黄色至鲜黄色,光滑、漏斗状,菌肉白色,柄偏生。因其色艳、味鲜、形美、营养价值高,故有玉皇蘑之美

称<sup>[2]</sup>,常野生于枯死的榆木上,故俗称榆黄蘑。榆黄蘑既具有较高的营养价值,又具有滋补强身的药用价值<sup>[3]</sup>,备受国内外消费者青睐<sup>[4]</sup>。

我国榆黄蘑人工栽培始于20世纪70年代末,但发展较慢,栽培规模也一直较小,相关研究更是少有报道。随着观光农业的迅速发展,榆黄蘑成为食用菌观光园区的新宠,但栽培技术并不成熟。一直以来,人们认为榆黄蘑和平菇属于近缘种,因此榆黄蘑大都使用平菇栽培配方,缺少其专用配方,该试验对榆黄蘑发酵料及熟料栽培配方进行了研究,以期筛选出榆黄蘑高效栽培配方,

**第一作者简介:**李守勉(1978-),女,博士,副教授,研究方向为食用菌生物技术与遗传育种。E-mail:yyism@hebau.edu.cn.

**基金项目:**河北省现代农业产业技术体系食用菌创新团队资助项目(HBCT2013060203)。

**收稿日期:**2018-11-07

**Abstract:** In order to realize the low energy consumption and high efficiency of *Tremella fuciformis* Berkeley, the nonlinear simulation model was used to establish the relationship between diameter and quality and the indoor temperature and humidity in the facility cultivation, by collecting the data of the temperature, relative humidity and the horticultural traits (diameter and quality) during the growth of *Tremella fuciformis* Berkeley. The results showed that optimum environmental conditions for determining the diameter were 23.08 °C centigrade and 93.11% relative humidity, and the best environmental conditions were temperature 23.18 °C and relative humidity 92.60%. On this basis, the growth rate model based on temperature and humidity was established. This model could predict a certain environmental strip better. The daily growth of *Tremella fuciformis* Berkeley provided a theoretical basis for environmental control of the cultivation of *Tremella fuciformis* Berkeley.

**Keywords:** *Tremella fuciformis* Berkeley; growing development; nonlinear simulation

为榆黄蘑栽培技术研究提供技术支持,从而提高榆黄蘑栽培效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试榆黄蘑 PC2 菌株由河北农业大学食用菌实验室提供<sup>[5]</sup>。栽培原料为棉籽壳、玉米芯、木屑、杏鲍菇菌渣、麸皮、石膏、生石灰。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 榆黄蘑发酵料栽培配方筛选

榆黄蘑发酵料栽培配方设计:以棉籽壳、木屑、玉米芯、杏鲍菇菌渣为主料,麸皮、石膏、生石灰为辅料,调整主料比例设计不同栽培配方,以常规榆黄蘑发酵料栽培配方为对照。试验配方设计见表1。

表1 榆黄蘑发酵料栽培配方设计

Table 1 Design of cultivation formulas on compost of *Pleurotus citrinopileatus*

%

配方 Formula	棉籽皮 Cotton seed hull	玉米芯 Corncob	杏鲍菇菌渣 <i>Pleurotus eryngii</i> residue	麸皮 Bran	石膏 Gypsum	生石灰 Lime
CK	88			10	1	1
F1	68	20		10	1	1
F2	48	40		10	1	1
F3	28	60		10	1	1
F4	68		20	10	1	1
F5	48		40	10	1	1
F6	28		60	10	1	1

榆黄蘑发酵料栽培配方比较试验:按表1配方将栽培原料预湿,按照常规方法拌料并进行堆积发酵处理,发酵结束后调节栽培料 pH 至 7.5~8.0,培养料含水量以 60%~65%为宜。栽培袋规格为 22 cm×45 cm×0.015 mm 的聚乙烯塑料袋,采用 4 层菌种 3 层料接种法,对角线系口法封口,每袋装干料 0.8 kg,每处理 3 次重复,每个重复 30 袋。接种后移入洁净菇房内,采用单排墙式码放 2~3 层<sup>[7]</sup>,置于温度为 25℃ 条件下暗光培养<sup>[8]</sup>,及时清除污染菌袋。将长满的栽培袋后熟培养 7 d,移入出菇室开袋进行催菇,采取两端出菇方式,温度控制在 12~18℃,湿度保持在 85%~90%,每天通风 3 次,一次 30 min,待 80% 出菇菌袋现原基时,出菇室温度控制在 15~20℃,湿度保持在 85%~90%,每天通风 3 次,1 次 30 min,采用 40 W 日光灯,每 40 m<sup>3</sup> 安装 3 根进行补光。待子实体达采收标准时,进行一次性采收。

记录不同处理的菌丝满袋时间、菌丝生长势,观察子实体颜色,测量子实体单菇质量、菌柄长度、菌柄直径、菌盖直径、菌盖厚度等农艺性状<sup>[10]</sup>,并计算菌丝生长速度及前 3 潮菇生物学效率。

菌丝生长速度(mm·d<sup>-1</sup>)=培养料的高度(mm)/满袋天数(d),生物学效率(%)=子实体

鲜品总产量(g)/栽培料干总质量(g)×100。

#### 1.2.2 榆黄蘑熟料栽培配方筛选

榆黄蘑熟料栽培配方设计:以棉籽皮、玉米芯、木屑、杏鲍菇菌渣为主料,麸皮、石膏、生石灰为辅料,调整主料比例设计不同栽培配方,以常规榆黄蘑熟料栽培配方为对照<sup>[9]</sup>。配方试验设计见表2。

榆黄蘑不同熟料栽培配方比较试验:栽培袋选用 17 cm×33 cm×0.05 mm 的聚丙烯塑料袋,每个处理接种 30 袋,每袋装干料 0.4 kg,每袋培养料松紧度一致,用直径 5 cm 的过滤透气塞封口。124~126℃(0.14~0.15 MPa)的条件下持续 2 h 进行高压灭菌,冷却至室温后按无菌操作规程接种<sup>[11]</sup>。长满的栽培袋后熟培养 7 d,转入出菇室去掉透气塞进行催菇,温度控制在 12~18℃,湿度保持在 85%~90%,每天通风 3 次,一次 30 min,待 80% 出菇菌袋现原基时,出菇室温度控制在 15~20℃,湿度和通风按照催菇阶段管理。采用 40 W 日光灯管,40 m<sup>3</sup> 安装 3 根进行补光<sup>[12]</sup>。待子实体达采收标准时,进行一次性采收,记录不同处理菌丝满袋时间、菌丝生长势,观察子实体颜色,测量子实体单菇质量、菌柄长度、菌柄直径、菌盖直径、菌盖厚度等农艺性状,并计算菌丝生长速度、前 3 潮菇生物学效率。

表 2 榆黄蘑熟料栽培配方

Table 2 Design of cultivation formulas on sterilized substrate of *Pleurotus citrinopileatus* %

配方 Formula	棉籽皮 Cotton seed hull	木屑 Saw dust	玉米芯 Corncob	杏鲍菇菌渣 <i>Pleurotus eryngii</i> residue	麸皮 Bran	石膏 Gypsum	生石灰 Lime
CK	83				15	1	1
S1	63	20			15	1	1
S2	43	40			15	1	1
S3	23	60			15	1	1
S4	63		20		15	1	1
S5	43		40		15	1	1
S6	23		60		15	1	1
S7	63			20	15	1	1
S8	43			40	15	1	1
S9	23			60	15	1	1

1.3 数据分析

采用 SPSS 20 软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 榆黄蘑发酵料栽培配方筛选

2.1.1 不同发酵料栽培配方对榆黄蘑菌丝生长的影响

由表 3 可以看出,不同处理菌丝生长速度及生长势差异较大。从生长速度来看,F6 菌丝生长速度为 17.15 mm·d<sup>-1</sup>,与对照无显著差异,显著慢于其它配方。其它配方菌丝生长速度均快于对

照,其中 F3 菌丝生长速度最快为 20.45 mm·d<sup>-1</sup>,其次为 F1、F2 处理,但三者间差异不显著。从菌丝满袋时间来看,满袋时间在 20~24 d,除 F6 满袋时间为 24 d 慢于对照以外,其它配方均比对照满袋时间缩短,其中 F1、F2、F3 满袋时间最短,均 20 d 满袋。从菌丝生长势看,F1 菌丝生长势最好,表现为菌丝浓密,颜色最白;其次为 F2、F3,菌丝为洁白浓密,以上处理菌丝生长势优于对照,F4 与对照菌丝生长势无明显差异,除 F5 和 F6 生长势较对照差以外,表现为菌丝较浓密、较白。因此,菌丝生长阶段筛选出 F1 最好,其次为 F2、F3。

表 3 不同发酵料栽培配方对榆黄蘑菌丝生长情况的影响

Table 3 Effect of different fermentation formulas on the growth of *Pleurotus citrinopileatus* mycelium

配方 Formula	满袋天数 Bag full days/d	菌丝生长速度 Growth rate of mycelium/(mm·d <sup>-1</sup> )	菌丝浓密程度 Mycelium density	菌丝颜色 Mycelium color
CK	23	17.21d	+++	白
F1	20	20.05ab	++++	最白
F2	20	19.94ab	++++	洁白
F3	20	20.45a	++++	洁白
F4	21	19.37bc	+++	白
F5	22	18.52c	++	较白
F6	24	17.15d	++	较白

注:菌丝浓密程度用+表示。小写字母表示 0.05 水平的差异显著性。下同。

Note: + indicates mycelium density. Lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.1.2 不同发酵料配方对榆黄蘑产量的影响

榆黄蘑不同发酵料栽培配方前 3 潮菇的产量及生物学效率见表 4。F1 处理前 3 潮菇产量最高,为 0.68 kg,生物学效率为 85.0%,其次为 F4,为 0.66 kg,与对照相同,生物学效率为 82.5%,三者之间无显著性差异,F3 产量较高,生

物学效率为 77.5%。F6 产量最低,为 0.36 kg,显著低于其它配方,生物学效率为 45.0%。因此,筛选出 F1 为高产配方,其次为 F4。

2.1.3 不同发酵料栽培配方对榆黄蘑农艺性状的影响

由表 5 可知,不同发酵料栽培配方对榆黄蘑

表 4 不同发酵料配方栽培榆黄蘑产量比较

Table 4 Comparison of the yield of *Pleurotus citrinopileatus* cultivated with different fermentation formulas

配方 Formula	前 3 潮菇产量 Yield of the top three tide/kg	前 3 潮菇生物学效率 Biological efficiency of the top three tide/%
CK	0.66ab	82.5
F1	0.68a	85.0
F2	0.56c	70.0
F3	0.62b	77.5
F4	0.66ab	82.5
F5	0.47d	58.8
F6	0.36e	45.0

子实体主要农艺性状的影响不同。从单菇鲜质量来看,除了 F3、F6 显著小于对照以外,其它处理与对照单菇质量无显著差异。对照的单菇鲜质量最大,为 0.26 kg,其次是 F1 为 0.25 kg,F6 单菇

鲜质量最小,为 0.10 kg,与其它配方差异显著。从菌盖直径来看,所有配方的菌盖直径均大于对照。其中 F6 菌盖直径最大,为 74.98 mm,其次为 F2、F3、F4、F5,但以上处理间差异不显著。从菌盖厚度上来看,F3 菌盖厚度最大,为 8.34 mm,显著大于其它配方,其它配方与对照的菌盖厚度均差异不显著。从菌柄长度来看,所有配方菌柄长度均小于对照,F3 菌柄最短,为 30.55 mm,其次为 F5,其它配方均与对照差异不显著。从菌柄直径来看,所有配方菌柄直径均大于对照,其中 F5 菌柄直径最大,为 14.03 mm,其次为 F6,二者间差异不显著。综上可得出,F2、F3、F4 子实体农艺性状好,表现为单菇质量大,菌盖大且厚,菌柄较短且粗,其次为 F1 子实体农艺性状较好。

表 5 不同发酵料栽培配方对榆黄蘑子实体农艺性状的影响

Table 5 Effects of different fermentation formulas on agronomic characters of the fruit body of *Pleurotus citrinopileatus*

配方 Formula	单朵鲜菇质量 Average weight percluster fruit body/kg	菌盖直径 Pileus diameter /mm	菌盖厚度 Pileus thickness /mm	菌柄长度 Stipe length /mm	菌柄直径 Stipe diameter /mm
CK	0.26a	54.53c	6.99bc	43.16a	8.65c
F1	0.25a	57.23bc	6.52bc	35.90bc	9.47bc
F2	0.21ab	66.00ab	8.03ab	36.95abc	9.71bc
F3	0.17b	67.74ab	8.34a	30.55c	9.38bc
F4	0.22ab	68.48ab	7.20abc	41.11abc	10.85b
F5	0.24ab	65.30abc	7.42abc	31.42bc	14.03a
F6	0.10c	74.98a	7.38abc	41.80ab	12.99a

2.2 榆黄蘑熟料栽培配方筛选

2.2.1 不同熟料栽培配方对榆黄蘑菌丝生长情况的影响

由表 6 可以看出,不同熟料栽培配方对菌丝生长速度及生长势差异较大。从生长速度来看,各处理菌丝生长速度与对照均存在明显差异,S1、S2、S3 菌丝生长速度均快于对照,其中 S3 菌丝生长速度最快,菌丝生长速度为  $8.62\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ,其次为 S1、S2,但三者间差异显著;S9、S7、S5 菌丝生长速度最慢,这 2 个配方显著慢于其它处理,菌丝生长速度为  $6.94$ 、 $6.94$ 、 $6.75\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 。从菌丝满袋时间来看,满袋时间在 29~37 d,除 S1、S2、S3 满袋时间快于对照以外,其它配方均比对照满袋时间长,其中 S1、S2、S3 满袋时间最短,S3 满袋时间为 29 d,S1、S2 均

31 d 满袋,S5 满袋时间最长,为 37 d。从菌丝生长势看,S1、S2、S3、S4 菌丝生长势最好,表现为菌丝浓密,颜色最白;其次为 S5,菌丝为较洁白较浓密,以上处理菌丝生长势优于对照。S6、S7 与对照菌丝生长势无明显差异,表现为菌丝较浓密,颜色白。S8 和 S9 生长势较对照差,表现为菌丝较一般、较白。因此,筛选出 S3 最佳,其次为 S1、S2。

2.2.2 不同熟料栽培配方对榆黄蘑产量的影响

榆黄蘑不同熟料栽培配方前 3 潮菇的产量及生物学效率见表 7。除 S9 产量低于对照外,其它处理产量均显著高于对照,其中 S2 产量最高,为 0.68 kg,显著高于其它配方,生物学效率达 170.0%。其次为 S6 和 S7,生物学效率分别为 127.5%和 125.0%。因此,筛选出 S2 为高产配方,其次为 S6 和 S7。3 个配方的产量显著高于对照。

表 6 不同熟料栽培配方对榆黄蘑菌丝生长情况的影响

Table 6 Effects of different cultural formulas of clinker on the growth of *Pleurotus citrinopileatus*

配方 Formula	满袋天数 Bag full days/d	菌丝生长速度 Growth rate of mycelium/(mm·d <sup>-1</sup> )	菌丝浓密程度 Mycelium density	菌丝颜色 Mycelium color
CK	33	7.58d	+++	白
S1	31	8.33b	++++	洁白
S2	31	8.06c	++++	洁白
S3	29	8.62a	++++	洁白
S4	34	7.35e	++++	洁白
S5	37	6.75h	+++	较洁白
S6	34	7.35e	+++	白
S7	36	6.94g	+++	白
S8	35	7.14f	++	较白
S9	36	6.94g	++	较白

表 7 不同熟料培养配方对榆黄蘑产量的影响

Table 7 Effects of different clinker culture formulas on the yield of *Pleurotus citrinopileatus*

配方 Formula	前 3 潮菇产量 Yield of the top three tide/kg	前 3 潮菇生物学效率 Biological efficiency of the top three tide/%
CK	0.28h	70.0
S1	0.47c	117.5
S2	0.68a	170.0
S3	0.38e	95.0
S4	0.32g	80.0
S5	0.41d	102.5
S6	0.51b	127.5
S7	0.50b	125.0
S8	0.36f	90.0
S9	0.27i	67.5

2.2.3 不同熟料栽培配方对榆黄蘑农艺性状的影响

由表 8 可知,不同熟料栽培配方对榆黄蘑子实体主要农艺性状的影响不同。从单菇鲜质量来

看,除了 S4、S5、S9 以外,其它处理单菇鲜质量均高于对照。S2 单菇鲜质量最大,为 0.23 kg,显著高于其它配方,S7 次之。从菌盖直径来看,S7 菌盖直径最大,为 71.70 mm,显著大于其它配方,其次为 S1、S4、S3 处理,以上 3 个菌株菌盖直径与对照无显著差异。S9 菌盖直径最小,为 58.27 mm,显著小于其它配方。从菌盖厚度来看,S1 菌盖厚度最大,为 8.68 mm,S3 菌盖厚度最小,为 6.47 mm,但各配方与对照差异均不明显。从菌柄长度来看,所有配方菌柄均长于对照,但 S1、S2、S4、S5 与对照间差异不显著,S6 菌柄长度最长,为 36.90 mm。S1~S9,S2 菌柄长度最短,为 22.47 mm。对照菌柄最短,长度为 19.89 mm。S2 与对照差异不明显。从菌柄直径来看,所有配方与对照均无显著差异,其中 S1 菌柄直径最大,为 11.65 mm。S5 菌柄直径最小,为 7.59 mm。S1 与 S5 差异显著。综上可得出,S1、S2、S7 农艺性状好,表现为单菇质量大,菌盖大且

表 8 不同熟料栽培配方对榆黄蘑子实体农艺性状的影响

Table 8 Effects of different cultural formulas of clinker on agronomic characters of fruit body of *Pleurotus citrinopileatus*

配方 Formula	单朵鲜质量 Average weight percluster fruit bodies/kg	菌柄长度 Stipe length /mm	菌柄直径 Stipe diameter /mm	菌盖直径 Pileus diameter /mm	菌盖厚度 Pileus thickness /mm
CK	0.10de	19.89d	10.47abc	65.39bc	8.22ab
S1	0.15bc	26.37cd	11.65a	66.97b	8.68a
S2	0.23a	22.47cd	8.05bc	58.94g	6.95b
S3	0.14bcd	30.42abc	10.19abc	65.97c	6.47b
S4	0.10cde	27.28bcd	9.87abc	66.45bc	7.28ab
S5	0.05f	23.05cd	7.59c	64.05d	6.70b
S6	0.15bcd	36.90a	11.33ab	62.31e	7.90ab
S7	0.16b	30.09abc	10.86abc	71.70a	7.61ab
S8	0.13bcd	35.11ab	11.24ab	61.20f	8.16ab
S9	0.07ef	27.33bcd	10.93abc	58.27g	7.80ab

厚,菌柄较短且粗。综上研究结果,筛选出 S2 为榆黄蘑熟料栽培最佳配方,其次为 S1、S7。

### 3 结论与讨论

筛选出榆黄蘑发酵料栽培适宜配方为棉籽皮 28%、玉米芯 60%、麸皮 10%、石灰 1%、石膏 1%,含水量为 60%~65%。榆黄蘑熟料栽培配方为棉籽皮 43%、木屑 40%、麸皮 15%、石灰 1%、石膏 1%,含水量为 60%~65%。

该试验发酵料配方筛选,筛选出 F1、F4 为高产栽培配方,F3 产量较高,但考虑栽培原料成本,F3 综合比较效益最高。因此,筛选出 F3 为榆黄蘑发酵料栽培最佳配方,其次为 F1、F4。F3 以 60%的玉米芯替代棉籽皮,既可提高栽培效益,又可以使栽培原料当地化,促进玉米芯秸秆资源的转化,改善生态环境,促进食用菌产业可持续发展。筛选出的熟料栽培配方,40%的木屑替代棉籽皮,既可降低栽培成本,又可以提高产量,可在生产中广泛推广。由于试验周期所限,该试验配方筛选只统计了前 3 潮菇的产量,因此生物学效率偏低,关于筛选出配方生物学效率需在栽培生产中进一步研究。

### 参考文献

- [1] 杨蒙. 榆黄蘑研究进展[J]. 现代农业科技, 2013(19): 83-86.
- [2] 李喜范,王福祥. 金顶侧耳生料大袋覆土栽培高产技术[J]. 食用菌, 2008(2): 42-43.
- [3] 曹德斌,武桂兰. 榆黄蘑栽培技术[J]. 中国农村科技, 2002(8): 10-11.
- [4] 洪永刚,周杰,李世龙,等. 6-BA 对榆黄蘑液体培养的影响研究[J]. 云南农业科技, 2008(1): 27-28.
- [5] 曾日秋,汤浩,卢川北,等. 不同培养料栽培榆黄蘑试验[J]. 食用菌, 2003(5): 21-22.
- [6] 谭永忠,王慧超,戴玄,等. 鸡枞菌/榆黄蘑的驯化栽培配方试验[J]. 北方园艺, 2015(17): 124-126.
- [7] 王德芝,周颖. 板栗苞栽培榆黄蘑配方筛选及效益比较研究[J]. 湖北农业科学, 2011(18): 3737-3738, 3750.
- [8] 王长林. 生料栽培榆黄蘑新技术[J]. 吉林农业, 2012(4): 110-110.
- [9] 耿小丽,刘宇,王守规,等. 秀珍菇培养基配方试验研究[J]. 北方园艺, 2009(8): 266-268.
- [10] 潘春磊,王延峰,黄文等. 榆黄蘑 10 个菌株的农艺性状筛选及评价[J]. 中国食用菌, 2015(6): 13-16.
- [11] 韩建东,万鲁长,杨鹏,等. 食用菌菌渣栽培榆黄蘑技术[J]. 山东农业科学, 2014, 46(3): 117-119.
- [12] 阮晓东,阮周禧,阮时珍,等. 榆黄蘑高产袋栽技术[J]. 食药食用菌, 2014, 22(5): 290-91.

## Screening Test of the High Efficient Cultivation Substrate Formula of *Pleurotus citrinopileatus*

LI Shoumian, LI Ming, TIAN Jinghua, WANG Xixi

(College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract:** *Pleurotus citrinopileatus* was used as test material, the cultivation formulation of *Pleurotus citrinopileatus* was designed with cottonseed hull, sawdust, corncob and *Pleurotus eryngii* residue. Mycelium growth, biological efficiency and agronomic characters of *Pleurotus citrinopileatus* cultivated with seven kinds of cultivation formulation on compost and ten kinds of cultivation formulation on sterilized substrate were studied. The results showed that the optimum cultivation formulation on compost was cotton seed hull 28%, corncob 60%, bran 10%, lime 1%, gypsum 1%, water content 60%—65%. The optimum cultivation formulation on sterilized substrate was cotton seed hull 43%, sawdust 40%, bran 15%, lime 1%, gypsum 1%, water content 60%—65%.

**Keywords:** *Pleurotus citrinopileatus*; cultivation formulation on compost; cultivation on sterilized substrate; screen