

DOI:10.11937/bfyy.201711030

菌草栽培猴头菌配方筛选

蔡杨星, 曹秀明, 薛志香, 林占熺

(福建农林大学 国家菌草工程技术研究中心, 福建 福州 350002)

摘 要:以 5 种菌草(巨菌草、象草、五节芒、芒萁、类芦)草粉为试材,采用三级系统筛选法对 5 种菌草草粉进行配方筛选优化,以期得到菌草栽培猴头菌的最佳配方。结果表明:5 种菌草草粉中,菌草栽培猴头菌菌丝体的最佳配方为 39% 芒萁、39% 类芦、20% 麸皮、2% 石膏,含水量为 60%。该配方猴头菌菌丝体生长速度快,达 $0.6549\text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$;当栽培料中的菌草和木屑的混合比例为 28% : 50% 时,猴头菌子实体头茬的产量高,平均每袋产量为 269.24 g。

关键词:猴头菌;菌草草粉;配方筛选

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)11-0148-05

猴头菌(*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers)属猴头菌科猴头菌属,别名猴头、猴头菇、刺猬菌等,肉鲜美,香醇可口,营养丰富,素有“山珍猴头,海味燕窝”的美称^[1]。猴头菌的人工栽培比较晚,20 世纪 60 年代前以野外采食为主,1959 年我国开始人工驯化猴头菌并获得成功,1979 年后我国开始对猴头菌进行规模栽培,传统栽培主要是使用木屑作为代料。

第一作者简介:蔡杨星(1985-),男,硕士,助理实验师,现主要从事菌草技术应用与推广的辅助教学和科研等工作。E-mail:ccx5835963@163.com。

责任作者:林占熺(1943-),男,研究员,博士生导师,菌草技术发明人,首席科学家,现主要从事菌草技术研究与应用及菌草产业发展的教学与科研等工作。E-mail:lxjuncao@163.com。

基金项目:福建省农业生物资源保藏资助项目(FJZZZY-1536)。

收稿日期:2017-02-14

冯改静等^[2]研究了 7 种不同碳氮比栽培料对猴头菌菌丝和子实体生长发育及品质的影响。结果表明当培养料碳氮比达到 38 : 1 时,猴头菌的生物学转化率达最高峰。李青松等^[3]研究发现香蕉茎叶代替部分棉子壳栽培猴头菌是可行的,并且对猴头菌菌丝生长和出菇产量影响均达到极显著水平。张建丽等^[4]研究表明,玉米芯比例为 55%~65% 时猴头菌具有发菌快、菌丝长势好,子实体产量、品质和生物学转化率高的特点。孙英华等^[5]研究表明,栽培种以木屑为主要基质物时,虽然猴头菌色泽洁白、块球大、坚实,首潮子实体生物效率高达 38.3%~47.4%,但味道欠佳,有浓烈的木屑味,且较易腐烂。当以甘蔗渣为主要基质物并加入适量的玉米粉和风尾菇下脚料时,虽生物效率略低,但色泽洁白,球块也大,味道鲜美,清香可口。

随着食用菌产业的发展,传统菌业生产与林业

Medium Screening Test for *Lactarius vividus* sp.

ZHAO Hui, LI Biao, XU Jianjun, SUN Chuanqi, MA Jie, WEI Qiwei
(Dazhou Academy of Agricultural Sciences, Dazhou, Sichuan 635000)

Abstract: *Lactarius vividus* sp. mycelium was obtained by separation and purification from wild *Lactarius* fruiting bodies of Dazhou. The effects of different medium on the growth of mycelial of *Lactarius vividus* were studied. The results showed that the most media component was potato 200 g, agar 18 g, yeast extract 4 g, peptone 5 g, glucose 20 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.5 g, KH_2PO_4 1.5 g, vitamin B₁ 10 mg, pine needles 1 000 mL, this study laid the foundation for propagation and artificial domestication cultivation of *Lactarius vividus* in Dazhou.

Keywords: *Lactarius vividus*; identification; selection

生态平衡之间的“菌林矛盾”日益突出,制约了食用菌产业的发展。为解决这一难题,该研究采用福建农林大学林占熺研究员发明的菌草技术栽培食用菌,利用巨菌草、象草、五节芒、芒萁和类芦等草本植物栽培猴头菌,其特色在于“以草代木”栽培,用草本植物粉末代替木屑栽培食药食用菌,极大地减少森林的砍伐量,变野草为山珍,变废为宝,变害为利,从根本上解决了菌业生产与生态平衡之间的“菌林矛盾”,为推动食药菌业的可持续发展,开拓了一条食药菌业生产不受森林木材资源制约的新路径。此外,传统菌业生产以农作物下脚料或棉籽壳等为主要原料,由于农作物在生长过程中不同程度的使用农药,导致生产的食用菌不同程度出现农药残留、重金属超标等质量问题,利用菌草技术栽培的食药菌能有效的避免上述问题的出现。

目前,木屑代料栽培猴头菌的相关报道很多,但是关于菌草技术栽培猴头菌及其菌草草粉配方的报道却很少。该研究通过对5种菌草(巨菌草、象草、五节芒、芒萁、类芦)草粉的配方筛选,以探寻供试菌草栽培的猴头菌菌丝体生长的最佳配方,并将菌草草粉与传统木屑按不同比例混合栽培猴头菌,为更好地利用菌草技术栽培猴头菌,提高菌菇的品质和产量提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试猴头菌菌株 HE-01,由福建农林大学菌草研究所提供。供试菌草^[6]分别为巨菌草(*Pennisetum giganteum*)、象草(*Pennisetum purpureum*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana*)。

试验仪器:电子记重天平(JZC-(B)TSE,福州科迪电子有限公司),超净工作台(SW-CJ-1F,苏州安泰空气技术有限公司),立式灭菌器 3260(LMQ. J/3260,山东新华医疗器械股份有限公司),美的电磁炉(C21-ST2118,广东美的生活电器制造有限公司),冰箱(BCD-288WYM,海信容声(广东)冰箱有限公司),隔水式恒温培养箱(GSP-9160MBE,上海博讯实业有限公司医疗设备厂),温湿度记录仪(TPJ-20,浙江托普仪器有限公司),电热恒温鼓风干燥箱

(DHG9246A,上海精宏实验设备有限公司),卧式多用装袋机(GE,福建古田教学器材厂),高速多功能粉碎机(JP-100A,上海市久品工贸有限公司)。

1.2 试验方法

根据猴头菌生长所需求的营养条件以及福建农林大学菌草研究所已有的培养基配方,选择一些适合猴头菌菌丝生长的培养基配方,利用三级系统筛选法,筛选出比较适合猴头菌生长的培养基配方,最终确定最佳栽培配方。三级系统筛选法^[6]是根据菌丝体在菌草培养基中的生长速度与长势进行筛选,把菌丝体生长速度快和长势好的培养基配方确定为下一级试验的配方。主要分为试管法(一级种)、瓶栽法(二级种)、袋栽法(三级种)。

1.2.1 试管筛选法 先将各种菌草晒干,粉碎。按照表1将不同比例的菌草混合配制培养基。装入20.0 cm×1.8 cm 玻璃试管中,每个配方5次重复,加棉花塞后放置高压灭菌锅中121℃灭菌1 h,冷却至室温后接种,放入25℃恒温培养箱中培养菌丝。每3 d测定一次菌丝的生长速度,计算菌丝的日生长速度。观察菌丝体的生长速度和长势并作记录,选取生长速度快和长势好的配方进行下一级筛选。

1.2.2 瓶栽筛选法 根据1.2.1筛选出10种较适宜猴头菌菌丝生长的配方进行下一级筛选,按照表2将不同比例的草粉混合配制培养基,装至750 mL原种瓶的3/4处压实,加棉花塞,每个配方5次重复。放置高压灭菌锅中121℃灭菌1 h,冷却后接种。放入24℃培养室中培养,每3 d测定一次生长速度(划线)并做记录,并计算菌丝的日生长速度,选择生长速度快和长势好的培养基配方作为子实体栽培的培养基配方。

1.2.3 袋栽法 根据1.2.2筛选,选择最适宜的草粉配方作为菌草栽培猴头菌子实体的培养基。同时以木屑栽培猴头菌作为对照试验,按照菌草和木屑按梯度比例混合成1、2、3、4和5号配方,混合比例分别为菌草:木屑=78%:0%、50%:28%、39%:39%、28%:50%、0%:78%。具体配方如表3所示。

1.3 数据分析

数据采用Excel 2003软件整理并制作图表,采用DPS 7.05软件统计分析。

表 1 试管筛选法培养基配方

Table 1 Formulas of *Hericium erinaceus* culture medium with test tube screening method %

配方号	象草	巨菌草	五节芒	芒萁	类芦	石膏	麸皮	水
Formulas No.	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Pennisetum giganteum</i>	<i>Miscanthus floridulus</i>	<i>Dicranopteris dichotoma</i>	<i>Neyraudia reynaudiana</i>	Gypsum	Wheat bran	Water
1	78					2	20	60
2	50		28			2	20	60
3	20		20	38		2	20	60
4	26		26	26		2	20	60
5	50		28			2	20	60
6	26	26			26	2	20	60
7	50				28	2	20	60
8	39				39	2	20	60
9			78			2	20	60
10			50	28		2	20	60
11		38	20	20		2	20	60
12			20	20	38	2	20	60
13		50	28			2	20	60
14		26	26		26	2	20	60
15			50		28	2	20	60
16				78		2	20	60
17		39		39		2	20	60
18		26		26	26	2	20	60
19		20		20	38	2	20	60
20				39	39	2	20	60
21		78				2	20	60
22		28			50	2	20	60
23		50			28	2	20	60
24		39			39	2	20	60
25					78	2	20	60

表 2 瓶栽筛选法培养基配方

Table 2 Formulas of *Hericium erinaceus* culture medium with bottle screening method %

配方号	象草	巨菌草	五节芒	类芦	芒萁	石膏	麸皮	水分
Formulas No.	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Pennisetum giganteum</i>	<i>Miscanthus floridulus</i>	<i>Neyraudia reynaudiana</i>	<i>Dicranopteris dichotoma</i>	Gypsum	Wheat bran	Water
20				39	39	2	20	60
3	20		20		38	2	20	60
17		39			39	2	20	60
10			50		28	2	20	60
18		26		26	26	2	20	60
12			20	38	20	2	20	60
4	26		26		26	2	20	60
19		20		38	20	2	20	60
5	50		28			2	20	60
11		38	20		20	2	20	60

表 3 菌草和木屑栽培猴头菌配方

Table 3 Formulas of *Hericium erinaceus* culture medium with JUNCAO and sawdust cultivation %

配方号	菌草	木屑	麸皮	石膏	米糠
Formulas No.	JUNCAO	Sawdust	Wheat bran	Gypsum	Rice bran
1	78	0	14	2	6
2	50	28	14	2	6
3	39	39	14	2	6
4	28	50	14	2	6
5	0	78	14	2	6

2 结果与分析

2.1 菌草培养基试管法配方筛选结果

从表 4 可以看出,不同草粉配方栽培的猴头菌菌丝体生长的速度是不相同的,其中 16、20 号配方生长速度最快,二者之间无显著差异,但是与其它配方相比具有极显著差异($P<0.01$),3、17、10、18、12 号配方菌丝的生长速度相差不大,部分配方间差异显著($P<0.05$)。虽然 16、25 号配方猴头菌丝体的

生长速度和长势良好,根据以往研究经验,使用单一草粉配方的培养基生产食用菌会降低食用菌的产

表 4 试管筛选法试验结果

Table 4 Results of formula of culture medium screening on test tube method ($n=5$)

配方号	日均长速	标准差	菌丝长势	显著性水平	
Formulas	Growth speed	Standard	Mycelium	Significance level	
No.	/($\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$)	deviation/ %	growth vigor	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
16	0.568 0	0.009 6	++++	a	A
20	0.541 2	0.017 9	++++	a	A
3	0.461 9	0.016 1	++++	b	B
17	0.450 5	0.016 0	+++	bc	BC
10	0.441 4	0.025 8	+++	bcd	BC
18	0.436 2	0.009 9	+++	bcd	BC
12	0.430 5	0.028 5	+++	bcd	BC
25	0.420 0	0.021 1	++	cd	BC
4	0.415 2	0.007 8	+++	cd	BCD
19	0.405 7	0.028 8	++	d	CDE
5	0.369 0	0.008 5	++	e	DEF
11	0.361 0	0.013 7	++	ef	EF
15	0.358 3	0.065 6	++	ef	EF
14	0.344 0	0.009 2	+++	efg	FG
8	0.341 7	0.010 9	++	efg	FGH
22	0.335 2	0.165 6	++	efg	FGHI
23	0.333 3	0.019 5	+++	efg	FGHI
24	0.332 4	0.021 4	++	fg	FGHI
6	0.308 6	0.160 7	++	gh	GHJ
7	0.291 4	0.025 8	++	hi	HIJK
9	0.289 5	0.038 0	+	hi	IJK
13	0.282 9	0.154 0	++	hi	JK
1	0.277 1	0.153 3	+	hi	JK
21	0.272 6	0.088 7	+	hi	JK
2	0.259 0	0.008 7	++	i	K

注:++++菌丝洁白、生长旺盛;+++菌丝白、菌丝生长较旺盛;++菌丝生长较不旺盛;+菌丝生长不旺盛。下同。

Note:++++ pure white mycelium, growth strong; +++ white mycelium, growth strong; ++ mycelia growth normal; + mycelia growth not strong. The same below.

量,因此不选择此 2 种配方进行下一级配方筛选。根据猴头菌丝体在不同培养基配方中生长速度和长势的差异,选择 20、3、17、10、18、12、4、19、5、11 号进行下一级配方筛选。

2.2 菌草培养基瓶栽法配方筛选结果

从表 5 可以看出,20 号配方的猴头菌菌丝生长速度最快,与其它配方相比有极显著差异($P<0.01$);10、18、3 和 17 号配方之间的菌丝生长速度无显著差异,但在这 4 种配方栽培下的菌丝生长速度与其它配方相比较有显著差异($P<0.05$)。对比筛选结果,20 号配方(39% 芒萁、39% 类芦、20% 麸皮、2% 石膏,含水量为 60%)下栽培的猴头菌菌丝生长旺盛,菌丝洁白,白毛团多,因此确定为供试菌草栽培的猴头菌菌丝体生长的最佳配方。因菌丝体生长速度快并不代表子实体的产量,所以还需进行袋栽法进行出菇试验。

表 5 瓶栽法配方筛选结果

Table 5 Results of formula of culture medium screening on bottle method ($n=5$)

配方号	日均长速	标准差	菌丝长势	显著性水平	
Formulas	Growth speed	Standard	Mycelium	Significance level	
No.	/($\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$)	deviation/ %	growth vigor	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
20	0.654 9	0.021 0	++++	a	A
10	0.600 2	0.039 2	+++	b	B
18	0.591 7	0.014 7	+++	b	BC
3	0.588 9	0.034 2	++++	b	BC
17	0.585 6	0.034 8	+++	b	BC
11	0.545 6	0.020 9	++	c	CD
4	0.522 2	0.014 3	+++	c	DE
9	0.476 7	0.027 6	+	d	E
5	0.411 1	0.023 9	++	e	F
12	0.375 6	0.033 0	++	e	F

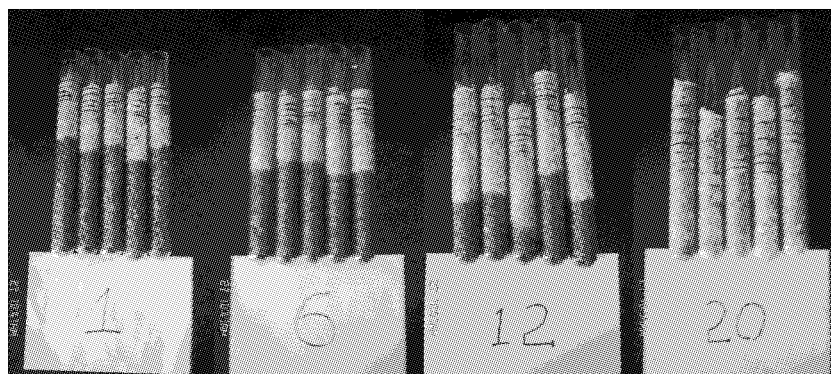


图 1 试管筛选法试验结果

Fig. 1 Formulas screening results with test tube screening method

2.3 袋栽法栽培猴头菌结果

由表 6 可以看出,配方 4 栽培的猴头菌头茬产量最高,平均每袋产量为 269.24 g,即当培养料的混合比例为菌草:木屑=28%:50%时,猴头菌子实体头茬的产量高。

表 6 猴头菌头茬产量

Table 6 Results of *Hericium erinaceus* production

配方号 Formulas No.	袋数 Number of bags	质量 Weight /g	平均每袋产量 Average yield per bag/g	头茬转化率 Percent conversion of first batch/%
1	19	3 594.80	189.20	18.92
2	23	4 352.63	189.24	18.92
3	23	4 298.24	186.88	18.69
4	20	5 384.70	269.24	26.92
5	18	3 324.90	184.72	18.47

3 结论与讨论

3.1 菌草栽培猴头菌培养基配方试管筛选法

不同草粉配方栽培的猴头菌菌丝体生长的速度是不相同的,主要原因可能是各草种质地不同,通过机器粉碎后粗细不一,从而造成装填试管时草粉的松紧度不同。其中 16、25 号配方的菌丝生长速度较快,分析原因可能是:1)芒萁和类芦的草粉质地较硬,装填试管时草粉间空隙较大,留有充足的空气以利于菌丝生长;2)芒萁和类芦草粉的纤维素含量和含氮量相比其它草粉高,配方的碳氮比适合猴头菌菌丝体生长。但是根据以往研究经验,使用单一草粉配方的培养基生产食用菌会降低食用菌的产量,因此不选择单一草粉进行下一级配方筛选。

3.2 菌草栽培猴头菌培养基配方瓶栽筛选法

运用瓶栽筛选法筛选出了供试菌草栽培的猴头菌菌丝体生长的最佳配方 39%芒萁、39%类芦、20%

麸皮、2%石膏,含水量为 60%。该配方猴头菌菌丝体生长速度快,达 $0.6549 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$ 。研究结果表明,芒萁和类芦混合草粉比较适合猴头菌菌丝和子实体的生长发育。分析原因可能是芒萁和类芦 2 种植物的粗蛋白及钙、磷、钾和镁等含量均很高,其混合草粉中粗纤维含量比一般草粉高,富含纤维素,为猴头菌提供合适碳氮比的培养基质,且其持水性强,通气性好,有利于好氧型的猴头菌的生长发育;同时混合草粉质地比较疏松,更利于菌丝体分解、转化和吸收。

3.3 不同栽培料栽培猴头菌的头茬产量

以木屑栽培作为对照试验,可知不同栽培料栽培的猴头菌产量是不相同的,其中 4 号配方产量最高,1、5 号配方产量均不及 2、3、4 号,分析原因可能是菌草和木屑以不同比例混合,培养料的营养成分比较齐全,既有来自木屑的木质素、纤维素,又有来自菌草的各种营养成分,能够提高猴头菌的产量^[7]。

参考文献

- [1] 胡小加,周宏斌,周平贞.猴头菌及猴头酒营养成分分析[J].食品科学,1992(12):47-48.
- [2] 冯改静,李守勉,李明.不同碳氮比栽培料对猴头菌菌丝及子实体生长的影响[J].华北农学报,2007(22):131-135.
- [3] 李青松,蒋毅,旷桂森.香蕉茎叶栽培猴头菌实验初报[J].广西农业科学,2009,40(6):742-744.
- [4] 张建丽,丁立孝,仇宏伟,等.玉米芯不同配方栽培猴头菇实验研究[J].中国食用菌,1999,19(2):14-15.
- [5] 孙英华,韩明.猴头菌培养基研究初报[J].热带作物研究,1991(1):88-92.
- [6] 林占熿.菌草学[M].3版.北京:国家行政学院出版社,2013.
- [7] 贾显禄,俞孕珍,刘志恒,等.猴头菌木屑代料各成分含量与产量周期的回归关系及最佳配比研究[J].食用菌学报,1998,5(1):25-31.

Medium Formula Screening for *Hericium erinaceus* Cultivated With JUNCAO

CAI Yangxing, CAO Xiuming, XUE Zhixiang, LIN Zhanxi

(National Engineering Research Center of JUNCAO Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: To find out the best formula for *Hericium erinaceus* cultivation, 5 species of JUNCAO grass powder (*Pennisetum giganteum*, *Pennisetum purpureum*, *Miscanthus floridulus*, *Dicranopteris dichotoma* and *Neyraudia reynaudiana*) were used as test materials, selected and optimized by screening. The results showed that the best formula for *Hericium erinaceus* mycelium growth was 39% of *Dicranopteris dichotoma*, 39% of *Neyraudia reynaudiana*, 2% of gypsum, and 20% of bran, 60% moisture content. The *Hericium erinaceus* mycelium growth speed was up to $0.6549 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$; the first harvest yield of *Hericium erinaceus* fruit body reached to 269.24 g per bag when the mixing rate of JUNCAO and sawdust in the cultivation substrate was 28%:50%.

Keywords: *Hericium erinaceus*; JUNCAO grass powder; medium formulae screening