

返生态野生栽培姬松茸的营养品质分析

韩海东<sup>1</sup>, 刘明香<sup>1</sup>, 陈敏健<sup>2</sup>

(1. 福建省农业科学院农业生态研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省山地草业工程技术研究中心, 福建 福州 350013)

**摘 要:** 应用菌草技术, 以改良红壤山地地力、保持水土所栽种的决明属牧草圆叶决明和五节芒及稻草为培养料, 建堆发酵返生态野生栽培姬松茸, 通过对姬松茸子实体的产量和营养成分即脂肪酸、氨基酸及多糖含量的比较分析, 为探讨返生态野生栽培姬松茸的培养料及发展瓜蒌棚下生态循环栽培技术提供新模式。  
**关键词:** 菌草技术; 脂肪酸; 氨基酸; 多糖; 返生态野生栽培  
**中图分类号:** S 646 **文献标识码:** A

Nutritional quality analysis of wild agaricus blazei with counter-ecological cultivation

HAN Hai dong<sup>1</sup>, LIU Ming xiang<sup>1</sup>, CHEN Min jian<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Ecology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China;  
2. Fujian Engineering and Technology Research Center for Hilly Prataculture, Fuzhou, Fujian 350013, China)

**Abstract:** With the application of Jurr Cao technique, the Chamaecrista Rotundifolia with the capacity of improving soil fertility and water conservation in red soil mountain area, local mountain grass Miscanthus and straw were used to build heap fermentation and cultivate Agaricus Blazei under counter-ecological cultivation. And the comparative analysis of yield and fatty acids, amino acid and polysaccharide content of fruiting body to Agaricus Blazei can provide a new technique mode based on counter-ecological cultivation of wild Agaricus Blazei and ecocycle cultivation under Gualou shacks.  
**Key words:** Jurr Cao technique; fatty acids; amino acid; polysaccharide; counter-ecological wild cultivation

姬松茸隶属担子菌亚门 Basidiomycotina, 层菌纲 Hymenomycetes, 伞菌目 Agaricales。原产巴西<sup>[1]</sup>。姬松茸具有浓郁的杏仁香味, 口感好, 味纯鲜香, 食用价值高, 矿质元素含量丰富, 种类齐全<sup>[2]</sup>。最近露木氏等<sup>[3]</sup>报道姬松茸菌盖和菌柄脂质中的脂肪酸组成: 中性脂肪、磷酸脂都以不饱和脂肪酸为主体, 富含亚油酸和 Y- 亚麻酸, Y- 亚麻酸是必需脂肪酸, 有防癌、抗癌、降脂和治疗多发性硬化症的功效。姬松茸是夏秋发生的草地腐生菌, 具有较强的木质素分解能力。返生态野生栽培技术指的是采用人工接种, 培养大量菌丝体, 菌丝体成熟后返回林地、草原等适宜食用菌生长发育的地方, 在全天候的天然温度、湿度、通风、光照的环境中培养出菇, 采收子实体的栽培方式, 其最大特点就是不受品种和技术的限制<sup>[4]</sup>。本试验通过对姬松茸子实体的产量、脂肪酸和氨基酸的比较分析, 为探讨返生态野生栽培姬松茸的培养料及发展瓜蒌棚下生态循环栽培技术提供新模式。

1 材料与 方法

- 1. 1 供试菌株  
源自福建仙游姬松茸生产农户制种经过日方有机论证的菌种。
- 1. 2 培养料  
稻草、五节芒 ( 试验地) 和圆叶决明。稻草是姬松茸生产的主要培养料, 五节芒是试验地 ( 北峰) 的主要山地草种, 用稻草为试验对照 ( 表 1)。
- 1. 3 试验方法
  - 1. 3. 1 每个重复小区面积为 1 m<sup>2</sup>, 每个配方设 3 个重复。
  - 1. 3. 2 建堆发酵 将编号 1、2、3 三个配方分别堆一堆, 每堆均按配方比例堆料 250 kg, 堆料加适量水混和均匀, 堆实后盖上薄膜, 每天中午掀开薄膜透气 1 h。第 1 次翻堆时间在建堆后 7 d, 翻堆时用温度计测量并记下堆中心温度, 正常应达到 65~ 70 ℃, 后 3 次翻堆时间递减 1 d, 并在第 3 次

收稿日期: 2010- 05- 02 初稿; 2010- 07- 29 修改稿  
作者简介: 韩海东 (1970- ), 男, 助理研究员, 主要从事农业资源可持续性生态研究和有机农业种植技术研究  
通讯作者: 陈敏健 (1957- ), 男, 副研究员, 主要从事规范化种植和农业生态循环应用研究

后观察气生菌丝的生长, 最后 1 次翻堆加 1% 生石灰与堆料混和均匀后 2 d 准备铺料播种。

1.3.3 搭建竹棚 搭建竹棚在棚架上盖遮荫网, 模拟姬松茸野生环境进行返生态野生栽培。

1.3.4 铺料播种 每平方米用 10 袋菌种和 25 kg 培养料, 铺料分 3 层铺: 底层 10 cm 厚堆料配方, 均匀播上菌种, 中层铺上 8 cm 厚堆料, 再均匀播上菌种, 上层再铺上 7 cm 厚堆料, 覆土 3~ 5 cm, 浇保湿水。

1.3.5 出菇 在覆土 7 d 左右, 可以观察到姬松茸菌丝体已走到土层, 10 d 左右, 浇第 1 次出菇水, 再过 3 d 浇第 2 次出菇水, 然后采第 1 潮菇。在浇第 2 次出菇水后的 7~ 10 d 是第 1 潮菇的出菇高峰期, 早晚各 1 次及时采摘, 从 6 月 5 日开始采菇, 一直采到 10 月中旬, 共 5 潮, 产量见表 2。

1.3.6 测定方法 在福建省农业科学院中心实验室用气相色谱分析子实体脂肪酸组分; 以葡萄糖为对照 (110833- 200503, 中国药品生物制品检定所), 用 UV-1800 型紫外可见光分光光度计 (日本岛津公司) 测定多糖含量; 用酸水解法利用氨基酸自动分析仪子实体测定氨基酸含量。

1.3.7 数据分析 用 SPSS 13.0 软件对试验数据进行显著性分析, 不同的小写字母代表处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 不同的大写字母代表处理间差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

表 1 培养料配方	
Table 1 Culture compost formula	
配方	培养料比例
1	稻草 50% + 羊粪 50%
2	五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i> (Labill) Warb 50% + 羊粪 50%
3	圆叶决明 <i>Cassia rotundifolia</i> 50%+ 羊粪 50%

## 2 结果与分析

### 2.1 产量

通过对 1、2、3 三种配方姬松茸子实体鲜重产量的显著性分析, 从表 3 可以知道: 配方 2 的产量最高, 与配方 1、配方 3 的差异显著, 配方 1 与配方 3 差异显著; 在生物效率也是配方 2 与配方 1、配方 3 差异显著, 配方 1 与配方 3 差异显著。

### 2.2 多糖含量

科学研究发现某些多糖物质具有调节免疫、调节细胞生长衰老和控制细胞分裂分化等活性, 成为生命科学的研究热点之一<sup>[5]</sup>。姬松茸多糖是姬松茸

中非常重要的一类活性成分<sup>[6]</sup>: 具有降血糖、抗肿瘤、抗辐射、抗突变及抗炎症等多种生物学活性<sup>[7]</sup>。从表 4 可以看出配方 2 和配方 3 均与配方 1 差异显著, 配方 2 和配方 3 之间差异不显著。

表 2 不同配方对姬松茸子实体产量的影响  
Table 2 Effect of different formula on yield of *Agaricus blazei* (单位: g, 鲜重)

配方	第 1 潮	第 2 潮	第 3 潮	第 4 潮	第 5 潮	小计
1	2450.0	1763.8	1714.3	549.2	775.0	7342.3
2	1818.0	1808.9	469.1	2462.4	1925.0	8483.4
3	1275.0	682.0	270.0	972.5	1550.0	4749.2

表 3 不同配方对姬松茸子实体产量的分析  
Table 3 Data analysis of different formula on yield *Agaricus blazei*

配方	栽培面积 (m <sup>2</sup> )	总产量 (g)	平均产量 (g)	生物效率
1	3	7342.3b	2447.4b	0.294b
2	3	8483.4a	2827.8a	0.339a
3	3	4749.2c	1583.1c	0.190c

注: 同列不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著, 表 4 同。

表 4 不同配方姬松茸子实体多糖含量  
Table 4 Content of heavy metal of fruit body of *Agaricus blazei*

配方	浓度 (μg · mL <sup>-1</sup> )	625 nm 吸光度	取样量 (g)	多糖含量 (%)
1	112.321	0.996	2.005	5.03b
2	100.927	0.891	2.005	5.60a
3	107.112	0.943	1.993	5.37a

### 2.3 脂肪酸组分分析

从表 6 中看出: 配方 1 饱和脂肪酸 (SFA) 含占脂肪酸总量的 17.0%, 不饱和脂肪酸 (USFA) 占脂肪酸总量 74.0%, 其中单不饱和脂肪酸 (MUSFA) 占脂肪酸总量 1.0%, 多不饱和脂肪酸占脂肪酸总量 73.0%, 饱和脂肪酸: 单不饱和脂肪酸: 多不饱和脂肪酸为 17: 1: 73; 配方 2 饱和脂肪酸 (SFA) 含占脂肪酸总量的 18.8%, 不饱和脂肪酸 (USFA) 占脂肪酸总量 72.6%, 其中单不饱和脂肪酸 (MUSFA) 占脂肪酸总量 1.1%, 多不饱和脂肪酸占脂肪酸总量 71.5%, 饱和脂肪酸: 单不饱和脂肪酸: 多不饱和脂肪酸为 17: 1: 65; 配方 3 饱和脂肪酸 (SFA) 含占脂肪酸总量的 24.8%, 不饱和脂肪酸 (USFA) 占脂肪酸总量 64.8%, 其中单不饱和脂肪酸 (MUSFA) 占脂肪

酸总量 16.4%，多不饱和脂肪酸占脂肪酸总量 48.4%，饱和脂肪酸：单不饱和脂肪酸：多不饱和脂肪酸为 1.5：1：3；在差异显著性分析结果如下：配方 1 和配方 2 的饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸

包括单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸差异不显著；而配方 3 与配方 1、配方 2 的饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸包括单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸差异极显著。

表 5 不同配方姬松茸子实体脂肪酸组分

Table 5 Fatty acid components of fruit body of *Agaricus blazei* (单位: %)

配方	肉豆蔻酸 C14:0	棕榈酸 C16:0	硬脂酸 C18:0	油酸 C18:1n9c	亚油酸 C18:2n6c	木质素酸 C24:0	其他
1	0.5	14.5	2.5	1.0	73.0	0.3	8.1
2	0.3	15.1	3.7	1.1	71.5	0.7	7.6
3	1.1	20.9	3.9	16.4	48.4	ND	9.2

注: ND 表示未检出(检测限: 总脂肪酸含量的 0.05%)

表 6 脂肪酸组分数据分析

Table 6 proportion of saturated fatty acid to the total fatty acid in fruit body of *Agaricus blazei* (单位: %)

配方	饱和脂肪酸	单不饱和脂肪酸	多不饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸 USFA	饱和脂肪酸: 单不饱和脂肪酸: 多不饱和脂肪酸
1	17.0bB	1.0bB	73.0aA	74.0aA	17: 1: 73
2	18.8bB	1.1bB	71.5aA	72.6aAB	17: 1: 65
3	24.8aA	16.4aA	48.4bB	64.8bB	1.5: 1: 3

注: 同列不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上差异显著。

2.4 氨基酸含量

从表 7、表 8 可以观察到配方 1、配方 2 的氨基酸总量与配方 3 差异显著，在蛋白质营养综合评价方面配方 2 的化学评分、氨基酸评分和氨基酸比值系数分都与配方 1 存在显著性差异，但在必需氨基酸指数和生物价和营养指数上配方 1、配方 2 差异不显著；配方 3 在化学评分、氨基酸评分和氨基酸比值系数分比配方 1 高且差异极显著，而必需氨基酸指数、营养指数却比配方 3 低且差异显著，而在生物价方面两者差异不显著；配方 2 在化学评分、氨基酸评分、生物价、氨基酸比值系数分与配方 3 差异不显著，但在必需氨基酸和营养指数方面配方 2 比配方 3 高且存在显著差异。从以上差异性分析可以看出必需氨基酸在蛋白质营养综合评价中其主要作用，必需氨基酸含量高其营养指数就高，蛋白质也就具有较高的营养价值<sup>[8]</sup>，因此配方 1、配方 2 比配方 3 子实体中的蛋白质具有较高的营养价值，而配方 1、配方 2 之间的子实体蛋白质营养价值基本相同。

2.5 以配方 2 为培养料返生态野生栽培姬松茸的净利润

从表 9 可以计算出用配方 2 返生态野生栽培姬松茸每 667 m<sup>2</sup> 按实际栽培面积 300 m<sup>2</sup> 计算，扣除

成本包括菌种和培养料等净利润: 84.9×60.0–2500= 2594.0。

表 7 不同配方姬松茸子实体氨基酸含量

Table 7 Content of amino acid of fruit body of *Agaricus blazei* by different formula (单位: %)

氨基酸	1	2	3
* 苏氨酸(Thr)	1.12	1.11	1.04
* 赖氨酸(Lys)	1.60	1.61	1.46
* 亮氨酸(leu)	1.68	1.72	1.61
* 异亮氨酸(Ile)	0.84	0.90	0.84
* 缬氨酸(Val)	1.37	1.39	1.32
* 苯丙氨酸(Phe)	1.27	1.32	1.16
^ 精氨酸(Arg)	1.92	1.75	1.62
ˆ 组氨酸(His)	0.54	0.54	0.49
天冬氨酸(Asp)	2.24	2.37	2.15
丝氨酸(Ser)	1.06	1.14	1.01
谷氨酸(Glu)	3.49	3.44	3.43
甘氨酸(Gly)	1.32	1.30	1.23
丙氨酸(Ala)	2.03	2.07	1.88
胱氨酸(Cys)	0.27	0.25	0.23
甲硫氨酸(Met)	1.83	1.53	1.43
酪氨酸(Tyr)	0.59	0.62	0.56
脯氨酸(Pro)	1.08	1.13	1.06
总量	24.25aA	24.19aA	22.52bB

注: \* 必需氨基酸; ^ 半必需氨基酸

表 8 姬松茸子实体蛋白质营养综合评价  
Table 8 Comprehensive evaluation of protein nutrition in fruit bodies

配方	化学评分	氨基酸评分	必需氨基酸指数	生物价	氨基酸比值系数分	营养指数
1	59.8bB	78.7bB	86.44aA	82.5aA	71.2bB	26.2aA
2	64.9aA	84.6aA	86.42aA	82.5aA	74.6aAB	26.2aA
3	65.5aA	84.8aA	85.9bA	82.0aA	75.87aA	24.2bA

表 9 配方 2 返生态野生栽培姬松茸净利润估算  
Table 9 Net income estimate of wild *Agaricus blazei* with counter ecological cultivation based on formula 2

子实体鲜重 (g·m <sup>-2</sup> )	子实体干重 (g·m <sup>-2</sup> )	栽培面积 (m <sup>2</sup> )	产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )	单价 (元·kg <sup>-1</sup> )	成本 (元·亩 <sup>-1</sup> )	净利润 (元·亩 <sup>-1</sup> )
2.83	0.28	300.0	84.9	60.0	2500.0	2594.0

注:子实体鲜重:子实体干重= 10: 1; 每 667 m<sup>2</sup> 瓜蒌棚下空地按 300 m<sup>2</sup> 计算

3 结论与讨论

3.1 从上述数据分析可以得出用五节芒为培养料在产量、多糖、必需氨基酸均高于稻草培养料和圆叶决明培养料, 在饱和脂肪酸和氨基酸总量上稍低于稻草培养料, 但差异不显著; 因此可以用五节芒为培养料进示范试验以在返生态野生栽培实际生产中推广。

3.2 从表 6 中可以观察到圆叶决明培养料的单不饱和脂肪酸 (C18: 1n9c) 即油酸含量明显高出五节芒培养料含量的 14.9 倍和高出稻草培养料 16.4 倍, 不饱和脂肪酸具有防癌、脱胆固醇、抗血栓等作用, 而近年来有研究发现过多摄入多不饱和脂肪酸 (PUFA) 会对人体产生不良影响, 并易产生脂质过氧化物 (LPO) 而导致衰老, 因此在不饱和脂肪酸的摄取过程中要注意有一定的单不饱和脂肪酸 (MUFA) 摄入量<sup>[9]</sup>。从人类科学摄取不饱和脂肪酸的营养角度考虑, 由于圆叶决明培养料的子实体不饱和脂肪酸中含有高于稻草培养料和五节芒培养料十几倍的单不饱和脂肪酸 (MUSFA), 因此在下一步试验中可以将五节芒和圆叶决明按一定比例制作培养料以进一步研究其姬松茸子实体的不饱和脂肪酸的组分百分比, 为返生态野生栽培生产姬松茸提供合理的培养料配方。

3.3 全球气候变暖, 低碳经济成为未来发展方向, 发展低碳农业、实现资源的可持续利用, 增强农业的基础地位、通过农业措施来减缓全球气候变暖具有重要的战略意义<sup>[10]</sup>。返生态野生栽培姬松茸的生产应用就是在瓜棚下实现资源的可持续利用, 符合低碳农业发展方向。以福建道地药材瓜蒌为例, 仅仅和福建省农业科学院对接的中正药业公司在福

州北峰、连江、闽清就种植近千亩 (约 66.7 hm<sup>2</sup>)。从表 9 可以计算出用返生态野生栽培方法每 667 m<sup>2</sup> 可以产出净利润人民币 2 594.0 元, 以中正药业公司种植 66.7 hm<sup>2</sup> 瓜蒌为例, 该公司可从其栽种的瓜蒌中增收约 250 万元, 除此之外, 栽培完姬松茸下脚料回到瓜蒌种植地当有机肥, 可减少肥料成本, 培肥地力, 达到可持续生产的生态循环目的, 具有很好的生态意义, 值得进一步试验示范加以推广。

参考文献:

[1] 郭倩, 周昌艳, 宋春燕. 姬松茸研究进展 [J]. 食用菌学报, 2004, 11 (2): 59- 64.

[2] 黄福良. 无公害巴西菇栽培技术规程 [J]. 广西农学报, 2005 (2): 34- 38.

[3] 殷蓓蓓, 周晓燕, 李爽. 姬松茸的研究与进展 [J]. 工业微生物, 2007, 4 (2): 52- 55.

[4] 黄伟. 浅论食用菌返生态野生栽培 [J]. 中国食用菌, 2008, 27 (5): 33- 34.

[5] 黄芳, 蒙义文. 活性多糖的研究进展 [J]. 天然产物的研究与开发, 1999, 11 (5): 90- 98.

[6] 水野卓, 川合正允. 化学、生物化学 [M]. 学会出版社, 1992: 223- 228.

[7] 张蓉娇, 吴天祥. 姬松茸多糖及其生物活性研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2009, 37 (6): 108- 110.

[8] 翁伯琦, 江枝和, 黄挺俊, 等. 姬松茸<sup>60</sup>Co 辐射菌株 J3 若干特性研究 [J]. 中国农业科学, 2003, 36 (9): 1065- 1070.

[9] 喻利, 李兆兰, 刘志礼. 姬松茸子实体与菌丝体的脂肪酸组成分析 [J]. 南京中医药大学学报, 2000, 11 (6): 335- 356.

[10] 王成己, 王义祥, 黄毅斌, 等. 全球气候变化背景下的低碳农业发展策略 [M] // 翁伯琦. 低碳农业导论. 北京: 中国农业出版社, 2010: 19- 28.

(责任编辑: 柯文辉)