

圆叶决明牧草料栽培金顶侧耳对其产量和品质及重金属含量的影响

翁伯琦¹, 江枝和², 应朝阳¹, 林勇², 罗旭辉¹

(1. 福建省农业科学院生态农业研究中心, 福建 福州 350003; 2. 福建省农业科学院食用菌应用研究中心, 福建 福州 350003)

摘要:以圆叶决明豆科牧草为主原料栽培金顶侧耳,研究了该原料对金顶侧耳的产量、品质及重金属含量的影响。结果表明,其子实体产量比棉子壳料栽培的对照处理提高 23.98%,而且可以明显改良菇类的品质。其子实体中硬脂酸、棕榈酸和亚油酸含量分别比对照提高 40.0%、10.1%和 3.1%,金顶侧耳子实体的化学评分(CS)、营养指数(NI)和生物价(BV)等品质评价指数分别比对照处理(棉子壳料)提高 10.7%、7.1%和 12.7%,而且子实体中 Cd、Pb、Cr 重金属含量分别比对照下降 5 倍、1 倍和 0.5 倍。以圆叶决明牧草为主原料栽培的金顶侧耳子实体饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUSFA)、多不饱和脂肪酸(PUSFA)均高于棉子壳栽培料的对照处理。圆叶决明牧草料栽培的子实体 SFA: MUSFA: PUSFA = 1: 0.17: 4.44, 而棉子壳料栽培的子实体 SFA: MUSFA: PUSFA = 1: 0.22: 4.76, 显示了一定的差异。以圆叶决明牧草料栽培的金顶侧耳子实体 K、P、Cu、Zn、Fe、Mn 的含量分别为 2.80%、1.22%、26.90%、136.23%、135.13%、10.25%, 而棉子壳料的对照处理则相应为 3.16%、1.03%、29.93%、67.74%、69.71%和 67.70%, 两者之间呈现明显的差异。

关键词:圆叶决明; 金顶侧耳; 脂肪酸; 重金属含量

中图分类号:S131 **文献标识码:**A **文章编号:**1672 - 2043(2004)05 - 0895 - 04

Effect of *Chamaecrista Rotundifolia* Culture on the Yield, Quality and Heavy Metal Content of *Pleurotus Citrinopileacus* Sing

WENG Bo-qi¹, JIANG Zhi-he², YING Zhao-yang¹, LIN Yong², LUO Xu-hui¹

(1. Research Center of Ecological Agriculture, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China; 2. Edible Fungus Research Center, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China)

Abstract: As the main material for culturing *Pleurotus Citrinopileacus* Sing, the effect of *Chamaecrista rotundifolia* on the yield, quality and heavy metal content of *Pleurotus Citrinopileacus* Sing was compared with that of the control using cotton seed hulls as the culturing materials. Compared with the control, the yield of fruit body increased by 23.98%, the quality was significantly improved with the content of stearic acid, palmitic acid and linoleic acid increasing by 40.0%, 10.1% and 3.1%, respectively, chemical score (CS), nutrient index (NI) and biological value (BV) increased by 10.7%, 7.1% and 12.7%, respectively, the content of Cd, Pd and Cr were 5 times, once and 0.5 times less respectively. The content of SFA, MUSFA and PUSFA in the fruit body also increased. The ratio of SFA: MUSFA: PUSFA of the treatment was 1: 0.17: 4.44, while that of the control was 1: 0.22: 4.76. There existed significant differences in the content of K, P, Cu, Zn, Fe and Mn in the fruit body between the treatment being 2.80%, 1.22%, 26.90%, 136.23%, 135.13% and 10.25% and the control being 3.16%, 1.03%, 29.93%, 67.74%, 69.71% and 67.70%, respectively.

Keywords: *Chamaecrista rotundifolia*; *Pleurotus Citrinopileacus* Sing; fatty acid (FA); heavy metal content

金顶侧耳 (*Pleurotus Citrinopileacus* Sing) 又称榆黄蘑、金顶蘑、玉皇蘑,属于真菌门、担子菌纲、侧耳科、侧耳属,是一种珍稀食药食用菌。该菇色泽鲜艳,营

养丰富,有特殊香味,人们合理食用则有滋补强身的功效。而圆叶决明是一种固氮效率较高的豆科牧草,氮素含量高,且茎秆比例较大,木质素含量高,适于栽培各种菇类^[1]。但关于利用圆叶决明牧草培养料栽培金顶侧耳对子实体脂肪酸组成及微量元素和 Cd、Cr、Pb 重金属的吸收的影响则少见报道。本试验的初步

收稿日期: 2004 - 03 - 04

基金项目: 福建省科技厅重点项目(2003No44)

作者简介: 翁伯琦(1957—),男,研究员,主要从事土壤肥料和生态农业技术研究。

探讨,旨在为拓展山地牧草栽培食用菌的利用途径提供相关的技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试菌种

金顶侧耳 (*Pleurotus citrinopileacus* Sing) 菌种引自福建省农业科学院食用菌应用研究中心。

1.2 培养料配方

处理 1 的栽培料配方为圆叶决明 (*Chamaecrista rotundifolia*) 牧草 74.25%, 麦皮 23%, 糖 1%, CaCO_3 1%、 KH_2PO_4 0.5%, MgSO_4 0.25%, pH 调至 7.5。处理 2 的栽培料配方为棉籽壳 74.25%, 麦皮 23%, 糖 1%, CaCO_3 1%, KH_2PO_4 0.5%, MgSO_4 0.25%, pH 调至 7.5。2 个处理各 4 次重复,随机排列,每袋装料 230 g,并按常规方法进行袋栽管理。

1.3 样品分析

采用圆叶决明培养料和棉子壳培养料栽培而获得金顶侧耳子实体,采收后置于 75 °C 烘干,将其粉碎后作为分析样品。

1.4 分析方法

1.4.1 钾、磷含量测定

用 640 火焰光度计测定^[2]。

1.4.2 圆叶决明和棉籽壳培养料栽培子实体的氨基酸含量测定

用日立 835—50 型氨基酸分析仪测定^[3]。

1.4.3 微量元素含量测定

金顶侧耳子实体样品的微量元素含量采用 WZX—2FB 型原子吸收分光光度计测定^[5]。

1.4.4 脂肪酸测定条件与鉴别

称取 5 g 样品加 60 mL 混合溶剂 (CHCl_3 : CHOH 为 2:1),于 60 °C 条件下加热回流 1 h。取下过滤后,加

入 60 mL 混合溶剂洗涤原锥型瓶及漏斗 4 次;合并入混合溶剂中,再次过滤后用 N_2 气微风吹干,加 30 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{NaOH} - \text{CH}_3\text{OH}$ 液置于 60 °C 条件下停置 20 min;加 1 mL $\text{BF}_3 - \text{乙醚}$ 液,于 60 °C 温度下停置 20 min,加 5 mL 饱和 NaCl 液及 1 mL 正乙烷,振荡,静置,取上清液进行气相色谱分析。气相色谱分析使用岛津 GC—2010 型气相色谱仪,装配氢火焰离子化检测器,色谱柱为 DB—WAX 石英毛细管柱 ($30 \text{ m} \times 0.53 \text{ mm}, 1 \mu\text{m}$),进样口温度为 250 °C,检测器温度为 250 °C,起始柱温度 190 °C,恒温 10 min,再以 $1.5 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 程序升温至 218 °C,起始压力为 60 kPa,恒压 10 min,再以 $6.0 \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ 程序升压至 168 kPa。载气为 N_2 。采用 Sigma 公司标准脂肪酸进行定性分析鉴定脂肪酸组份,用 GC—SoLution 色谱数据计算软件按峰面积归一化法计算脂肪酸组份含量^[4]。

1.5 营养价值评价

金顶侧耳子实体样品的化学评分 (CS)、生物价 (BV)、营养指数 (NI) 按联合国粮农组织 (FAO) 1970 年研究的方法进行测算与评价^[5,6]。

2 结果与分析

2.1 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体产量的影响

从表 1 可以看出,以圆叶决明牧草和棉子壳二种培养料栽培金顶侧耳,其子实体产量则是圆叶决明牧草料处理 ($174.50 \text{ g} \cdot \text{袋}^{-1}$) 高于棉子壳料处理 ($140.75 \text{ g} \cdot \text{袋}^{-1}$),增产率为 23.98%。牧草料处理的生物效率为 75.87%,比棉子壳料栽培金顶侧耳处理高 14.68%。经 LSD 测验表明,以二种培养料栽培金顶侧耳,其子实体产量之间差异达到显著水平。

2.2 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体脂肪酸含量

表 1 圆叶决明牧草与棉子壳二种培养料对金顶侧耳子实体产量的影响

Table 1 Effect of *Chamaecrista rotundifolia* and cotton seed hulls culture on yield of fruit body of *Pleurotus Citrinopileacus* Sing

处理	子实体产量/ $\text{g} \cdot \text{pocket}^{-1}$				生物学效率		LSD		
	1	2	3	4	T	X	0.05	0.01	
圆叶决明料	175	174	180	169	698	174.50	75.87	a	A
棉子壳料	155	141	138	129	563	140.75	61.19	b	A

的影响

表 2 显示,不同培养料栽培金顶侧耳对子实体脂肪酸组分构成影响不大,但子实体中脂肪酸中相关组分的含量有一定的差异。从表 2 还可明显看出,以圆叶决明为主要成分的培养料栽培的金顶侧耳,其子实体中硬脂肪酸、棕榈酸和亚油酸含量分别比棉子壳培

养料栽培的高 40%、10.1% 和 3.1%。而金顶侧耳子实体中的月桂酸 (C 12:0)、油酸 (C 18:1) 则是以棉子壳料栽培的处理分别高于圆叶决明培养料处理的 30%、16.7%,两处理间的子实体肉豆蔻酸 (C 14:0) 含量则持平。

2.3 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体脂肪酸类型

表 2 圆叶决明和棉子壳培养料栽培金顶侧耳对子实体脂肪酸含量的影响 (%)

Table 2 Effect of *Chamaecrista rotundifolia* and cotton seed hulls culture on content of FA in fruit body of *Pleurotus Citrinopileaceus* Sing (%)

样品	子实体脂肪酸含量						其他
	C _{12:0}	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	
圆叶决明料子实体	0.1a	0.1a	16.3a	1.4a	3.0a	77.5a	1.6a
棉子壳料子实体	0.4a	0.1a	14.8b	1.0a	3.5a	75.2b	5a

注:表中数据为 4 个重复的平均数,a、b 为 $LSD_{0.05}$ 差异性。

的影响

从表 3 看出,圆叶决明培养料栽培的金顶侧耳,其子实体中饱和脂肪酸(SFA)占总量的 17.7%,其比值比棉子壳料栽培的金顶侧耳子实体高 1.9%,不饱和脂肪酸(USSFA)为 80.5%,多不饱和脂肪酸为 77.5%,分别比棉子壳培养料栽培的金顶侧耳子实体高 1.8% 和 2.3%,而单不饱和脂肪酸(MUSFA)则低

了 0.5%。以圆叶决明栽培的金顶侧耳处理的子实体 SFA: MUSFA: PUSFA 比值为 1: 0.17: 4.44,以棉子壳料栽培金顶侧耳处理的子实体 SFA: MUSFA: PUSFA 的比值则为 1: 0.22: 4.76。

2.4 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体 P、K、Mg、Ca 及微量元素含量的影响

表 4 表明,以圆叶决明培养料栽培的金顶侧耳,

表 3 圆叶决明和棉子壳培养料栽培的金顶侧耳对子实体饱和脂肪酸,单不饱和脂肪酸,多不饱和脂肪酸的影响 (%)

Table 3 Effect of *Chamaecrista rotundifolia* and cotton seed hulls culture on content of SFA, MUSFA and PUSFA in fruit body of *Pleurotus Citrinopileaceus* Sing (%)

样品	饱和脂肪酸	单不饱和脂肪酸	多不饱和脂肪酸	SFA: MUSFA: PUSFA	不饱和脂肪酸
圆叶决明培养料子实体	17.7a	3.0a	77.5a	1: 0.17: 4.44	80.5a
棉子壳培养料子实体	15.8b	3.5a	75.2b	1: 0.22: 4.76	78.7b

注:表中数据为 4 个重复的平均值,a、b 为 $LSD_{0.05}$ 差异性。

其子实体中 P、Mg、Ca 含量分别高于棉子壳栽培料处理 0.19%、0.06%、0.07%,经 LSD 检验,仅 P 的含量呈现显著差异。而以棉子壳料栽培的金顶侧耳,其子实体中 K 的含量则高于圆叶决明料栽培处理 0.36%,经 LSD 检验,两处理间子实体的 K 含量呈现显著差异。

表 4 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体 K、P、Mg、Ca 含量的影响 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)Table 4 Effect of different cultures on the content of K, P, Mg and Ca in fruit body of *Pleurotus Citrinopileaceus* Sing

样品	K	P	Mg	Ca
圆叶决明料的子实体	2.80a	1.22a	0.17a	0.16a
棉子壳料的子实体	3.16b	1.03b	0.11a	0.09a

注:表中数据为 4 个重复的平均值,a、b 为 $LSD_{0.05}$ 差异性。

表 5 显示,以圆叶决明牧草料栽培金顶侧耳,其子实体 Zn、Fe、Mn 含量分别高于棉子壳料栽培处理 101.1%、93.8%、52.9%。而以棉子壳料栽培的金顶侧耳,其子实体中 Cu 含量为 $29.93 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,则比圆叶决明牧草料处理高 14.6%,经 LSD 检验,两处理间的子实体 Cu 含量呈显著差异,而子实体中 Zn、Fe、Mn 含量则呈极显著差异。

2.5 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体 Cd、Pb、Cr 重金属含量的影响

表 5 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体 Cu、Zn、Fe、Mn 微量元素含量的影响 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)Table 5 Effect of different cultures on the content of Cu, Zn, Fe and Mn in fruit body of *Pleurotus Citrinopileaceus* Sing

样品	Cu	Zn	Fe	Mn
圆叶决明料的子实体	26.9aA	136.23aA	135.13aA	10.25aA
棉子壳料的子实体	29.93bA	67.74bB	69.71bB	67.70bB

注:表中数据为 4 个重复的平均值,a、b 为 $LSD_{0.05}$ 差异性,A、B 为 $LSD_{0.01}$ 差异性。

表 6 表明,以种植于红壤山地的圆叶决明豆科牧草为主要原料栽培金顶侧耳,其子实体中 Cd、Pb、Cr 含量均比棉子壳料栽培处理的低,其中 Cd 降低了 5 倍,Pb 和 Cr 分别下降 1 倍和 0.5 倍。经 LSD 检验,两处理间的子实体 Cd、Pb 含量均呈显著差异,而 Cr 含量的差异则不显著。

2.6 不同培养料栽培金顶侧耳子实体营养价值的综合评价

经过对金顶侧耳子实体的 3 项营养价值的综合评价,可以看出,利用圆叶决明豆科牧草培养料栽培金顶侧耳,其子实体的化学评分值(CS)、生物价(BV)和营养指数值(NI)分别比棉子壳料栽培处理提高 10.7%、7.1%、12.7%。经过 LSD 检验,两处理间 CS、BV、NI 值均呈现显著的差异性。这显然与圆叶决明豆科牧草本身所含较高营养成分有关。

表6 不同培养料栽培金顶侧耳对子实体 Cr、Cd、Pb 重金属含量的影响 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 6 Effect of different cultures on the content of Cr, Cd and Pb in fruit body of *Pleurotus Citrinopileacus* Sing ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

样品	Cd	Pb	Cr
圆叶决明料的子实体	0.03a	0.05a	0.06a
棉子壳料的子实体	0.18. b	0.10b	0.09a

注:表中数据为4次重复的平均值,a、b为 $LSD_{0.05}$ 差异性。

表7 不同培养料栽培金顶侧耳的子实体营养价值综合评价

Table 7 Effect of different cultures on the nutrient value of fruit body of *Pleurotus Citrinopileacus* Sing

样品	化学评分 CS	生物价 BV	营养指数 NI
圆叶决明料的子实体	38.2a	75.2a	35.5a
棉子壳料的子实体	34.5b	40.2b	31.5b

注:表中数据为4次重复的平均值,a、b为 $LSD_{0.05}$ 差异性。CS: Chemical Score; BV: Biological Valence; NI: Nutrient Index。

3 讨论

以圆叶决明培养料栽培金顶侧耳,其子实体产量比棉籽子壳料栽培处理提高 23.98%,而且子实体中不饱和脂肪酸占总量的 80.5%,其中多不饱和脂肪酸为 77.5%,这说明以圆叶决明豆科牧草为主的培养料栽培金顶侧耳的子实体具有较高的营养价值,无论是化学评分(CS)、生物价(BV)、营养指数(NI)均高于棉子壳料的对照处理,而且具有比较合理比例的脂肪酸结构,这类食品则有保健功能^[7]。因此,加强开发和科学利用圆叶决明培养料栽培金顶侧耳,具有重要的现实意义。但利用圆叶决明豆科牧草料栽培金顶侧耳的增产和改良营养品质的机理有待进一步研究。

试验结果表明,圆叶决明培养料栽培金顶侧耳的子实体中微量元素大幅度提高。圆叶决明培养料栽培金顶侧耳,其子实体中锌含量比棉子壳栽培金顶侧耳子实体中 Zn 含量高 1 倍。有报道称 Zn 在人体内至少参与 80 种酶的合成,参与人体内糖、维生素的代谢,以起到维持胰腺、性腺和消化系统等正常功能的生物活性作用。科学食用含 Zn 菇类,对增强儿童、成年、老年保健作用具有一定意义^[8]。圆叶决明的培养料栽培金顶侧耳子实体中 Fe 含量比棉子壳栽培的高 1.9 倍。Fe 元素能参与造血或其他含 Fe 化合物的合成,长期缺乏 Fe 素营养会造成贫血,人们科学食用含 Fe

的菇类将有利于强身健体。圆叶决明培养料栽培金顶侧耳子实体中 Mn 含量比棉子壳培养料栽培的高 1.5 倍。Mn 是精氨酸酶、RNA、聚合物酶、超氧化物歧化酶(Mu-SOD)等不可缺少的组分,参与骨骼生长发育和造血,还会清除自由基,解其毒性。如长期缺 Mn 则会出现骨骼发育畸形,贫血,精子减少和不育症^[9],经常科学食用含有适量 Mn 养分的菇类,有利于补充人体的均衡养分。但必须深入研究菇类吸收和累积微量元素的影响因子及其内在规律,为生产特异性菇类产品提供理论依据。圆叶决明培养料栽培的金顶侧耳子实体中 Ca 含量较棉子壳培养料栽培的高近 1 倍。Ca 有利于骨骼生长,其也是人体中许多酶的激活剂。以圆叶决明培养料栽培金顶侧耳子实体菇可以生产高 Ca 菇类产品。

以豆科牧草圆决明栽培金顶侧耳,其子实体中 Cr、Cd、Pb 三种重金属含量明显低于棉子壳料的处理,这可能是与豆科牧草圆叶决明种植于红壤山地有关,土壤环境中重金属背景值比种植棉花的大田低得多,而且也可能是牧草与棉花对重金属吸收特性有差别,其内在机理有待于深入研究,以求为生产绿色菇类产品探索一条新路。

参考文献:

- [1] 翁伯琦,江枝和,黄毅斌,等. 牧草料栽培金顶侧耳蛋白质营养价值评价[J]. 食用菌学报,2001,7(3):29-33.
- [2] 鲍士坦. 农畜水产品品质化学分析[M]. 北京:中国农业出版社,1996.120-123.
- [3] 江枝和. 虎奶菇菌株和子实体微量元素及氨基酸分析[J]. 食用菌学报,2001(2):11-12.
- [4] 张强. 虾蛄脂肪酸分析[J]. 营养学报,1998,20(1):105-106.
- [5] Bano I, Raiara thram S. *Pleurotus* mushroom as a nutritious food in tropical mushrooms[A]. Biological Nutwre and Cultivation Methods[C]. Edited by S. T. Chang and T. H. Quimion, Hong Kong: the Chiese University Press, 1982. 363-380.
- [6] FAO. Amino acid Content of foods and biological date on proteins[J]. Nutr stud, Food Policy and Food Sci Serv Nutr. Div. FAO. Rome, 1970, 24: 5-6.
- [7] 顾学裘. 抗癌药物新剂型—多相脂体的研究[J]. 沈阳药学院学报,1982,15(2):16-18.
- [8] 郗文娟,黄鸿雁. 微量元素锌与健康[J]. 微量元素与健康研究,2003,20(2),61-63.
- [9] 高翔,胡宗超. 生命元素锰[J]. 贵州化工,2001,26(4):49-51.