

DOI:10.11937/bfyy.201612036

# 玉米秆在灵芝制种中的应用

陈永敢, 范平杰, 李 珍, 陈川平

(海南热带海洋学院 热带生物与农学院, 海南 三亚 572022)

**摘 要:**灵芝是一类重要的木腐真菌,其制种研究为进一步的大田栽培提供了原料基础。该研究以玉米秆为主要成分应用于灵芝制种培养基的制备,二级种和三级种分别设置了3种不同的配方,比较了灵芝菌丝在不同培养基上的生长速度、形态特征和菌丝中多糖含量。结果表明:灵芝菌株在培养基YM2B和YM3C上生长速度分别为 $(3.09 \pm 0.06) \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 和 $(4.84 \pm 0.33) \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ,多糖含量分别为 $(0.440 \pm 0.025)\%$ 和 $(0.279 \pm 0.032)\%$ ,生长优势明显,有利于进一步大田栽培应用。表明玉米秆可作为主要原料用于灵芝制种培养基的配制。

**关键词:**灵芝;玉米秆;制种

**中图分类号:**S 567.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)12-0144-03

灵芝以碳源、氮源和无机盐作为主要营养物质,其对木质素、纤维素、半纤维素等具有较强的分解能力,可利用木屑、棉子壳、米糠、稻草等作为菌体培养的原料<sup>[1]</sup>。这些廉价的农业废弃物用来生产食用菌被认为是通过生物作用将粗纤维转变为可食用优质蛋白的一种重要途径<sup>[2]</sup>。此外通过真菌和其它生物的交替作用,能够形成多层次生产的生物循环系统,促进生态系统平衡<sup>[3]</sup>。

目前,灵芝栽培基质主要由椴木或木屑组成,然而用这2种原料栽培灵芝,对树木需求较大,破坏森林资源;而利用棉籽壳等栽培灵芝,资源有限,成本较高<sup>[4]</sup>。因此,开发来源广、成本低的灵芝栽培原料,成为人工栽培灵芝研究的热点之一<sup>[5]</sup>。有研究报道,可用于栽培灵芝的主要原料有木屑、甘蔗渣、花生壳等<sup>[6]</sup>。作为一类常见农业废弃物的玉米秆,利用其栽培灵芝的研究国内外却鲜有报道。该研究以玉米秆为主要原料进行灵芝制种,以便为灵芝的制种材料多样性研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试灵芝菌株 *G. lucidum* Jf13 由海南热带海洋学院

热带生物与农学院研究室从海南尖峰岭产灵芝子实体分离,4℃保存。

培养基以玉米秆为主要成分,玉米秆通过粉碎机进行粉碎,放置于干燥阴凉处备用。此外制种培养基中配有麦麸、木屑为辅料,灭菌后用于制种(表1)。

**表 1 培养基配方**

Table 1		Ingredients of culture medium
制种阶段	配方	成分
二级	YM2A	玉米秆 99%、石膏 1%、含水 65%~75%
	YM2B	玉米秆 78%、麦麸 20%、蔗糖 1%、石膏 1%、含水 50%~60%
	YM2C	玉米秆 73%、麦麸 20%、玉米粉 5%、蔗糖 1%、石膏 1%、含水 65%~75%
三级	YM3A	玉米秆 30%、木屑 33%、麦麸 25%、花生壳 10%、蔗糖 1%、石膏 1%、含水 55%~75%
	YM3B	玉米秆 20%、木屑 40%、麦麸 17%、花生壳 20%、硫酸铵 1%、蔗糖 1%、石膏 1%、含水 65%~75%
	YM3C	玉米秆 15%、木屑 35%、麦麸 22%、花生壳 25%、硫酸铵 1%、蔗糖 1%、石膏 1%、含水 55%~75%

### 1.2 试验方法

将灵芝菌丝接种于 PDA 培养基,25~28℃恒温培养 15~21 d 得到白色棉质成熟的一级菌丝。一级菌丝接种至二级培养基,25~28℃恒温培养 30 d 菌丝长满栽培袋即为成熟的二级菌丝;将二级菌丝接种至三级培养基,25~28℃恒温培养得成熟的三级菌丝。

### 1.3 项目测定

灵芝菌丝多糖的提取和测定方法参照陈永敢等<sup>[7]</sup>方法。

## 2 结果与分析

菌株 Jf13 分别接到 3 种二级培养基中,形态观察表明灵芝菌丝在 YM2B 和 YM2C 上生长速度最快,分别达

**第一作者简介:**陈永敢(1985-),男,海南乐东人,博士,讲师,研究方向为应用微生物。E-mail:yonggan2006@163.com.

**责任作者:**陈川平(1973-),男,海南保亭人,硕士,实验师,研究方向为应用微生物。E-mail:913614664@qq.com.

**基金项目:**海南省自然科学基金资助项目(20153141);三亚市院地科技合作资助项目(2015YD35);2014 年度大学生创新创业资助项目(20140139);海南省高等学校科学研究资助项目(Hnky2015-48)。

**收稿日期:**2016-02-15

( $3.09 \pm 0.06$ )  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$  和 ( $3.02 \pm 0.19$ )  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ , 且菌丝致密(图 1)。但在 YM2B 培养基上生长的菌丝多糖含量为 ( $0.440 \pm 0.025$ )%, 比其它配方二级种培养基上生长的菌丝多糖含量高, 因此 YM2B 作为二级种培养基较利于菌丝的生长(表 2)。

将 YM2B 培养基上生长的菌株接种到 3 种三级种培养基上, 通过菌丝生长速度测定表明, 菌丝在 3 种培养基上生长速度未有明显差异, 且多糖含量也未有显著的差异, 从菌丝形态特征比较发现, YM3C 菌丝致密, 更有利于进一步的大田栽培(表 2)。

表 2 灵芝菌丝的形态特征及多糖含量

Table 2 The morphological characteristics and polysaccharide content of <i>Ganoderma lucidum</i>					
制种阶段	配方	生长速度/( $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ )	多糖含量/%	菌丝密度	菌丝特征
二级	YM2A	$2.85 \pm 0.14$	$0.302 \pm 0.016$	++	疏松、不整齐
	YM2B	$3.09 \pm 0.06$	$0.440 \pm 0.025$	++++	致密、较整齐
	YM2C	$3.02 \pm 0.19$	$0.294 \pm 0.016$	++	致密、不整齐
三级	YM3A	$4.59 \pm 0.40$	$0.261 \pm 0.014$	++++	致密、不整齐
	YM3B	$4.68 \pm 0.39$	$0.253 \pm 0.017$	++	疏松、不整齐
	YM3C	$4.84 \pm 0.33$	$0.279 \pm 0.032$	++++	致密、较洁白、整齐

注: “+”表示菌丝密度稀疏; “++”表示菌丝密度较密; “++++”表示菌丝密度最密。



注: a. YM2A; b. YM2B; c. YM2C; d. YM3A; e. YM3B; f. YM3C。

图 1 灵芝菌丝的形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of *Ganoderma lucidum*

3 讨论

灵芝菌株在 YM2B 和 YM2C 2 种二级种培养基上, 菌丝的生长速度最快, 分别达到 ( $3.09 \pm 0.06$ )  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$  和 ( $3.02 \pm 0.19$ )  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ , 其中 YM2B 培养基上生长的菌丝多糖含量最高为 ( $0.440 \pm 0.025$ )%, 这种培养基与其它 2 种培养基的差异主要在于以玉米秆为主要原料的基础上, 利用麦麸作为辅助原料, 使二者以一定的

比例搭配利于菌丝对营养物质的吸收(表 1、2)。该课题组先前的研究发现, 灵芝在以木屑为主要原料的培养基上生长, 菌丝多糖含量可达 0.61%~1.75%, 高于该研究 YM2B 上生长的灵芝菌丝多糖含量 ( $0.440 \pm 0.025$ )%<sup>[7]</sup>。从玉米秆和木屑结构差异分析, 菌丝更容易从玉米秆中吸收营养物质, 然而该研究中菌丝多糖含量较低可能归因于菌株 J13 与之前研究所用菌株不同,

此外已有研究表明,菌株不同,即使在同一种培养基上生长,其多糖含量也有显著的差别<sup>[7-10]</sup>。

灵芝菌丝在最适合生长的二级种培养基 YM2B 和其它三级种培养基上生长相比,生长速度发生显著变化。与此不同的是,菌丝多糖含量显著降低。在三级种培养基中,降低玉米秆成分,增加木屑、花生壳成分,可能由于木屑结构相对致密,不利于菌丝吸收营养物质,因而造成多糖含量降低(图 1)。也有另一种可能,菌丝生长过程中消耗了菌体内储存的糖类物质,因此在制种完成后多糖含量比制种之初减少<sup>[11-13]</sup>。以上分析表明,制种过程中菌丝多糖逐步降低的原因仍未明确,需要进一步的研究。

灵芝主要以腐解木材中的木质素作为生长发育的营养物质基础,自然条件下在腐烂的木头上完成其生活的部分或全部。人工条件下,灵芝制种和栽培基质主要由椴木或木屑组成,但这 2 种原料栽培灵芝,对树木需求较大,特别是直接利用椴木作为基质,极大地破坏森林资源,因此已不适合进一步地推广。贾建益<sup>[14]</sup>报道了成功利用玉米芯栽培鸡腿菇的高产技术,臧晋等<sup>[10]</sup>也报道了玉米水解糖液可用来培养灵芝,这些均反映了玉米秆可作为食用菌的栽培基质。该研究以玉米秆作为主要原料,分别配制 3 个不同的配方作为二级种和三级种培养基,避免了制种过程中对木材大量使用,经过优化后,可有望进一步地推广。

#### 参考文献

- [1] 刘明香,林忠宁,陈敏健,等. 茶枝屑代料栽培灵芝菌株的筛选[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2012,41(2):183-186.
- [2] 李超,苏君伟,于希臣. 基于化学处理及生物发酵的食用菌糠饲料化方法探讨[J]. 沈阳农业大学学报,2008,39(4):451-454.
- [3] 曲萍,李萍萍. 食用菌可持续农业生态系统分析研究[J]. 农机化研究,2005(3):87-88,91.
- [4] 王冲,张林,张伦,等. 茶枝代屑立体栽培灵芝研究[J]. 贵州农业科学,2013,41(11):30-33.
- [5] AIDA F M N A, SHUHAIMI M, YAZID M, et al. Mushroom as a potential source of prebiotics; a review[J]. Trends Food Science and Technology, 2009, 20: 567-575.
- [6] 侯瑞宏,廖森泰. 我国灵芝人工栽培研究进展[J]. 广东农业科学, 2009(11): 29-32.
- [7] 陈永敢,陈光宙,袁学军,等. 灵芝制种过程多糖含量变化研究[J]. 中国食用菌,2011,30(3):51-52,58.
- [8] CHANG S T, MILES P G. Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact[M]. Florida: CRC Press, 2004: 357-372.
- [9] SALTARELLI R, CECCAROLI P, IOTTI M, et al. Biochemical characterization and antioxidant activity of mycelium of *Ganoderma lucidum* from central Italy[J]. Food Chemistry, 2009, 116: 143-151.
- [10] 臧晋,王冬梅,黄开勋. 玉米水解糖液体培养灵芝发酵条件的研究[J]. 食品研究与开发,2007,128(10):24-26.
- [11] CHANG S T, BUSWELL J A. Mushroom nutraceuticals[J]. World Journal of Microbiology Biotechnology, 1996, 12: 473-476.
- [12] 柯丽霞,方晶. 白腐菌混菌发酵玉米芯木质素酶系分泌的种属互惠性研究[J]. 食品与发酵工业,2011,37(8):42-46.
- [13] SMITH J E, ROWAN N J, SULLIVAN R. Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities[J]. Biotechnology Letters, 2002, 24: 1839-1845.
- [14] 贾建益. 玉米芯、花生壳栽培鸡腿菇高产技术[J]. 安徽农业, 2000(8): 16.

## Application of Corn Straw in the Seed Production of *Ganoderma lucidum*

CHEN Yonggan, FAN Pingjie, LI Zhen, CHEN Chuanping

(College of Tropical Biology and Agronomy, Tropical Ocean College of Hainan, Sanya, Hainan 572022)

**Abstract:** *Ganoderma lucidum* is an important wood rot fungi, the seed production provided materials for further cultivation. In this study, the corn straw was used as the main ingredients in the seed culture medium of *G. lucidum*. Three different formulations of medium were prepared, the growth rate and content of polysaccharides of *G. lucidum* mycelium were compared. The results showed that the growth rate of *G. lucidum* strain in the culture YM2B and YM3C were  $(3.09 \pm 0.06) \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$  and  $(4.84 \pm 0.33) \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ , respectively. The content of polysaccharide was  $(0.440 \pm 0.025)\%$  and  $(0.279 \pm 0.032)\%$ , respectively. The results showed that the corn straw could be used as the main material for the preparation of *G. lucidum* seed culture medium.

**Keywords:** *Ganoderma lucidum*; corn straw; seed production