

杏鲍菇对栽培基质的降解与转化

初 洋, 董新伟, 倪新江, 赵金良

(烟台大学 生命科学学院, 山东 烟台 264005)

摘 要:以棉籽壳为主料,以杏鲍菇为研究对象,采用袋栽方法,测定了杏鲍菇在不同栽培阶段木质纤维素的降解、呼吸消耗和绝对生物学效率。结果表明:杏鲍菇降解纤维素和半纤维素的能力较弱,降解木质素的能力较强;非木质纤维素主要在杏鲍菇菌丝生长阶段被利用,木质纤维素是子实体生长发育阶段的主要碳源;在70 d的栽培过程中,杏鲍菇培养基失重30.65%,呼吸消耗22.67%,绝对生物学效率(子实体生物量)7.98%;杏鲍菇菌渣中纤维素和半纤维素含量比棉籽壳高,具有重新利用价值。

关键词:木质纤维素降解;呼吸消耗;绝对生物学效率;白腐菌

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0158-03

杏鲍菇(*Pleurotus eryngii* Quei)学名刺芹侧耳,是一种具有广阔栽培前景的珍稀食用菌。菇体菌肉肥厚、质地脆嫩、营养丰富,具杏仁香味且耐储存,深受国内外市场欢迎。近年来,我国杏鲍菇的栽培技术得到了飞速发展,在很多地区已形成较大的栽培规模。目前,人们在对杏鲍菇的品种选育、栽培方式、栽培料筛选和工厂化栽培等方面已多见报道^[1],而有关其营养生理方面研究较少^[2]。该试验以木腐菌常用的栽培原料棉籽壳为主料,采用袋栽方法,测定了杏鲍菇生长发育过程中对栽培基质的降解与转化,以揭示杏鲍菇的碳源利用特点和其菌渣的营养成分,推断其腐生类型,为提高栽培技术和合理利用菌渣等方面提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试杏鲍菇(*Pleurotus eryngii* Quei)为烟台大学应用微生物实验室保藏菌种。

栽培材料:棉籽壳 390 g、麸皮 100 g、石膏 5 g、葡萄糖 5 g。

1.2 试验方法

将5 g葡萄糖放入盛有700 mL水的盆里使其融化,然后按配方把其它成分放入盆中拌匀,装入17 cm×

40 cm的聚丙烯塑料袋中,121℃灭菌2 h,采用两头接种法接入棉籽壳原种核桃大小,25℃恒温培养,湿度控制在50%~70%。接种5 d后,每隔4 d在近菌丝生长前沿约1 cm处扎微孔以促进菌丝生长。菌丝满袋后,温度控制在14~16℃,湿度85%~95%,按常规方法进行出菇管理。取样时间分别为:0、32、40、50、61、70 d。在不同生长发育阶段取3袋培养物,80℃烘干后称重,然后混匀、粉碎,过直径1 mm筛;在每潮菇子实体成熟阶段,从10个袋中采收子实体,80℃烘干后称重。

1.3 项目测定

纤维素、半纤维素和木质素含量的测定参照王玉万等^[3]的方法;培养基失重、纤维素、半纤维素和木质素的减少、呼吸消耗参照王玉万等^[4]的方法;绝对生物学效率参照倪新江等^[5]的方法。

2 结果与分析

2.1 杏鲍菇的不同生长发育阶段

用棉籽壳-麦麸培养基栽培杏鲍菇,平均满袋天数为32 d,原基在40 d前后出现,头潮菇平均成熟时间为50 d,二潮菇原基在61 d前后出现,二潮菇平均成熟时间为70 d。杏鲍菇菌丝的生长速度比在相同条件下栽培的灵芝、平菇和猴头菇等食用菌慢,比金针菇、黄伞和巴西蘑菇等食用菌快,并且杏鲍菇转潮快,生长周期较短。

2.2 培养基失重、呼吸消耗和绝对生物学效率

由表1可以看出,用棉籽壳-麦麸培养基栽培杏鲍菇,收获两潮菇后,培养基仅仅失重30.65%,比同为收获两潮菇的黄伞等食用菌小得多;呼吸消耗呈阶段性,即子实体生长发育阶段呼吸消耗较大,菌丝生长阶段次之,原基阶段最小。头潮菇绝对生物学效率为

第一作者简介:初洋(1972-),男,硕士,高级实验师,现主要从事食用菌栽培与生理生化等研究工作。E-mail:chuyangtyu@ytu.edu.cn.

责任作者:倪新江(1955-),男,硕士,教授,现主要从事食用菌营养生理等研究工作。E-mail:nxjzhen@163.com.

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2010CM022)。

收稿日期:2014-04-21

6.43%,两潮菇绝对生物学效率共计 7.98%,比黄伞等食用菌低。

表 1 杏鲍菇不同生长发育阶段培养基失重、呼吸消耗和绝对生物学效率

Table 1 Medium reduction, respiration consumption and absolute biological efficiency in the cottonseed shell medium during growth period of *Pleurotus eryngii*

项目 Item	培养时间 Culture time/d					
	0	32	40	50	61	70
培养基干重 Dry weight of medium/g	437.13	396.44	389.21	336.53	327.98	303.15
培养基失重 Medium reduction (dry weight)/%	0	9.31	10.96	23.01	24.97	30.65
呼吸消耗 Respiration consumption/%	0	9.31	10.96	16.58	18.54	22.67
日均呼吸消耗 The average daily consumption of respiration/%	0	0.29	0.21	0.56	0.18	0.46
绝对生物学效率 Absolute biological efficiency/%	0	0	0	6.43	6.43	7.98

2.3 杏鲍菇对纤维素、半纤维素和木质素的降解

由表 2 可以看出,杏鲍菇降解纤维素和半纤维素的能力较弱,在整个栽培过程中,由于纤维素和半纤维素的降解速率小于培养基失重的速率。因此,随着栽培时间的延长,培养基中纤维素和半纤维素的含量逐渐升高。杏鲍菇降解木质素的能力较强,远远高于纤维素和木质素的降解,在整个栽培过程中,由于木质素的降解速率大于培养基失重的速率。因此,随着栽培时间的延长,培养基中木质素含量逐渐下降。

表 2 杏鲍菇不同生长发育阶段培养基中纤维素、半纤维素和木质素含量变化

Table 2 Changes of content of cellulose, hemicellulose and lignin in the cottonseed shell medium during growth period of *Pleurotus eryngii*

项目 Item	培养时间 Culture time/d					
	0	32	40	50	61	70
纤维素含量 Cellulose content/%	32.91	35.43	35.72	36.97	37.17	38.71
纤维素含量 Cellulose content/g	143.86	140.46	139.03	124.42	121.91	117.35
纤维素减少 Cellulose reduction/%	0	2.36	3.36	13.51	15.26	18.43
半纤维素含量 Hemicellulose content/%	23.15	25.04	25.21	25.09	25.32	25.25
半纤维素含量 Hemicellulose content/g	101.20	99.27	98.12	84.44	83.04	76.55
半纤维素减少 Hemicellulose reduction/%	0	1.91	3.04	16.56	17.94	24.36
木质素含量 Lignin content/%	22.26	21.33	21.21	20.87	20.47	18.15
木质素含量 Lignin content/g	97.31	84.56	82.55	70.23	67.14	55.02
木质素减少 Lignin reduction/%	0	13.10	15.17	27.83	31.00	43.46

2.4 杏鲍菇不同生长发育阶段营养利用特点

食用菌整个生命过程包括营养生长和生殖生长 2 个阶段,原基形成前为营养生长阶段,原基形成后为生殖生长阶段。由表 3 可知,在营养生长阶段(0~40 d),杏鲍菇培养基中木质纤维素共减少了 22.67 g,培养基共失重 47.92 g,木质纤维素的降解量与培养基失重的比值为 47.31%。这表明在营养生长阶段,杏鲍菇主要以非木质纤维素组分为营养源。在生殖生长阶段,杏鲍菇培养基中木质纤维素的降解量与培养基失重的比值波动于 77.09%~93.31%。这表明在生殖生长阶段,杏鲍菇主要以木质纤维素组分为营养源。

表 3 杏鲍菇不同生长发育阶段培养基中木质纤维素的减少量与培养基失重的比值

Table 3 Ratio of the decrease of lignocellulose in medium to the weight loss of medium during growth period of *Pleurotus eryngii*

项目 Item	培养时间 Culture time/d					
	0~32	32~40	40~50	50~61	61~70	0~70
纤维素减少 Cellulose reduction/g	3.40	1.43	14.61	2.51	4.56	26.51
半纤维素减少 Hemicellulose reduction/g	1.93	1.15	13.68	1.40	6.49	24.65
木质素减少 Lignin reduction/g	12.75	2.01	12.32	3.09	12.12	42.29
木质纤维素减少 Lignocellulose reduction/g	18.08	4.59	40.61	7.00	23.17	93.45
培养基失重 Medium reduction (dry weight)/g	40.69	7.23	52.68	8.55	24.83	133.98
纤维素减少/培养基失重×100 Cellulose reduction/Medium reduction (dry weight) ×100	8.36	19.78	27.73	29.36	18.36	19.79
半纤维素减少/培养基失重×100 Hemicellulose reduction/Medium reduction (dry weight) ×100	4.74	15.91	25.97	16.37	26.14	18.40
木质素减少/培养基失重×100 Lignin reduction/Medium reduction (dry weight) ×100	31.33	27.80	23.39	36.14	48.81	31.56
木质纤维素减少/培养基失重×100 Lignocellulose reduction/Medium reduction (dry weight) ×100	44.43	63.49	77.09	81.87	93.31	69.75

3 讨论与结论

在工厂化生产中,杏鲍菇通常只收获一潮菇。该研究以棉籽壳为主料栽培杏鲍菇,头潮菇 6.43%的绝对生物学效率折合成(相对)生物学效率大约为 51.00%,与田景华等^[6]和谢凌慧等^[7]用相同培养料栽培杏鲍菇的研究结果大致相同。已往研究^[6,8]发现,主料用玉米芯与棉籽壳等搭配使用栽培杏鲍菇,生物学效率比单纯以棉籽壳为主料高;研究发现,在棉籽壳中添加一定量的酒糟,杏鲍菇的生物学效率显著增加,这表明单纯用棉籽壳为主料栽培杏鲍菇的经济效益较低。

杏鲍菇头潮菇呼吸消耗较大,绝对生物学效率也较大;二潮菇呼吸消耗较小,绝对生物学效率也较小。这

表明,呼吸消耗与绝对生物学效率正相关,这与黄伞、洛巴伊大口蘑^[9]和鸡腿菇^[10]等食用菌相似,这可能是所有食用菌共有的代谢特点。另外,尽管杏鲍菇在整个菌丝生长阶段的呼吸消耗量略高于原基阶段,但因菌丝生长前半期(从接种到菌丝长至栽培基质的一半)的呼吸消耗量较小,菌丝生长后半期(从菌丝长至栽培基质的一半到长满栽培基质)的呼吸消耗则远远大于原基阶段。因此,不仅在子实体生长发育阶段,而且在菌丝生长的后半期加强菇房的通风换气,对促进菌体(菌丝体和子实体)生长,提高生物学效率意义重大。

杏鲍菇较强的木质素降解能力与洛巴伊大口蘑^[9]相似,均属于白腐菌。有报道^[2]发现,杏鲍菇有较强的纤维素降解能力,但是杏鲍菇降解纤维素和半纤维素的能力较弱。在杏鲍菇 70 d 的栽培过程中,纤维素和半纤维素分别只降解了 18.43% 和 24.37%。利用同一配方栽培黄伞,在 94 d 的栽培过程中,纤维素和半纤维素分别降解了 71.49% 和 62.80%,远远高于杏鲍菇。研究发现,杏鲍菇具有完整的胞外纤维素酶系和半纤维素酶,并且,棉籽壳颗粒中裸露的纤维素和半纤维素较多,容易与相关胞外酶结合。目前,尚不清楚制约杏鲍菇对纤维素和半纤维素的降解的机理。在工厂化栽培中,尽管只收获一潮菇,但为了提高杏鲍菇的生物学效率,培养基中辅料一般占 20% 以上,这与杏鲍菇分解纤维素和半纤维素的能力较弱有关。

杏鲍菇对大分子碳源的利用特点与许多食用菌相似,即菌丝生长阶段主要以非木质纤维素组分为营养源,在生殖生长阶段,主要以木质纤维素组分为营养源。但由于杏鲍菇对纤维素和半纤维素量降解量较小。因此,在整个生长阶段,木质纤维素的降解速率小于培养基的降解速率。

用棉籽壳为主料栽培杏鲍菇,收获两潮菇后培养基仅失重 30.65%,杏鲍菇菌渣中大量的营养物质没有被

利用,特别是纤维素和半纤维素含量高于棉籽壳^[11]。因此,杏鲍菇菌渣具有较好的再利用价值。目前,已有研究指出,用杏鲍菇菌渣栽培金针菇^[12]、茶树菇^[13]和草菇^[14]等食用菌生物学效率较高,可以推测,在杏鲍菇菌渣中添加一定量的辅料,栽培一切纤维素和半纤维素降解能力较强的褐腐菌,可能均会取得较高的生物学效率。

参考文献

- [1] 田景花,李明,李守勉.我国杏鲍菇生产研究进展[J].北方园艺,2013(4):178-181.
- [2] 申挺挺,郭璐,李欣欣,等.杏鲍菇、白灵菇对芦笋老茎中木质纤维素的分解利用[J].山西农业科学,2011,39(11):1170-1173.
- [3] 王玉万,徐文玉.木质纤维素固体基质发酵物中半纤维素、纤维素和木质素的定量分析程序[J].微生物学通报,1987,14(2):81-84.
- [4] 王玉万,潘贞德,李秀玉,等.玉蕈降解木质纤维素的生理生化基础[J].真菌学报,1993,12(3):219-225.
- [5] 倪新江,梁丽琨,丁立孝,等.巴西蘑菇对木质纤维素的降解与转化[J].菌物系统,2001,20(4):526-530.
- [6] 田景花,胡宝华,李明,等.杏鲍菇高产高效栽培料配方研究[J].北方园艺,2013(6):155-158.
- [7] 谢凌慧,陶鸿,董伟,等.杏鲍菇不同培养料高效栽培技术的研究[J].安徽农学通报,2009,15(12):32-34,80.
- [8] 赵大刚,陶鸿,卜文文,等.利用玉米芯栽培杏鲍菇技术研究[J].北方园艺,2012(5):168-170.
- [9] 初洋,董新伟,倪新江,等.洛巴伊大口蘑对栽培基质的降解及其相关胞外酶活性变化[J].北方园艺,2014(6):147-149.
- [10] 倪新江,冯志勇,梁丽琨,等.鸡腿菇对棉籽壳的降解与转化[J].微生物学通报,2002,29(2):1-4.
- [11] 倪新江,潘迎捷.木腐性食用菌的几种常用栽培原料的成分分析[J].食用菌,1996,18(2):7.
- [12] 韦强,黄漫青.杏鲍菇菌渣栽培金针菇配方试验[J].食用菌,2010(3):29.
- [13] 韦强,黄漫青.杏鲍菇菌渣栽培茶树菇试验Ⅲ[J].北京农业,2011(9):18-20.
- [14] 张良,李宗堂,邢雅阁,等.杏鲍菇菌糠草菇产业化再栽培研究[J].食用菌,2012(9):64-66.

Degradation and Transformation of the Cottonseed Shell Medium by *Pleurotus eryngii*

CHU Yang, DONG Xin-wei, NI Xin-jiang, ZHAO Jin-liang

(College of Life Sciences, Yantai University, Yantai, Shandong 264005)

Abstract: With cottonseed shell as major medium, taking *Pleurotus eryngii* as research object, lignocelluloses degradation, respiration consumption and absolute biological efficiency were determined at different stages of development from *Pleurotus eryngii* cultivated on the cottonseed shell medium in bag. The results showed that *P. eryngii* degraded cellulose and hemicelluloses weekly and lignin strongly, so it belonged to white-rot fungi. Nonlignocellulose was principally used at the stage of mycelia growth. However, lignocelluloses were the main carbon source for the fruiting stage of the fungus. At the end of cultivation (70 d), the medium reduction (dry weight) was 30.65%, the respiration consumption was 22.67%, and the absolute biological efficiency (biomass of fruit bodies) was 7.98%. The content of cellulose and hemicellulose in residue of *P. eryngii* was higher than cottonseed shells, so it has re-use value.

Key words: lignocelluloses degradation; respiration consumption; absolute biological efficiency; white-rot fungi