

阿魏菇菌糠成分测定及对四种大宗食用菌化感效应研究

陈恒雷^{1,2}, 王轶群², 万红贵¹, 曾宪贤²

(1. 南京工业大学 制药与生命科学学院 南京 210009; 2. 新疆大学物理学院 离子束生物工程中心, 新疆 乌鲁木齐 830008)

摘要: 选取干燥、无霉变具有代表性的阿魏菇菌糠试样粉碎至 40 目, 用四分法将试样缩减至 200 g, 应用国标法分别对阿魏菇菌糠各种营养成分进行测定。结果表明: 粗纤维被很大程度降解, 粗蛋白、碳水化合物含量较主料有很大幅度提高, 且富含矿物质元素、维生素和氨基酸。在此基础上, 应用平板法考察了阿魏菇菌糠提取液对鸡腿菇、香菇、杏鲍菇和金针菇菌丝生长的化感效应。发现其菌糠提取液显著影响 4 种大宗食用菌菌丝生长, 当 PDA 培养基中菌糠提取液加入量分别为 30% 和 50% 时, 对香菇和金针菇菌丝生长有明显促进作用; 加入量为 50% 时, 明显抑制鸡腿菇的菌丝生长; 除了加入量为 10% 外, 均抑制杏鲍菇菌丝生长。

关键词: 阿魏菇菌糠; 营养成分; 食用菌; 化感效应

中图分类号: Q 51/57; Q 504 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)05-0210-03

菌糠是食用菌培养料经食用菌分解出菇后遗留的废料, 其中不仅含有较多的纤维素、半纤维素和木质素, 而且还含有丰富的菌丝残体蛋白、脂肪、氨基酸、矿物质以及菌丝体的次生代谢产物^[1-3]。阿魏菇 (*Pleurotus ferulae* Lenzi.) 是寄生或腐生在新疆干旱草原阿魏植物或刺芹、阔叶拉瑟草植物上的一种大型木腐真菌^[3]。近年来, 随着新疆阿魏菇产业的迅猛发展, 产生了大量的阿魏菇菌糠, 出现了其菌糠再利用研究滞后、后处理不当、对当地的环境造成了很大污染压力的窘境, 其综合利用研究显得尤为紧迫。阿魏菇能利用棉籽壳、玉米粉、麸皮等作为碳源, 对其进行生物降解进而转化为富含蛋白质、碳水化合物的菌丝体和子实体, 栽培后得到的菌糠富含菌丝体, 具有作为其它食用菌培养料的营养学潜质^[4]。将阿魏菇菌糠用作其它食用菌再栽培的培养料, 既能节省生产成本又能减少对环境的污染, 不失为一种两全其美之举^[5]。但各种食用菌之间存在化感作用 (Allelopathy), 菌糠中含有的大量化感物质会促进或抑制以其为栽培料的其它食用菌菌丝体和子实体的生长和发育^[6]。为了科学合理地将阿魏菇菌糠用作其它食用菌固体栽培的培养料, 必须清楚阿魏菇菌糠的成

分及其它食用菌的化感作用。为此, 该试验从阿魏菇菌糠营养成分测定和其提取液对鸡腿菇、香菇、杏鲍菇和金针菇 4 种大宗食用菌菌丝生长的化感效应两个方面进行了研究, 以期为阿魏菇菌糠循环再利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株 鸡腿菇 (*Coprinus comatus*)、香菇 (*Lentinula edodes*)、杏鲍菇 (*Pleurotus eryngii*) 和金针菇 (*Flammulina velutipes*) 均由新疆大学离子束生物工程中心提供。

1.1.2 主要试剂 葡萄糖、白砂糖、 KH_2PO_4 、琼脂粉、硫酸、硫酸铜、硫酸钾、氢氧化钠、硼酸、甲基红、乙醇、溴甲酚绿、盐酸、蔗糖、硫酸铵、乙醚、酸洗石棉、正辛醇、硝酸、钒钼酸铵、磷酸二氢钾、氨水、草酸铵、甲基红、高锰酸钾、草酸钠、甲醛、百里酚酞。

1.1.3 袋料培养基 棉籽壳 27.8%、麸皮 6%、玉米粉 4%、 KH_2PO_4 0.2%、白砂糖 0.4%、石膏 0.4%、石灰 1.2%, 含水量 60%。

1.1.4 仪器设备 AIR TECH 超净工作台, LRH-250-G 生化培养箱, 粉碎机、研钵、分析筛、分析天平、电热恒温水浴锅、恒温烘箱、索氏脂肪提取器、凯氏蒸馏装置、高温炉、消煮器、过滤装置、古氏坩锅、Avanta PM 型原子吸收分光光度计等。

1.2 方法

1.2.1 菌糠成分的测定 选取干燥、无霉变具有代表性的阿魏菇菌糠试样粉碎至 40 目, 用四分法将试样缩减至 200 g。粗蛋白测定依据 GB/T 6432-1994, 粗脂肪测

第一作者简介: 陈恒雷(1979-), 男, 新疆沙湾人, 在职博士, 讲师, 现从事离子束生物工程及制药工程方面的教学和研究工作。E-mail: henry511688@yahoo.com.cn.

基金项目: 新疆大学青年教师科研启动基金资助项目(070295); 国家发展改革委员会资助项目(Q 2004 2077)。

收稿日期: 2008-12-18

定依据 GB/T 6433-1994 粗纤维测定依据 GB/T 6434-1994 粗灰分测定依据 GB/T 6438-1992, 维生素 C 测定依据 GB/T 6195-1986, 维生素 B₁ 测定依据 GB/T 5009.84-2003, 维生素 B₂ 测定依据 GB/T 5009.85-2003, 磷量测定依据 GB/T 6437-2002, 钙量测定依据 GB/T 6436-2002, 铜、铁、锌、锰、镁、钾量测定依据 GB/T 13855-2003, 氨基酸测定依据 GB/T 18246-2000。

1.2.2 菌糠提取液的制备 选取干燥、无霉变具有代表性的阿魏菇菌糠试样粉碎至 40 目, 用四分法将试样缩减至 200 g。加水 1 000 mL, 煮沸 20 min, 用 6 层纱布过滤, 补充水至 1 000 mL。

1.2.3 平板培养基的制备 将阿魏菇菌糠提取液按体积比分别为 0%(对照)、10%、30%、50%、70%、100%的比例加入到 PDA 培养基中, 得到 6 种平板培养基, 分装于 250 mL 锥形瓶中, 高压蒸汽灭菌 30 min 备用。

1.2.4 培养方法 在超净工作台上将灭菌后的培养基倒入口径为 9.0 cm 的无菌培养皿中, 每皿约 8~9 mL, 摇匀并冷却制成平板。取在 PDA 试管培养基上培养好的 4 种食用菌菌丝体, 分别转接到平板培养基上, 倒置于培养箱中, 25℃无光照培养, 每个处理设 3 次重复。24 h 后开始观测菌丝生长, 以后每隔 24 h 观测 1 次。

2 结果与讨论

2.1 阿魏菇菌糠成分测定

2.1.1 常规营养成分、矿物质元素及维生素含量测定 通过阿魏菇菌糠常规营养成分、矿物质元素及维生素含量测定(见表 1), 可以看出, 以棉籽壳、玉米粉、麸皮为主料经过固体发酵得到的阿魏菇菌糠其营养成分较主料发生了很大的变化。菌糠中粗纤维含量由主料的 48.68% 下降到了 29.1%, 下降了 40%; 粗蛋白的含量为 7.11%, 较主料 5.53% 明显提高; 灰分含量为 10.46%, 较主料 4.81% 大幅提高; 由于菌袋主料中添加了 3% 的 CaCO₃ 和 1% 的 CaSO₄, 菌糠中钙的含量 4.32% 比其他食用菌菌糠普遍为高; 矿物质元素含量丰富, 钾和镁的含量达到 880 mg/100g 和 220 mg/100g, 铁 24.2 mg/100g, 锌 5.6 mg/100g, 锰 3.2 mg/100g 含量较高; 维生素含量丰富, 尤其以维生素 C 含量 3.61 mg/100g 为最高。阿魏菇菌糠中的纤维素和木质素已被大量降解, 粗纤维的含量大幅度下降, 碳水化合物的含量大幅提高。采菇后的菌糠中留有大量的菌丝残体蛋白, 粗蛋白含量高达 7.11%, 高于棉子壳, 接近玉米粉。此外, 阿魏菇菌糠中丰富的矿物质元素和维生素是一般栽培料不能替代的, 若将阿魏菇菌糠部分替代棉籽壳、麸皮或玉米粉进行其它食用菌的栽培, 既可提供丰富的营养基质, 又可大大降低生产成本。

2.1.2 氨基酸含量测定 通过阿魏菇菌糠氨基酸含量测定结果(见表 2)可以看出, 阿魏菇菌糠中含有 17 种氨

基酸, 其中尤其以谷氨酸含量 0.71% 为最高, 天门冬氨酸 0.43% 次之, 精氨酸、丝氨酸、丙氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、甘氨酸、脯氨酸、苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和赖氨酸含量差别不大, 组氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、酪氨酸含量最少。氨基酸是构成蛋白质的基本单位, 氨基酸、肽与蛋白质均是有机生命体组织细胞的基本组成成分, 对生命活动发挥着举足轻重的作用。天门冬氨酸通过脱氨生成草酰乙酸而促进三羧酸循环, 谷氨酸与天冬氨酸一样, 也与三羧酸循环有密切的关系, 故是三羧酸循环中的重要成分。阿魏菇菌糠富含菌丝体, 氨基酸种类比较齐全, 含有一般栽培料所缺乏的氨基酸, 特别是与三羧酸循环密切相关的谷氨酸和天冬氨酸含量很高, 若用作其它食用菌的固体栽培料, 可为其它食用菌菌丝体和子实体的生长和发育提供必需的营养保证。

表 1 阿魏菇菌糠常规营养成分、矿物质元素及维生素含量测定结果

成分	含量/%	成分	含量/mg·(100g) ⁻¹	成分	含量/mg·(100g) ⁻¹
粗纤维	29.1	钾	880	维生素 C	3.61
粗蛋白	7.11	镁	220	维生素 B ₂	1.73
灰分	10.46	铁	24.2	维生素 B ₁	6.8×10 ⁻³
粗脂肪	0.38	锌	5.6		
钙	4.32	锰	3.2		
磷	0.15	铜	0.92		

表 2 阿魏菇菌糠氨基酸含量测定结果

成分	含量/%	成分	含量/%
天门冬氨酸(Asp)	0.43	异亮氨酸(Ile)	0.18
苏氨酸(Thr)	0.19	亮氨酸(Leu)	0.23
丝氨酸(Ser)	0.24	酪氨酸(Tyr)	0.028
谷氨酸(Glu)	0.71	苯丙氨酸(Phe)	0.22
甘氨酸(Gly)	0.22	赖氨酸(Lys)	0.18
丙氨酸(Ala)	0.24	组氨酸(His)	0.082
胱氨酸(Cys)	0.031	精氨酸(Arg)	0.25
氨酸(Val)	0.18	脯氨酸(Pro)	0.20
蛋氨酸(Met)	0.04	氨基酸总和	3.65

2.2 不同浓度阿魏菇菌糠提取液对 4 种食用菌的化感作用

通过不同浓度阿魏菇菌糠提取液对 4 种大宗食用菌菌丝长速影响试验结果(表 3)及增长率数据分析(图 1)可以看出, 浓度不同的阿魏菇菌糠提取液对 4 种大宗食用菌菌丝长速有时表现出促进作用, 有时显现出抑制作用。在 PDA 培养基中, 加入 10% 的菌糠提取液时, 对 3 种食用菌菌丝生长均有一定的促进作用, 此时杏鲍菇的菌丝长速最快; 当浓度为 30% 时, 香菇的菌丝长速最大, 促进作用最为明显, 而杏鲍菇和鸡腿菇菌丝的长速有所下降, 抑制作用开始显现; 当浓度升至 50% 时, 阿魏菇菌糠提取液对香菇菌丝长速无影响, 对杏鲍菇的抑制作用开始显现, 对金针菇的促进作用最为显著, 对鸡腿菇的抑制作用最为显著; 当浓度达到 70% 时, 对金针菇菌丝生长的促进作用迅速减弱, 对杏鲍菇、香菇菌丝长

速的抑制作用继续增强;当浓度为 100%时,对 4 种大宗食用菌菌丝长速均有抑制作用,其中,对金针菇、香菇、杏鲍菇的抑制作用最显著。

表 3 不同浓度阿魏菇菌糠提取液对 4 种食用菌菌丝长速的影响

组号	处理方式 / %	菌丝长速/cm · d ⁻¹			
		鸡腿菇	香菇	杏鲍菇	金针菇
1	0(CK)	0.265	0.225	0.319	0.310
2	10	0.261	0.259	0.339	0.369
3	30	0.190	0.267	0.314	0.398
4	50	0.138	0.224	0.287	0.457
5	70	0.157	0.204	0.257	0.325
6	100	0.191	0.170	0.213	0.278

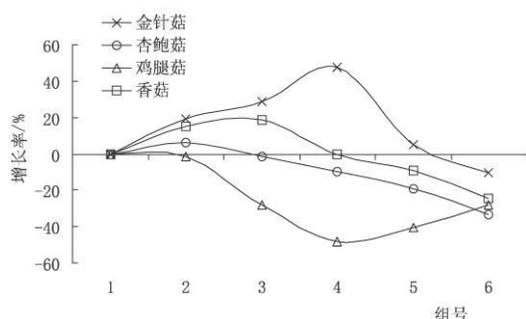


图 1 不同浓度阿魏菇菌糠提取液对 4 种食用菌菌丝增长率的影响

3 结论

应用国标法对阿魏菇菌糠的营养成分进行了全面的测定,研究发现,其粗纤维被很大程度降解,粗蛋白、碳水化合物含量较主料有大幅度提高,且富含矿物质元素、维生素和氨基酸。若将阿魏菇菌糠部分替代棉籽

壳、麸皮或玉米粉进行其它食用菌的生产,不仅可以节约资源,而且可以变废为宝,消除环境污染,延长生物质的循环链,实现经济、生态、社会效益一体化。

此外,该研究应用平板法考察了阿魏菇菌糠提取液对鸡腿菇、香菇、杏鲍菇和金针菇菌丝生长的化感效应。结果发现,阿魏菇菌糠提取液中含有的菌丝体此生代谢产物对 4 种大宗食用菌菌丝体的生长和发育表现出了不同的化感效应。当 PDA 培养基中菌糠提取液加入量分别为 30%和 50%时,对香菇和金针菇菌丝生长有明显促进作用;加入量为 50%时,明显抑制鸡腿菇的菌丝生长;除了加入量为 10%时稍稍促进杏鲍菇菌丝生长外,其它浓度均抑制杏鲍菇菌丝长速。

综合阿魏菇菌糠营养成分测定结果和其提取液对鸡腿菇、香菇、杏鲍菇和金针菇 4 种大宗食用菌的化感作用考虑,阿魏菇菌糠适宜于部分替代棉籽壳、麸皮或玉米粉进行香菇和金针菇的固体栽培,不适宜于鸡腿菇、杏鲍菇的固体栽培。

参考文献

- [1] 郁建强. 食用菌菌糠综合利用初报[J]. 再生资源研究, 1997, 18(5): 34.
- [2] 蒋冬花, 郑重. 食用菌的代谢产物[J]. 生物学杂志, 2000, 17(4): 1-3.
- [3] 陈忠纯. 阿魏菇栽培技术[J]. 干旱区研究, 1994, 11(2): 65-68.
- [4] 郭海增, 许海生, 王莎. 白灵菇废菌糠袋栽鸡腿菇高效技术[J]. 当代蔬菜, 2006(9): 30.
- [5] 王彩云, 熊祖华, 丁明. 阿魏菇菌糠栽培姬松茸技术[J]. 新疆农业科技, 2004(1): 37.
- [6] 李俐俐, 刘天学. 平菇菌糠提取液对 5 种食用菌菌丝生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(2): 430-432.

Measurement of Components from Residue of *Pleurotus ferulae* and Its Allelopathic Effects on Four Staple Edible Fungus

CHEN Heng-lei^{1,2}, WANG Yi-qun², WAN Hong-gui¹, ZENG Xian-xian²

(1. College of Life Science and Pharmacy Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China; 2. Ion Beam Bio-engineering Center, School of Physics Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang 830008, China)

Abstract: The dried, no moldy and representative samples from residue of *Pleurotus ferulae* were chosen and crushed 40 mesh, then cut short into 200 g by using quartation. The nutrient components from residue of *Pleurotus ferulae* were measured separately by using national standards act. The results showed that the crude fibre from residue of *Pleurotus ferulae* was hydrolyzed in great degree and the content of its crude protein and carbohydrate was higher than that of main material. And it was rich in mineral element, vitamin and amino acid. Then the allelopathic effects of aquatic extraction substance from residue of *Pleurotus ferulae* on mycelium growth of *Coprinus comatus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii* and *Flammulinave lutipes* were conducted by using plate method. We found that the allelopathic effects of its extraction solution on mycelium growth of four edible fungi was notable. The mycelium growth of *Lentinula edodes* and *Flammulinave lutipes* increased markedly in PDA culture medium, which contained separately 30% and 50% aquatic extraction substance. The mycelium growth of *Coprinus comatus* was inhibited in evidence in PDA culture medium, which contained 50% extraction solution. And the mycelium growth of *Pleurotus eryngii* was almost inhibited in PDA culture medium, except contained 10% extraction solution.

Key words: Residue of *Pleurotus ferulae*; Nutrient components; Edible fungi; Allelopathic effects