文章编号: 1673-1689(2011)01-0342-06

松茸、黑牛肝菌、双孢白蘑菇提取物体外抗氧化性试验研究

黄俊丽, 张 慜*
(食品科学与技术国家重点试验室 江南大学, 江苏 无锡 214122)

摘 要: 采用超氧阴离子、羟基自由基、卵磷脂脂质体体系以及测定还原力的方法, 研究了松茸、黑牛肝菌、双孢白蘑菇 3 种食用菌, 水提多糖、水提多酚、醇提多酚这 3 种不同提取方式, 所得初提物的抗氧化试验, 并测定各种处理的可溶性多糖及多酚含量。结果表明: 醇提多酚具有最强的还原力, 其中黑牛肝菌还原力最强; 3 种食用菌醇提多酚的清除超氧阴离子的能力较其他两种提取方式强; 3 种食用菌清除羟基自由基能力在醇提最大质量浓度下最强, 分别达到 59.00%、59.12%、57.19%, 卵磷脂脂质体清除率分别达到: 47.03%、37.84%、25.68%。

关键词: 松茸; 黑牛肝菌; 双孢白蘑菇; 还原力; 超氧阴离子; 羟基自由基; 卵磷脂脂质体
中图分类号: S 567.3 文献标识码: A

Study on the Antioxidant Activities of *Tricholoma matsutake* Sing., *Boletus aereus* and *Agaricus bisporus*

HUANG Jun-li, ZHANG Min*
(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: In this manuscript, the antioxidation activities of three extractions of Pine-mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.) powers, *Boletus aereus* powers and *Agaricus bisporus* powerswere evaluated by the hydroxyl radical system, superoxide radical system, reducing power, and lecithin liposome system. The results showed that alcohol extract polyphenols special for Boletus aereus exhibited the strongest reducing power. Among of three extraction processes, the alcohol extracted process demonstrated the highest superoxide anion scavenging activity. the Hydrogen peroxide scavenging activity of three kinds of edible mushrooms in the alcohol extracting are strongest, respectively 59.00%, 59.12% and 57.19%; For theLecithin liposomes scavenging activity, 1.0 mg/mL Pine-mushroom (water), Agaricus bisporus (water), *Boletus aereus* (alcohol) were achieved at 47.03%, 37.84%, 25.68%, respectively.

Key words: pine-mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.), *Boletus aereus*, *Agaricus bisporus reducing power*, superoxide anion scavenging activity, hydrogen peroxide scavenging activity, lecithin liposomes scavenging activity

收稿日期: 2010-01-25
基金项目: 国家"十一五"科技支撑计划重点项目(2008BADA1B05)。
* 通信作者: 张慜(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农副产品加工与贮藏研究。Email: min@jiangnan.edu.cn。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

自古以来, 作为食物或食物增香剂, 食用菌就一直被广泛使用。松茸是最有价值品种之一, 不仅具有特殊的香味, 也具有一些生理活性, 如降低胆固醇、抗氧化性、免疫调节、抗肿瘤等作用[1]。黑牛肝菌数量大, 商品价值最高, 目前有关野生食用牛肝菌的研究主要集中在其营养成分分析和活性物质多糖的免疫及抗肿瘤作用方面, 有关野生食用牛肝菌主要活性物质多糖组分的分离鉴定及抗氧化作用的研究还少见报道[2]。双孢白蘑菇属于高蛋白质、低热量、低脂肪食物, 还可以降低胆固醇、防止动脉血管硬化, 对高血脂及糖尿病患者有一定的食疗作用[3]。

多糖是生物有机体除蛋白质、核酸之外的第三大生物大分子。多糖作为信息分子广泛参与细胞间配体与受体的相互识别、细胞内信号转导等生理过程, 与细胞活化、增殖、分化及产生细胞因子等有关。另外, 多糖本身低毒、来源广泛, 使得多糖研究成为近年来的研究热点[4]。多糖具有多种生物活性, 某些多糖不但具有抗癌、抗病毒、抗衰老等作用, 还是理想的免疫增强剂[5]。酚类化合物广泛存在于植物食品中, 由于其羟基取代的高反应性和吞噬自由基的能力而有很好的抗氧化活性[6]。作者对 3 种食用菌冷冻干燥粉末, 采用不同提取方式获得初提物, 并对各种处理进行抗氧化性研究。

1　材料与方法

1.1　材料与试剂

黑牛肝菌、松茸: 采自云南食用菌研究所基地, 放冰块于包装温箱中, 当天空运到无锡; 白蘑菇: 无锡惠山区农林局提供, 采后 1 h 内运送到试验室; 上述食用菌于 70±2 ℃的烘箱中烘干。

邻二氮菲, 双氧水, 硫酸亚铁, 十二水磷酸氢二钠, 二水磷酸二氢钠, 三羟甲基氨基甲烷盐酸盐, 浓盐酸, 邻苯三酚, 铁氰化钾, 三氯乙酸, 氯化铁, 氯化钠, 对氨基苯磺酸, 盐酸萘乙二胺, 亚硝酸钠, 卵磷脂, 抗坏血酸: 均为分析纯试剂。

1.2　仪器与设备

台式 AO 型气流粉碎机: 宜兴清新粉体机械有限公司产品; 冷冻水浴恒温振荡器: 江苏金坛亿通电子有限公司产品; TDL-60 台式离心机: 上海安亭科学仪器厂; FA1104 型电子天平: 上海天平仪器厂产品; 恒温水浴锅: 郑州长城科工贸有限公司产品; 超低温冰箱 U410: New Brunswick Scientfic 公司产品; Labconco 冻干机: Labconco 公司产品; 721 型紫外可见分光光度计: 上海精密科学仪器有限公司产品; UV-2100 紫外可见分光光度计, 农尼科(上海)仪器有限公司产品。

1.3　试验方法

取 3 种不同食用菌, 按 1 g∶ 30 mL 的比例加入蒸馏水于 500 mL 烧杯中, 搅拌均匀, 以保鲜膜封口, 然后分进行水提和醇提, 提取条件如下:

1.3.1　水提取多糖条件　90 ℃恒温水浴锅中, 水提 4 h[7]。

1.3.2　水提取多酚条件　100 ℃沸水浴中浸提 30 min, 然后 4 000 g 离心 20 min, 过滤, 滤渣再反复提取 2 次, 合并滤液;

1.3.3　醇提条件　以体积分数为 80% 的乙醇作提取液, 料液比为 1 g∶ 30 mL, 在 40 ℃下水浴浸提 2 h, 浸提次数为 3 次[8]。

将上述提取液, 按一定体积比(50∶ 1∶ 1) 提取液, 220 g/L 乙酸锌溶液, 106 g/L 亚铁氰化钾溶液加入蛋白质沉淀剂, 混匀, 静置 30 min 后, 离心去除蛋白质(4 000 r/ min, 离心 20 min)。取上清液浓缩至一定体积, 加入 3 倍体积的体积分数 95% 乙醇, 于冰箱内静置过夜, 4 000 r/min 离心 20min, 弃上清液, 沉淀用体积分数 80% 乙醇洗涤离心 3 次, 将所得沉淀冻干后得到试验所需提取物, 用于试验分析。试验中处理号为: 1~ 3 为松茸 3 种提取方式所得粗提物, 4~ 6 为黑牛肝菌 3 种提取方式所得粗提物, 7~ 9 为白蘑菇 3 种提取方式所得粗提物, 所有提取物经相应处理得到处理液。

1.4　检测指标及测定方法

准确称取冻干后 0.1 g 样品, 纯水定容至 100 mL, 所得质量浓度为 1 mg/mL, 同样方法配制 0.2、0.4、0.6、0.8 mg/mL 的溶液, 进行如下试验。

1.4.1　还原力的测定　铁氰化钾还原法[9]: 在 2.5 mL pH6.6 的磷酸盐缓冲液中加入不同浓度的样品液 2.5 mL, 质量分数 1% 的铁氰化钾溶液 2.5 mL, 混合物在 50 ℃恒温 20 min 后, 再加入 2.5 mL 体积分数 10% 的三氯乙酸溶液, 然后以 3 000 r/ min 离心分离 10 min, 取上层清液 5 mL 加蒸馏水 5 mL 和质量分数 0.1% $FeCl_3$ 溶液 1 mL, 在 700 nm 处测定吸光度, 吸光度越高, 还原能力越强。

1.4.2　抑制超氧阴离子($O^{2-}\cdot$) 活性试验　邻苯三酚法[10]。邻苯三酚在碱性条件下自氧化形成中间产物 $O^{2-}\cdot$, 此自由基能促进邻苯三酚的自氧化, 因此通过测定某物质对邻苯三酚自氧化的抑制作用, 即可表征其对 $O^{2-}\cdot$ 的清除作用。

取 10 支 10 mL 试管, 各加入 0.05 mol/L Tris-HCL 缓冲液 4.5 mL, 置于 25℃ 水浴中预热

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

20min, 分别加入 1 mL 不同浓度溶液和 0.4 mL 25 mmol/L 邻苯三酚溶液, 混匀后于 25℃水浴中反应 4 min 后, 立即加入两滴 8 mol/L HCl 终止反应, 320 nm 处测定吸光度(A_i), 空白对照组以相同体积的蒸馏水代替。清除率计算公式为:

$$O^{2-}\cdot \text{清除率}(\%)=\frac{(A_0-A_1)}{A_0}\times 100\% \quad (1)$$

式中: A_0 为空白液的吸光值; A_1 为待测样品的吸光值。

1.4.3 清除羟自由基(·OH)活性试验 Fenton 反应[10]。利用 H_2O_2 与 Fe^{2+} 混合产生·OH, 邻二氮菲-Fe^{2+} 水溶液经·OH 氧化为邻二氮菲-Fe^{3+} 后, 其最大吸收峰消失, 然后测定其吸光度的变化。

取 8 支 10 mL 比色管, 均依次加入 1 mL pH 8.20 的 Tris-HCL 溶液、0.3 mL 7.5 mmol/L 硫酸亚铁铵溶液和 0.3 mL 7.5 mmol/L 的邻二氮菲溶液, 1 号为空白, 3~7 号分别加入 0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0 mL 1 mg/mL 样品溶液, 8 号加入 1 mL 0.2 mg/mL 的 VC 溶液, 最后往 2~8 号分别加入 1 mL 7.5 mmol/L H_2O_2 溶液, 定容至刻度。在 37℃水浴中反应 1 h, 在 510 nm 下测吸光度 A, 计算对·OH的清除率。

$$\cdot OH \text{ 清除率}(\%)=\frac{(A_3-A_2)}{(A_1-A_2)}\times 100\% \quad (2)$$

式中: A_1 和 A_2 分别为体系不加 H_2O_2 和加 H_2O_2 时的吸光度, A_3 为加入多糖溶液后的吸光度。

1.4.4 在卵磷脂脂质体中抗氧化活性的测定 试剂的配置[11]: 制备脂质体 PBS 分散体系(LLS), 30 mg 卵磷脂溶解于 30 mL 10 mmol/L pH7.4 的 PBS 中, 冰浴震荡。制成三氯乙酸(TCA)-硫代巴比妥酸(TBA)-盐酸(HCl)混合液: 15 gTCA, 0.37 gTBA, 2.1 mL 浓盐酸依此加入 100 mL 水中。

测定步骤: 样品管中依此加入 1 mL 卵磷脂、1 ml 40 μmol/L 三氯化铁溶液($FeCl_3$)、1 mL 400 μmol/L 抗坏血酸和 1 mL 样品, 混匀。避光于 37℃水浴 60 min, 再加入 2 mL TCA-TBA-HCI 混合液, 100℃水浴 15 min, 迅速冷却, 以 5 500 r/min 转速离心 20 min, 取上清液在 532 nm 测吸光值 As, 空白管以 1 mL 重蒸水代替 1 mL 样品, 操作方法同样品管, 可测得空白管的吸光度 Ac。

$$\text{清除率 } I(\%)=\frac{(Ac-As)}{Ac}\times 100\% \quad (3)$$

式中: Ac 为空白液的吸光值; As 为待测样品的吸光值。

1.4.5 总酚含量的测定 福林酚试剂法[12]。取 1.0 mL 样品提取液, 依次加入 5.0 mL 水、1 mL 福林酚显色剂和 3 mL 质量分数 7.5% 碳酸钠溶液, 摇匀, 显色 2 h, 在 765 nm 波长下测定吸光度。每组试验重复 3 次。

1.4.6 总糖含量的测定 采用苯酚-硫酸法测定。吸取 1 mL 样品液, 1 mL 质量分数 5% 苯酚加入 5 mL 浓硫酸的试管摇匀, 10 min 后, 放入 30℃水浴中 20 min, 以空白试剂调零, 在 490 nm 波长比色, 由标准曲线计算含量。每组试验重复 3 次。

2 结果与讨论

2.1 还原力的测定

3 种食用菌不同提取方式所得提取物还原力结果测定如图 1。处理号 1~3 为松茸冷冻干燥粉末的结果, 提取方式依次为 90℃水 4 h 提取、100℃水 0.5 h 提取、40℃体积分数 80% 乙醇提取。处理号 4~6 为黑牛肝菌测定结果, 7~9 为白蘑菇测定结果。还原能力是表示抗氧化物质提供电子能力的重要指标, 抗氧化物质通过提供电子可使自由基变成稳定的分子, 从而失去活性。许多研究证实抗氧化活性同还原力是密切相关的[13]。

由图 1 可以清晰看出 3 种食用菌提取方式 3 所得初提物还原力相对其他两种提取方式较高, 同时相同质量浓度下, 黑牛肝菌还原力最强, 在低浓度下, 松茸较双孢白蘑菇还原力强, 高浓度下, 还原力基本一致。双孢白蘑菇还原力在 3 种食用菌中, 还原力最低, 表现在同等提取及测定操作条件下, 处理号 7 第一个数值与处理号 8 第一至 3 个数值均测不出来, 即双孢白蘑菇提取方式 1、2 所得的低质量浓度样液中, 无法测定还原力大小。同一组试验结果中, 还原力随着其质量浓度的增大而增强。

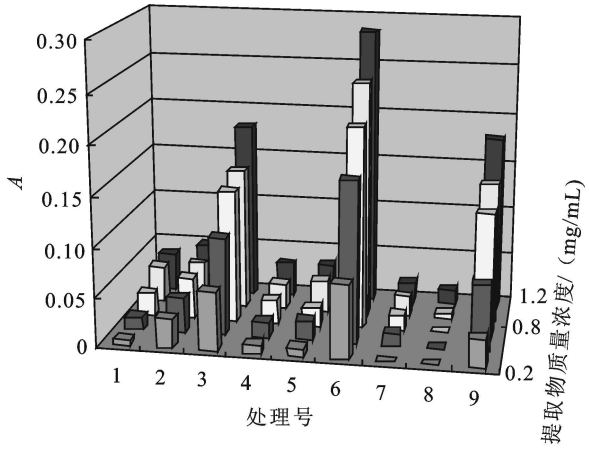


图 1 3 种食用菌粉末不同提取物还原力测定

Fig. 1 Reducing power of extracts from the three edible mushrooms´ powders

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2 清除超氧阴离子($O^{-}{}^{2}\cdot$)活性的测定

生物体内氧化还原反应中, 大致有 2% ~ 5% 的氧会产生超氧自由基, 超氧自由基的毒性是机体发生氧中毒的主要原因, 表现在使核酸链断裂、多糖解聚和不饱和脂肪酸过氧化作用, 进而造成遗传突变、膜损伤、酶系失活、线粒体氧化磷酸化作用改变等一系列变化[14]。其在 3 种食用菌不同提取方式所得提取物结果测定如图 2。清除超氧阴离子试验结果中, 提取方式并不是最明显影响因素, 但提取方式 3 所得结果依旧占据超氧阴离子清除率优势。而 3 种食用菌清除超氧阴离子强弱的顺序为黑牛肝菌、双孢白蘑菇、松茸, 与还原力中结果黑牛肝菌、松茸、双孢白蘑菇略为不同。同一组试验结果中, 清除超氧阴离子能力随着其质量浓度的增大而增强。

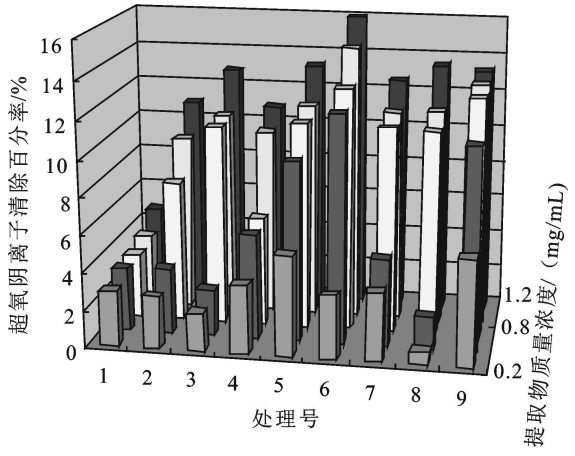


图 2　3 种食用菌粉末不同提取物超氧阴离子清除率的测定

Fig. 2　Superoxide anion scavenging activity of extracts from the three edible mushrooms´powders

2.3 清除羟自由基(·**OH**)活性的测定

羟自由基(·OH)清除率是反映物质抗氧化作用的重要指标。·OH 在其氧原子上含有一个未配对电子, 夺取电子的能力很强, 是体内最活泼的活性氧, 可介导许多病理变化。3 种食用菌不同提取方式所得提取物清除羟自由基结果测定如图 3。此组试验结果中, 清除羟自由基能力强弱与提取方式没有还原力以及清除超氧阴离子中明显呈规律, 在同一种食用菌内不同, 3 种食用菌间也不同, 即无法整体判断提取方式的优劣, 也无法整体判断哪种食用菌在清除羟自由基方面的优劣。3 种食用菌均在提取方式 3 下初提物质量浓度 1.0 mg/mL 时, 清除羟自由基能力最大, 依次为 59.00%、59.12%、57.19%, 较其对应超氧阴离子清除率 12.79%、15.97%、13.20% 大, 说明各食用菌清除羟自由基强于清除超氧阴离子的能力。同一组试验结果中, 清除羟自由基(·OH)能力随着其浓度的增大而增强。

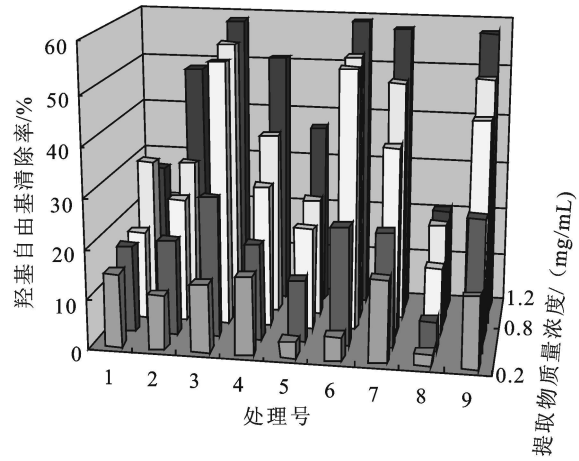


图 3　3 种食用菌粉末不同提取物羟基自由基清除率的测定

Fig. 3　Hydrogen peroxide scavenging activity of extracts from the three edible mushrooms´powders

2.4 在卵磷脂脂质体中抗氧化活性的测定

卵磷脂 C-2 位上所含极低密度脂蛋白和低密度脂蛋白的过不饱和脂肪酸, 在亚铁离子的催化下, 经振荡能诱发脂质过氧化产生烷氧基(LO·)和烷基过氧基(LOO·)。在加热的条件下, 过氧化物可与硫代巴比妥酸(TBA)反应产生红色化合物, 并在波长 532 nm 处有显著的光吸收[13]。试验利用这种原理, 研究 3 种食用菌不同提取方式所得提取物清除卵磷脂脂质体结果测定如图 4。

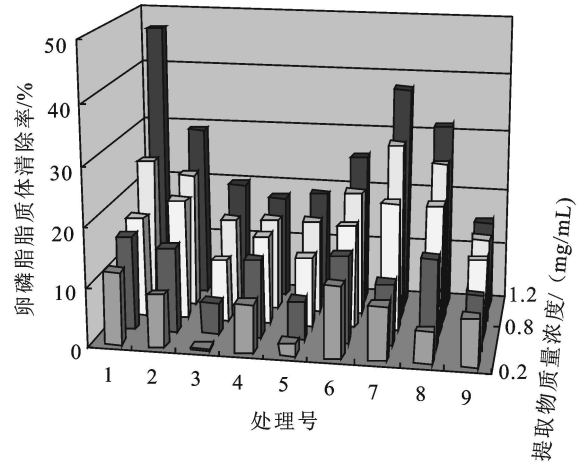


图 4　3 种食用菌粉末不同提取物卵磷脂脂质体清除率的测定

Fig. 4　Lecithin liposomes scavenging activity of extracts from the three edible mushrooms´powders

松茸和双孢白蘑菇清除卵磷脂脂质体的变化规律相似, 根据提取方式有较为明显的强弱变化: 提取方式 1、提取方式 2、提取方式 3, 松茸乙醇提取

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的 0.2 mg/mL 数值 0.27, 很小, 在图中显示最低, 其水提方式 1 的 1.0 mg/mL 质量浓度数值结果为 47.03%, 最大。而黑牛肝菌清除率的强弱变化规律为: 提取方式 3、提取方式 1、提取方式 2, 即松茸、双孢白蘑菇水提方式优于乙醇提取效果。其各种食用菌最大结果间强弱比较: 松茸水提多糖 1.0 mg/mL 为 47.03%、双孢白蘑菇水提多糖 1.0 mg/mL 为 37.84%、黑牛肝菌醇提多酚 1.0 mg/mL 为 25.68%。同一组试验结果中, 清除卵磷脂脂质体能力随着其质量浓度的增大而增强。

2.5 总酚与总糖质量分数的测定

目前, 很多研究多糖、多酚的抗氧化性, 如陈金娥等人研究红茶、绿茶、乌龙茶活性成分抗氧化性, 其中: 醇提得到各种茶多酚提取液, 水提得到各种茶多糖提取液[15]。作者试验中测得 3 种食用菌不同提取方式所得提取物中可溶性多糖、多酚含量如图 5。图 5 显示的结果与这一结论基本相似: 水提多糖质量分数高, 醇提多酚质量浓度高, 即处理 1、4、7 多糖质量分数与处理 3、6、9 多酚质量浓度很明显。处理 5、9 多糖质量分数很低, 显示偏低。每种食用菌内, 3 种处理方式所得初提物多酚质量浓度依次增加, 而多糖质量分数变化趋势不甚明显。

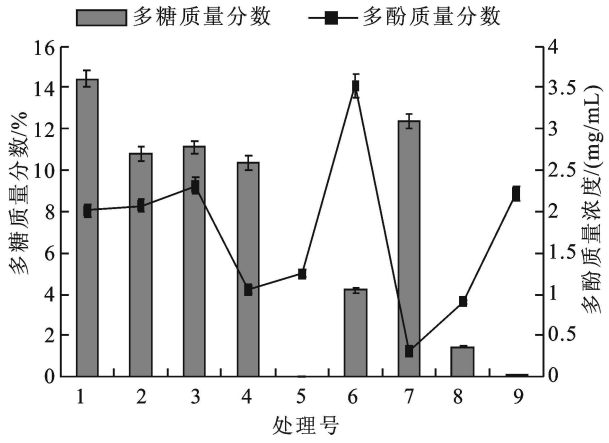


图 5 3 种食用菌粉末不同提取物可溶性总糖和总酚的测定

Fig. 5 Content of of the solube total sugar content and total phenolic compounds of extracts from the three edible mushrooms´powders

3 结 语

1) 本试验采用 3 种体系以及通过测定还原力的方法, 研究了松茸、黑牛肝菌、双孢白蘑菇 3 种食用菌, 水提多糖、水提多酚、醇提多酚这 3 种提取方式, 测定所得初提物的抗氧化试验。结果表明醇提多酚具有最强的还原力, 其中黑牛肝菌还原力最强。

2) 清除超氧阴离子的能力结果显示 3 种食用菌醇提多酚的较其他两种提取方式强。

3) 清除羟基自由基能力在醇提最大质量浓度下最强。

参考文献(References):

[1] Hyun-Woo Lima, Jung-Hye Yoon, Young-Suk Kimb, et al. Free radical-scavenging and inhibition of nitric oxide production by four grades of pine mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.)[J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 1337-1342.

[2] 杨立红, 刘林德, 钟旭生, 等. 野生牛肝菌多糖的分离鉴定及其抗氧化性研究[J]. 食品科学. 2008, 29(8): 335-338.
YANG Li-hong, LIU Lin-de, ZHONG Xu-sheng, et al. Separation and identification of polysaccharides from natural boletus and their antixidant activities[J]. **Food Science,** 2008, 29(8): 335-338. (in Chinese)

[3] 张明春, 郭丽娟. 双孢菇保鲜研究[J]. 食品科学, 1997, 18, (12): 56-58.
ZHANG Ming-chun, GUO Li-juan. Study on agaricus bisporus preservation[J]. **Food Science,** 1997, 18, (12): 56-58. (in Chinese)

[4] 刘博, 徐德昌. 真菌多糖研究进展[J]. 中国甜菜糖业, 2007, (3): 26-29.
LIU Bo, XU De-chan. The development of fungal polysaccharides research[J]. **China Beet and Sugar,** 2007, (3): 26-29. (in Chinese)

[5] 李义, 陈星, 李红霞等. 马兰水溶性粗多糖提取工艺的研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(1): 161-163.
LI Yi, CHEN Xing, LI Hong-xia, et al. Technology for extracting water-soluble coarse polysaccharides of Kalimeris indica[J]. **Transactions of the CSAE,** 2006, 22(1): 161-163. (in Chinese)

[6] 郭慧敏, 余杰, 陈美珍. 大豆分离蛋白酶解物清除羟自由基作用的研究[J]. 食品科学, 2002, 23(1): 43-47.
GUO Hui-min, YU Jie, CHEN Mei-zhen. Study on the hydroxylardical scavenging activity of soy protein isolates enzymic

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

hydrolysates[J]. **Food Science,** 2002, 23(1):43- 47. (in Chinese)

[7] LUA Jia-hui, MENGA Qing-fan, RENA Xiao-dong, et al. International biotechnology symposium and exhibition. extraction and antitumor activity of polysaccharides from Tricholoma matsutake[J]. **Journal of Biotechnology,** 2008, 136(1): 469.

[8] 刘文聪. 乙醇法提取姬松茸多酚物质的研究[J]. 福建轻纺. 2009, 2(25):49- 51.
LIU Wen-chong. Study on ethanol extraction of polyphenols from *Agaricus blazei* mycelia[J]. **Fu Jian Textile,** 2009, 2(25):49- 51. (in Chinese)

[9] Shu-Yao Tsai, Hui-Li Tsai, Jeng-Leun Mau. Antioxidant properties of Agaricus blazei, Agrocybe cylindracea, and Boletus edulis[J]. **LWT**, 40(2007): 1392- 1402.

[10] 李志洲. 美味牛肝菌多糖的抗氧化性[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(4):49- 51.
LI Zhi-zhou. Study on the antioxidative activity of boletus edulis bull polysaccharide[J]. **Food and Fermentation Industries,** 2007, 33(4): 49- 51. (in Chinese)

[11] 周波, 王晓红, 陈丽丽, 等. 玉米紫色植株色素体外抗氧化活性实验研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(4): 23- 25.
ZHOU Bo, WANG Xiao-Hong, CHEN Li-Li, et al. Antioxidant activities of pigment from maize purple plant in vitro[J]. **Modern Food Science and Technology,** 2007, 23(4): 23- 25. (in Chinese)

[12] I Amin, Y Norazaidah K I, Emmy Haini. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched Amaranthus species[J]. **Food Chemistry**, 2006, 94:47- 52.

[13] 阎娥, 刘建利, 原江锋, 等. 蚕豆壳中原花青素的提取及抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2009, 2(30): 65- 67.
YAN E, LIU Jian-li, YUAN Jiang-feng, et al. Study on extraction and antioxidation activity of procyanidins from broad bean shell[J]. **Science and Technology of Food Industry,** 2009, 2(30): 65- 67. (in Chinese)

[14] 徐静娟, 邬敏辰, 许钢. 茶树菇提取物抗氧化性的研究[J]. 安徽农业科学. 2007, 35(30): 9683- 9484.
XU Jing-juan, WU Min-chen, XU Gang. Study on the antioxidation of agrocybe cylindracea extracts[J]. **Journal of Anhui Agri Sci,** 2007, 35(30):9683- 9484. (in Chinese)

[15] 陈金娥, 丰慧君, 张海容. 红茶、绿茶、乌龙茶活性成分抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(03): 62- 66.
CHEN Jin-e, FENG Hui-jun, ZHANG Hai-rong. Effects of active ingredients in black tea, green tea and oolong tea on antioxidant capability[J]. **Food Science,** 2009, 30(3): 62- 66. (in Chinese)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net