

产云芝胞外多糖发酵工艺优化及抗氧化活性研究

王吉中, 耿卢婧, 许春平*

(郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 试验对云芝发酵生产胞外多糖的培养基进行优化并对其抗氧化活性进行研究, 通过单因素试验和中心组合设计并用 Design-Expert 7.0 软件对实验结果进行分析, 确定培养最优条件为氮源 5.870 g/L 多价胨, 碳源 53.120 g/L 麦芽糖, 起始 pH 值为 5, 温度 28℃, 搅拌发酵转速 150 r/min, 多糖得率为 10.098 2 g/L; 对发酵多糖进行提取分离和脱蛋白处理得到 EPS, 然后用邻二氮菲法和 DPPH 法测定了 EPS 的抗氧化活性, 结果表明, EPS 对 ·OH 自由基和 DPPH· 自由基均具有较高的清除率, 且具有较好的量效关系, 说明云芝 EPS 具有较强的抗氧化活性。

关键词: 云芝; 胞外多糖; 中心组合设计; 抗氧化活性

中图分类号: TQ 92 文献标志码: A 文章编号: 1673-1689(2012)07-0752-07

Fermentation and Extraction of Polysaccharides from *Coriolus versicolor* and Its Antioxidant Activity

WANG Ji-zhong, GENG Lu-ying, XU Chun-ping*

(College of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: By using single factor experiment and central composite design, the optimal culture conditions of *Coriolus versicolor* for polysaccharides production were determined as polyptone 5.870 g/L, maltose 53.120 g/L, pH 5, temperature 28℃ shear speed 150 r/min. Under these conditions, the EPS production reached at 10.0982 g/L. Furthermore, EPS were treated by Sevag method to remove the protein and purified by gel filtration on Sepharose CL-6B chromatography. The antioxidant activity was determined by Phenanthroline-Fe²⁺ method and DPPH assay. The polysaccharides showed notable inhibitory activity of OH and DPPH radical. Thus, the EPS from *C. versicolor* may be supplied as one natural healthy food.

Key words: *Coriolus versicolor*, extraction of polysaccharides, central composite design, antioxidant activity

云芝(*Coriolus versicolor*)又名彩绒革盖菌、杂色云芝、彩绒菌和瓦菌等, 隶属非褶菌目, 多孔菌科, 栓菌属^[1]。子实体一般较小, 无柄, 呈覆瓦状排列。云芝是中药和食品中用途最为广泛的真菌之一^[2-3], 具有健脾利湿、止咳平喘、清热解毒、抗肿瘤

等功能。云芝中含有多种生理活性成分, 其中最主要的成分之一就是云芝多糖。

云芝多糖相对分子质量在 10 万以上, 是富含 β-(1,3)糖苷键的葡聚糖, 同时含有甘露糖、木糖、半乳糖、鼠李糖和阿拉伯糖^[1]。研究发现, 云芝多糖

收稿日期: 2011-08-22

基金项目: 郑州市科技计划项目(10PTGG339;112PPTGY249); 郑州轻工业学院校博士基金项目(20100426)。

作者简介: 王吉中(1975-), 男, 河南周口人, 理学硕士, 讲师, 主要从事生物技术研究。E-mail: wangjizhong75@163.com

*通信作者: 许春平(1977-), 男, 河南焦作人, 工学博士, 教授, 主要从事生物技术研究。E-mail: c. p. xu@zzuli.edu.cn

具有多种药理和生理功能^[4-5],从云芝子实体中提取的多糖均具有极强烈的抑制癌细胞活性,抗氧化活性和免疫调节功能^[6],是良好的免疫增强剂,可提高动物机体 IgM 的量等作用;云芝多糖同时具有保肝护肝作用,可显著降低血清转氨酶,对肝组织病变和肝坏死有明显的修复作用。近年来,人们对云芝子实体多糖的提取方法^[7]和功能已进行了大量的研究,但就发酵云芝生产胞外多糖(EPS)和EPS功能及应用方面的研究还很少,作者利用中心组合设计试验探寻云芝发酵生产EPS的培养基配方,并对EPS生理活性进行初探,为大规模发酵生产云芝EPS及其在医药食品行业中的进一步应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

云芝菌株为作者所在试验室保藏。

固体培养基:葡萄糖 30 g/L,酵母粉 3 g/L,2 g/dL 琼脂;基础培养基:葡萄糖 30 g/L,酵母粉 3 g/L;改良PDA培养基,250 g/L 土豆、葡萄糖 10 g/L、蛋白胨 4 g/L;液体种子培养基(基础培养基):葡萄糖 30 g/L,蛋白胨 3 g/L。

QRC-200 恒温振荡培养箱:上海福玛实验设备有限公司产品;SW-CJ-2FD 超净工作台:苏泰集团产品;METTLER 4E200 电子分析天平:上海沛欧分析仪器有限公司产品;SPX-160 B-2 恒温培养箱:上海福玛实验设备有限公司产品;RE-52AA 旋转浓缩仪:上海亚荣生化仪器厂产品。

1.2 实验方法

1.2.1 发酵时间的确定 使用直径 0.5 cm 的打孔器,从固体平板培养基上取下两片位于菌落边缘的菌体,接种于液体种子培养基中(250 mL 三角瓶,50 mL 培养液),在 26 °C,150 r/min 条件下培养 5 d;然后以质量分数 4%的接种量将种子培养液接种于基础培养基中培养,每两天测定一次菌丝和EPS含量,以确定最佳发酵时间。

菌丝质量浓度/(g/L) = 菌丝干质量(g)/发酵液体积(L)。

EPS含量的计算:取一定体积的发酵液,抽滤菌丝得到的滤液,浓缩后加入4倍体积的无水乙醇,4 °C 过夜。10 000 r/min 离心 10 min,用 250

mL 蒸馏水溶解沉淀;然后用苯酚硫酸法测定发酵液中多糖质量浓度(g/L)。

1.2.2 培养基及培养条件优化 氮源:在碳源为葡萄糖(30 g/L)的条件下,实验选择的氮源有大豆粉、多价胨、蛋白胨、酵母粉、牛肉膏、胰蛋白胨、硝酸钠、硫酸铵和尿素等共 9 种,质量浓度为 3 g/L 发酵培养 8 d,测定不同氮源发酵条件下的菌丝和EPS含量,确定发酵最佳氮源。

碳源:在氮源为多价胨(质量浓度为 3 g/L)的条件下,实验选择木糖、果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖和山梨醇等 6 种材料作为碳源,质量浓度为 30 g/L,培养 8 d,确定发酵最佳碳源。

无机盐:在氮源为多价胨和碳源为麦芽糖的条件下,实验选择的无机盐有磷酸二氢钾、硫酸镁、氯化钠、氯化钙、硫酸亚铁和氯化锰等共 6 种,浓度为 5 mmol/L,并设自来水作空白对照,发酵培养 8 d,确定发酵最佳无机盐。

起始 pH:用多价胨(3 g/L)、麦芽糖(30 g/L)和蒸馏水配制培养基;之后使用 1 mol/L 的氢氧化钠溶液和 1 mol/L 的盐酸溶液调节培养基 pH 值分别为 4、5、6、7、8、9,26 °C 下发酵培养 8 d,确定发酵最佳 pH 值。

温度:选用多价胨(3 g/L)、麦芽糖(30 g/L)和蒸馏水配制培养基,调节 pH 值为 5;分别在 20、25、28 °C 以及 30 °C 条件下培养 8 d,确定发酵最佳温度。

1.2.3 中心组合试验 选取麦芽糖和多价胨为考察因素,根据预实验的结果,确定两个因素的中心点;用 Design expert 7.0 设计一个 2 因素 5 水平(见表 1)的中心组合试验表(见表 2);然后按中心组合试验表进行实验并对结果进行分析。

表 1 中心组合试验因素水平表

Tab. 1 Experimental range and levels of the independent process variables according the central composite design

| 水平 | 因素 | |
|--------|-----------|----------|
| | 麦芽糖/(g/L) | 多价胨(g/L) |
| -1.414 | 35.86 | 4.59 |
| -1.000 | 40.00 | 5.00 |
| 0 | 50.00 | 6.00 |
| 1.000 | 60.00 | 7.00 |
| 1.414 | 64.14 | 7.41 |

1.2.4 云芝 EPS 抗氧化性能的测定 云芝发酵后经过滤分离得发酵液,发酵液经浓缩后加 4 倍无水乙醇,4 °C 沉降过夜,10 000 r/min 离心 10 min,得沉淀。然后用 $v(\text{氯仿}) : v(\text{正丁醇}) = 5 : 1$ 除蛋白,再由无水乙醇沉淀,冷冻干燥即得 EPS。

邻二氮菲法测定云芝 EPS 对 $\cdot\text{OH}$ 自由基的清除率,按参考文献[8]测定。

云芝 EPS 对有机自由基 DPPH \cdot 的清除率测定,按参考文献[9]测定。

2 结果与分析

2.1 发酵时间的确定

用基础培养基对桦褐孔菌进行发酵培养 14 d,每 48 h 取出 3 瓶发酵液,测得菌丝和多糖含量随发酵时间的变化结果见下图 1。

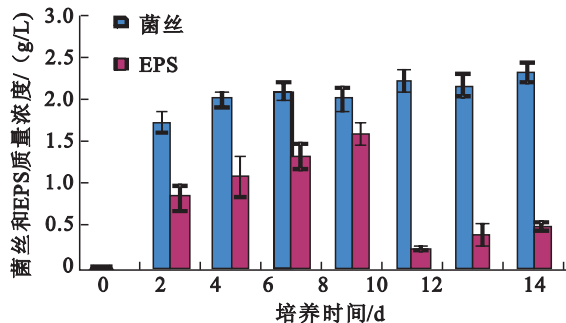


图 1 菌丝和 EPS 发酵时间与质量浓度的关系

Fig. 1 Relationship between mycelium and EPS production

由图 1 结果可知:菌丝质量浓度在整个发酵过程中呈上升趋势;而 EPS 的质量浓度则是随发酵过程逐渐增加,第 8 天达到最大值,之后,又出现下降趋势。依此确定最佳培养时间为 8 d。

2.2 培养基及培养条件优化

2.2.1 氮源的确定 实验测定了不同的氮源对菌丝和 EPS 质量浓度的影响,结果见图 2。

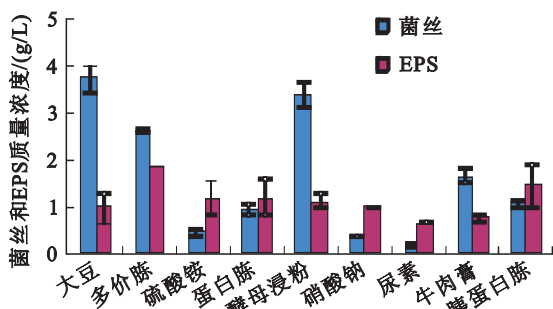


图 2 氮源对菌丝和 EPS 质量浓度的影响

Fig. 2 Effect of carbon source on mycelial growth and EPS

production

结果表明:不同的氮源对毛云芝的菌丝含量影响很大,但对其 EPS 产量的影响相对较小;同时可以看出在使用多价胺时,菌丝干重和 EPS 质量浓度都比较高,因此,选用多价胺作为最佳氮源。

2.2.2 碳源的确定 测定了不同的碳源对菌丝和 EPS 质量浓度的影响,结果见图 3。

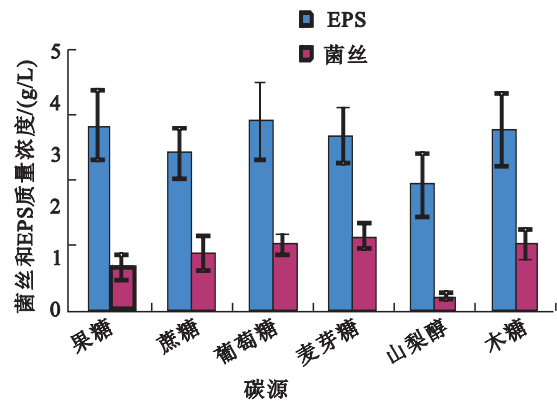


图 3 碳源对菌丝和 EPS 质量浓度的影响

Fig. 3 Effect of carbon source on mycelial growth and EPS production

由图 3 可知,单糖作为碳源时,菌丝产量相对较高,而 EPS 的产量则是麦芽糖时最高,因此确定麦芽糖为最佳碳源。

2.2.3 无机盐的选择

测定了不同的无机盐对菌丝和 EPS 质量浓度的影响,结果见图 4。

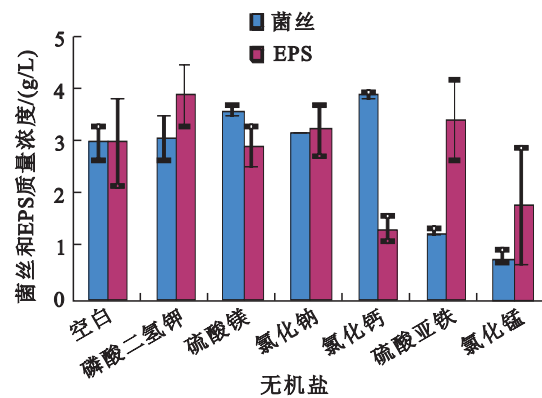


图 4 无机盐对菌丝和 EPS 质量浓度的影响

Fig. 4 Effect of mineral source on mycelial growth and EPS production

由图 4 可知:与对照相比,大部分常见无机盐对菌丝和 EPS 质量浓度的影响不大,但二价铁离子和锰离子对菌丝生长有抑制作用。所以培养基配

使用自来水配制,不额外添加无机盐。

2.2.4 pH 值的选择 测定了不同的 pH 值条件对菌丝和 EPS 质量浓度的影响,结果见图 5:

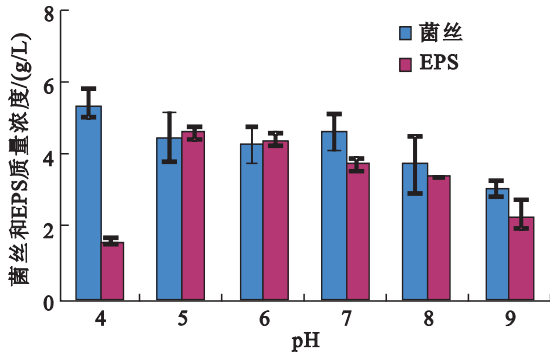


图 5 pH 对菌丝和 EPS 质量浓度的影响

Fig. 5 Effect of pH on mycelial growth and EPS production

由图 5 可知:在 pH 值为 4 时,菌丝质量浓度最高,但 EPS 质量浓度最低;pH 值为 5 时, EPS 质量浓度最高,之后,随着 pH 值的增大, EPS 质量浓度随之降低,因此,选择最佳培养 pH 值为 5。

2.2.5 温度的确定 测定了不同的温度对菌丝和 EPS 质量浓度的影响,结果见图 6:

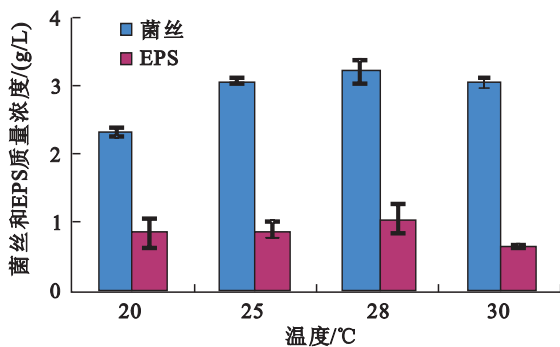


图 6 温度对菌丝和 EPS 质量浓度的影响

Fig. 6 Effect of temperature on mycelial growth and EPS production

结果表明,温度为 20 °C 和 25 °C 时, EPS 得率没有明显变化,温度为 28 °C 时, EPS 的质量浓度最高,因此,最佳培养温度选择 28 °C。

2.3 中心组合试验

根据预实验结果选择试验水平的中心点并确定各水平的步长,中心组合试验的安排见表 2。

表 2 中心组合试验设计和结果

Tab. 2 Results of the central composite design

| 组号 | 麦芽糖含量 | 多价脲含量 | Mycelial dry weight/(g/L) | EPS 质量浓度/(g/L) |
|----|--------|--------|---------------------------|----------------|
| 1 | 0 | -1.414 | 6.12±0.1414 | 8.42±0.7801 |
| 2 | -1 | 1 | 6.74±0.2828 | 2.73±0.3145 |
| 3 | 0 | 0 | 8.38±0.1414 | 9.57±2.5919 |
| 4 | 1 | -1 | 7.27±0.2411 | 7.07±2.8519 |
| 5 | 1.414 | 0 | 8.13±0.07571 | 7.93±0.0156 |
| 6 | 0 | 0 | 8.06±0.5656 | 10.64±3.451 |
| 7 | -1 | -1 | 5.53±0.5856 | 6.99±1.1030 |
| 8 | 1 | 1 | 7.71±0.4101 | 9.07±0.1006 |
| 9 | 0 | 0 | 7.24±0.1697 | 9.40±0.8891 |
| 10 | 0 | 1.414 | 7.51±0.2121 | 4.77±0.0754 |
| 11 | -1.414 | 0 | 6.38±0.1697 | 5.82±0.7045 |

选取响应值为菌丝得率,自变量为显著因子水平,得到响应面的二阶经验模型:

$$Y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} x_i^2$$

式中:Y 为预测响应值,即菌丝得率;b 为回归系数; x_i 为自变量的编码水平,它与自变量真实值 X_i 的关系为: $X_i = (x_i + X_{i0})/\Delta X_i$; 式中: X_{i0} 为试验中心点处自变量的真实值; ΔX_i 为自变量变化步长。

用 Design-Expert 7.0 的试验设计工具箱对试验数据进行回归拟合。并对拟合方程和相关的因子作方差分析,可以得到响应面方程和最大菌丝得率的发酵培养条件,和应用于分析的响应面和等高线直观图。

2.3.1 二次多项回归模型方程方差分析结果 设计 $\alpha=1.414$ 的两因素五水平的试验及其发酵培养的方差分析结果见表 3。

表 3 二次多项回归模型方程方差分析结果

Tab. 3 Analysis of variance (ANOVA) for the fitted quadratic polynomial model

| 方差 | 自由度 (DF) | 平方和 (SS) | 均方和 (MS) | F-值 | $Pr > F$ |
|---------|----------|----------|----------|-------|----------|
| 模型 | 5 | 51.13 | 10.23 | 14.33 | 0.0055 |
| 麦芽糖含量 A | 1 | 11.05 | 11.05 | 15.49 | 0.0110 |

续表 3

| 方差 | 自由度(DF) | 平方和(SS) | 均方和(MS) | F-值 | $P_{r>F}$ |
|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|
| 多价脲含量 B | 1 | 6.86 | 6.86 | 9.62 | 0.0268 |
| AB | 1 | 9.83 | 9.83 | 13.77 | 0.0138 |
| AA | 1 | 13.84 | 13.83 | 19.38 | 0.0070 |
| BB | 1 | 16.40 | 16.40 | 22.98 | 0.0049 |
| 误差 | 5 | 3.57 | 0.71 | | |
| 失拟项 | 3 | 2.66 | 0.89 | 1.95 | 0.3566 |
| 纯误差 | 2 | 0.91 | 0.45 | | |
| 总离差 | 10 | 54.70 | | | |

经过 Design-Expert7.0 对中心组合数据进行处理,得到二次响应面回归方程为:

$$Y = 11.996 + 1.489427X_1 + 2.656795X_2 - 1.075815X_1X_1 + 0.23875X_1X_2 - 1.375816X_2X_2$$

其中式中的 Y 为响应值毛盖云芝 EPS 得率; X_1 和 X_2 分别为麦芽糖含量 A 和多价脲含量 B 的编码值。从模型的方差分析结果(见表 3)可以看出模型的 P 值为 0.0055,说明模型回归非常显著;模型的失拟项的 P 值为 0.3566 大于 0.05,说明模型拟合得较好。

此外,模型的预测值和真实值高度相关,相关系数为 $R^2 = 0.9345$ 。这些结果表明了拟合的二次响应面方程很好的解释了中心组合试验,可以用其代替真实试验点进行毛盖云芝发酵培养最优条件的预测。预测最优组合麦芽糖含量为 53.120 g/L,多价脲为 5.870 g/L。预测 EPS 产量为 10.1132 g/L。

2.3.2 由二次响应面回归方程进行响应面分析

由图 7 看出,在编码值为 -1.4~0 之间时,随着 X_1 和 X_2 的增加,响应值 R_1 不断增大。 X_1 在低浓度时,随着 X_2 的增加, R_1 值先增加后减小,表现了非线性的关系,在 X_1 (麦芽糖含量 A)编码值在 0.5 以上时, X_2 (多价脲含量 B)增大时,响应值 R_1 先增加后减少也表现了非线性的关系,这与方差分析的结果中出了平方项的影响显著相一致。从图 1 中可以看出在所选的区域有最大的 R_1 值。同时由二次响应面方程可以得到极值点的值为:麦芽糖含量为 53.120 g/L,多价脲为 5.870 g/L,此时最大的响应值(EPS 产量)为 10.1132 g/L。为了检测模型和优化结果的准确性,配制计算得到的最优培养基进行发酵试验,3 次试验的平均结果为 10.0982 g/L。

与计算值的相对误差为 0.15%。

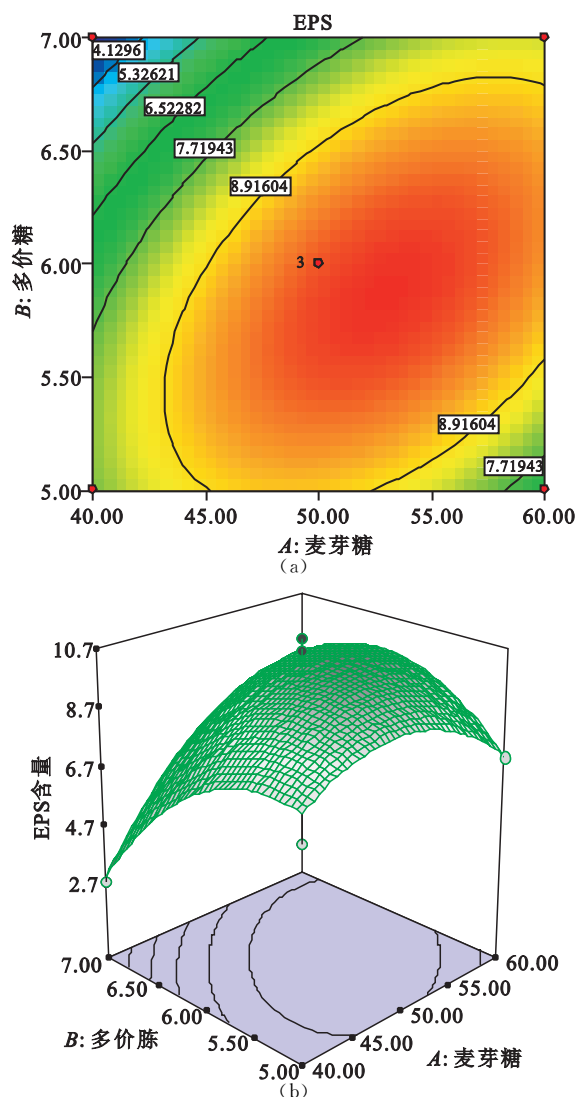


图 7 麦芽糖和多价脲对 EPS 质量浓度影响的响应面分析
Fig. 7 Response surface plots (a) and 3D contour plots (b) about the effect of maltose and polypeptone on EPS production by the response surface methodology experiments

2.4 云芝 EPS 的体外抗氧化性研究

2.4.1 云芝 EPS 对 ·OH 自由基的清除效率 邻二氮菲法测定多糖对 ·OH 自由基的清除效率见下表 4。

表 4 多糖对 ·OH 自由基的清除效率
Tab. 4 OH radical scavenging activity of EP

| EPS 添加量(mg/mL) | ·OH 清除率(%) |
|----------------|------------|
| 0.05 | 8.85 |
| 0.1 | 15.31 |
| 0.3 | 45.35 |
| 0.5 | 60.61 |
| 1.0 | 61.99 |
| 1.5 | 62.05 |
| 2.0 | 63.65 |

结果表明:云芝 EPS 具有较强的清除羟基自由基的活性,且随着 EPS 浓度的增高清除羟基自由基的能力亦逐渐加强,但当反应体系中 EPS 添加量到 1 mg/mL 时 ·OH 自由基的清除率达到了 61.99,而再提高 EPS 质量浓度,其清除 ·OH 自由基的效果增加并不明显。

2.4.2 云芝 EPS 对有机自由基 DPPH · 的清除率 DPPH 法测定多糖的抗氧活性结果见表 5。

由表 5 可知,云芝 EPS 具有清除 DPPH · 自由基的活性,随着浓度的增加,EPS 对 DPPH · 自由基清除作用亦增强,呈现出较好的量效关系。

表 5 多糖对 DPPH · 自由基的清除率

Tab. 5 DPPH radical scavenging activity of EPS

| EPS 质量浓度/(mg/mL) | DPPH · 清除率/% |
|------------------|--------------|
| 0.1 | 8.77 |
| 0.3 | 11.32 |
| 0.5 | 14.02 |
| 1 | 25.43 |
| 2 | 44.18 |
| 3 | 52.06 |

3 结 语

单因素试验确定发酵的最佳氮源为多价脲、碳源为麦芽糖、初始 pH 值 5,温度为 28℃;中心组合试验经响应面分析预测发酵生产云芝胞外多糖时麦芽糖含量为 53.120 g/L,多价脲为 5.870 g/L,而发酵培养的实验结果为 EPS 得率有了明显的提高,达到了 10.098 2 g/L。说明中心组合试验及其分析方法用于发酵生产 EPS 的培养基优化是可行的,模型能较好地预测实际发酵情况,得到的结果可以在实践中应用。

发酵云芝得到的胞外多糖能有效的清除 ·OH 自由基和 DPPH · 自由基,且呈现较好的量效关系,因此云芝 EPS 可作为一种较好的天然抗氧化物质用于保健功能性食品的开发。

参考文献(References):

[1] 胡卫珍,余晓斌,缪静.不同云芝菌株获得云芝胞内多糖比较[J].食品与生物技术学报,2005,24(5):60-63.
HU Wei-zhen, YU Xiao-bin, MIAO Jing. A primary study on comparison of intracellular polysaccharides from different strains of coriolus versicolor[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2005, 24(5): 60-63. (in Chinese)

[2] 余晓斌,胡卫珍,濮文林.液体发酵法生产云芝胞内糖肽[J].食品与生物技术学报,2006,25(01):65-69.
YU Xiao-bin, HU Wei-zhen, PU Wen-lin. Production of coriolus versicolor polysaccharopeptide by submerged fermentation [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2006, 25(01): 65-69. (in Chinese)

[3] 孙巍,夏春雨,蔡和晖,等.中心组合试验优化毛云芝菌固体发酵培养条件[J].食品与生物技术学报,2009,28(05):688-692.
SUN Wei, XIA Chun-yu, CAI He-Hui, et al. Culture condition optimization of solid substrate fermentation by coriolus hirsutus using central composite design[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2009, 28(05): 688-692. (in Chinese)

[4] 娄宁,周玫,陈媛.云芝多糖对小鼠心肝脾肾和红细胞抗氧化能力的影响[J].中国药理学通讯,1996,12(5):425-426.
LOU Ning, ZHOU Mei, CHEN Yuan. Effect of psk on antioxidation capacity of mice in vivo[J]. *Chinese Pharmacological bulletin*, 1996, 12(5): 425-426. (in Chinese)

[5] 牛晓晖,纪凤兰,张伟,等.云芝多糖对小鼠细胞因子的影响[J].中国免疫学杂志,2006,22(12):1124-1127.

- NIU Xiao-hui, JI Feng-lan, ZHANG Wei, et al. Influence of CVPS on IL 21, IL22, IFN2C and TNF[J]. *Chinese Journal of Immunology*, 2006, 22 (12): 1124-1127. (in Chinese)
- [6] 刘燕, 林瑞超, 李波. 云芝多糖抗肿瘤作用研究进展[J]. *中成药*, 2001, 23 (10): 755-757.
LIU Yan, LIN Rui-chao, LI Bo. Study advance of anti-tumor activity of coriolus versicolor polysaccharide[J]. *Chinese Traditional Patent Medicine*, 2001, 23 (10): 755-757. (in Chinese)
- [7] 胡斌杰, 陈金锋, 王宫南, 等. 超声波法与传统热水法提取灵芝多糖的比较研究[J]. *食品工业科技*, 2007, 28(2): 190-193.
HU Bin-jie, CHEN Jin-feng, WANG Gong-nan, et al. Comparison between ultrasonic and traditional hot-water extraction methods for extraction of Ganoderma lucidum polysaccharide[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2007, 28(2): 190-193. (in Chinese)
- [8] 刘薇, 王宏君, 赵建. 邻二氮菲-Fe²⁺法测定保健食品的抗氧化能力[J]. *食品科学*, 2010, 31(18): 58-62.
LIU Wei, WANG Hong-jun, ZHAO Jian. Determination of antioxidant capacity of healthcare foods by phenanthroline-Fe²⁺ Method[J]. *Food Science*, 2010, 31(18): 58-62. (in Chinese)
- [9] 王会, 郭立, 谢文磊. 抗氧化剂抗氧化活性的测定方法(一)[J]. *食品与发酵工业*, 2006, 32(3): 92-98.
WANG Hui, GUO Li, XIE Wen-lei. Methods for determining antioxidative activity of antioxidants(I) [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2006, 32(3): 92-98. (in Chinese)

科技信息

农药残留排名: 苹果和芹菜最差, 洋葱和玉米最佳

近日美国环保组织“环境工作小组”公布了“最脏蔬果”与“最干净蔬果”名单, 苹果与芹菜等被列入最脏蔬果名单, 而洋葱与玉米等入列最干净蔬果名单。

这两份名单是美国“环境工作小组”组织在卫生机构所公布数据的基础上得出的。该组织对 2000 年至 2010 年间来自美国农业部和美国食品和药物管理局的 60,700 多个样本进行了统计, 分别对其中的农药残留状况进行了分析。

本次公布的 12 大“最脏蔬果”名单为苹果、芹菜、甜椒、桃子、草莓、油桃、葡萄、菠菜、莴苣、黄瓜、蓝莓、土豆, 同时绿豆、羽衣甘蓝也“较脏”。15 大“最干净蔬果”名单为洋葱、甜玉米、菠萝、鳄梨、卷心菜、豌豆、芦笋、芒果、茄子、猕猴桃、哈密瓜、番薯、柚子、西瓜、蘑菇。

尽管食用蔬果可能会有农药残留的风险, 美国大部分专家以及联邦官员表示, 食用蔬果的益处要超过农残风险。该组织还推出了一种农药计算器, 这样消费者可以插入产品, 看看他们将需要消耗多少次达到已知的“没有观察到的不良影响的水平。”

[信息来源] food safety news. Pesticide Residue Rankings: Apples and Celery Worst, Onions and Corn Best [EB/OL]. (2012-6-19). <http://www.foodsafetynews.com/2012/06/in-pesticide-residue-rankings-apples-and-celery-worst-onions-and-corn-best/>.

欧盟食品安全局发布有关 β-胡萝卜素用作动物饲料添加剂的安全性与效能的科学意见

6 月 11 日, 欧盟食品安全局就 β-胡萝卜素用作动物饲料添加剂的安全性与效能发布了科学意见。

欧盟食品安全局认为, β-胡萝卜素可在动物(猫除外)体内合成维生素 A, 向一般的动物饲料中添加 β-胡萝卜素并不会造成消费者所受的暴露量出现显著增加的情况, 然而小肉牛饲料除外。

欧盟食品安全局还认为, 在推荐的浓度下将 β-胡萝卜素用于饲料不会对环境构成影响, 然而它对于生殖与免疫力的影响尚不太明确。

[信息来源] EFSA. Scientific Opinion on the safety and efficacy of beta-carotene as a feed additive for all animal species and categories [EB/OL]. (2012-6-11). <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2737.pdf>.