

蛹虫草胞外多糖的体外抗氧化活性分析

叶文姣¹ 冯武¹ 黄文¹ 边银丙² 陈加平¹ 申莉莉¹

1. 华中农业大学食品科技学院, 武汉 430070; 2. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070

摘要 从蛹虫草(*Cordyceps militaris*) BYB-08 液体发酵液中提取胞外多糖并纯化, 测定蛹虫草胞外多糖粗品(exopolysaccharides, EPS)和纯化品(EPS-1)清除 DPPH、 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 以及螯合 Fe^{2+} 的能力和总还原能力。结果表明: EPS 和 EPS-1 对 DPPH、 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 都具有一定的清除能力以及螯合 Fe^{2+} 的能力和总还原能力, 且其抗氧化效果与多糖质量浓度呈良好的剂量-效应关系。当多糖质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 DPPH 的清除率分别达到 96.07%、95.51%, 对 $\cdot\text{OH}$ 的清除率分别达到 74.00%、68.39%, 对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 的清除率分别达到 75.10%、62.12%, 对 Fe^{2+} 螯合率分别达到 54.12%、28.13%, 同时 EPS 和 EPS-1 的总还原力分别达到 62%、54%。胞外多糖粗品 EPS 的抗氧化效果优于纯化品 EPS-1。

关键词 蛹虫草; 胞外多糖; 抗氧化活性; 自由基; 螯合能力

中图分类号 TS 201.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)05-0105-06

蛹虫草(*Cordyceps militaris*), 又名北虫草、北冬虫夏草、蛹虫草菌等, 属于囊菌亚门, 麦角菌目, 麦角菌科, 是冬虫夏草的近缘种, 虫草属的模式种。蛹虫草和冬虫夏草具有相似的活性成分和药理作用。蛹虫草部分药用成分的含量甚至高于冬虫夏草^[1-2]。蛹虫草对于生长环境要求相对较低, 且人工培养已经基本成型并可进行大规模培养^[3]。因此, 蛹虫草逐渐成为冬虫夏草最理想的代用品。蛹虫草含有虫草素、虫草多糖、氨基酸、腺苷、虫草酸和 SOD 等^[4]活性成分。虫草多糖作为蛹虫草重要的活性成分之一, 具有调节免疫、抗氧化、抗肿瘤、保护肝脏、降血糖、抑菌等^[5-10]多种生物活性作用, 还具有天然、安全、无毒副作用的优点, 因此, 受到国内外很多学者的青睐。目前, 国内外对于蛹虫草的研究多集中于蛹虫草人工培养、活性成分的提取工艺以及子实体粗提物的功能活性等方面。蛹虫草胞外多糖是蛹虫草发酵液中主要成分之一, 由于其分离纯化较困难, 目前对蛹虫草胞外多糖的研究和报道相对较少, 同时对蛹虫草胞外多糖粗品与纯化品的抗氧化活性差异的研究较少^[11]。本研究采用水提醇沉法提取蛹虫草胞外多糖, 对比蛹虫草 BYB-08 胞外多糖粗品和纯化品的抗氧化活性, 以期对蛹虫草多糖生物活

性的作用机制及蛹虫草多糖类药物、功能性食品的开发和应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 菌株。蛹虫草菌株 BYB-08 由华中农业大学应用真菌研究所提供。

2) 试剂和仪器设备。羟基自由基测定试剂盒、抗超氧阴离子自由基及产生超氧阴离子自由基测试盒、总抗氧化能力(T-AOC)测定试剂盒购于南京建成生物工程研究所。离心机, 上海安亭科学仪器厂; R-215 旋转蒸发仪, 瑞士步琦有限公司; HH-6 数显恒温水浴锅, 国华电器有限公司; SP-752 紫外-可见光分光光度计, 上海光谱仪器; BT224S 电子天平, 德国赛多利斯集团。

3) 培养基。斜面培养基: 马铃薯琼脂(PDA)培养基。种子培养基: 蔗糖 2%、蛋白胨 2%、酵母膏 1%、pH 自然。液体发酵培养基: 蔗糖 6.41%、酵母浸出粉 3.79%、 KH_2PO_4 0.072%、pH 自然。

1.2 试验方法

1) 蛹虫草 BYB-08 的液体培养。将蛹虫草 BYB-08 菌株接入到斜面 PDA 培养基后, 27 °C 培养

收稿日期: 2013-12-24

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(52902-0900201207)

叶文姣, 硕士研究生, 研究方向: 食品生物技术. E-mail: wenjiao0622@126.com

通信作者: 冯武, 博士, 副教授. 研究方向: 食品生物技术. E-mail: fengwuwen@163.com

7 d,然后挑取 6~8 块大小约 0.5 cm² 的菌种块接入 100 mL/250 mL 液体种子培养基,25 ℃、150 r/min 振荡培养 3 d,得到种子培养液。按 10% 的接种量,将种子培养液接入到液体发酵培养基内,25 ℃、150 r/min 振荡培养 6 d。

2) 蛹虫草 BYB-08 胞外多糖的提取、纯化及含量测定。蛹虫草发酵液 4 000 r/min 离心 15 min,取上清液减压浓缩至 10~15 mL,然后加入 3 倍体积 95% 乙醇,4 ℃ 冰箱静置 24 h。离心取沉淀部分采用文献[12]方法脱蛋白,再将脱蛋白处理后的粗多糖置于透析袋中,4 ℃ 持续透析 3~5 d,浓缩、真空冷冻干燥得到胞外多糖粗品(EPS)。取 EPS 50 mg 溶于 5 mL 的蒸馏水中,过 0.45 μm 微孔滤膜后上样于 DEAE-cellulose-52 离子交换柱,分别用蒸馏水及 0.1、0.2、0.3 mol/L NaCl 对样品进行梯度洗脱,收集洗脱液,透析、冷冻干燥。采用苯酚-硫酸法测定胞外多糖的含量^[13]。

3) 清除 DPPH 的测定。根据 Yen 等^[14]方法稍作修改,将 DPPH 粉末用无水乙醇配制成 0.2 mmol/L 的 DPPH 无水乙醇混合液,准确吸取样品待测溶液(质量浓度梯度为 1、2、3、4、5 mg/mL)和 DPPH 无水乙醇混合溶液各 2 mL,混匀后室温下避光放置 30 min,于波长 517 nm 处测定吸光度,每个样品平行测定 3 次,使用维生素 C(Vc)作为阳性对照。按照下列公式计算各待测样品对 DPPH 的清除率:

$$\text{清除率}/\% = (1 - \frac{A_s - A_b}{A_c}) \times 100$$

式中: A_s 为 2 mL 样品溶液+2 mL DPPH 无水乙醇混合液的吸光度; A_b 为 2 mL 样品溶液+2 mL 无水乙醇的吸光度; A_c 为 2 mL DPPH 无水乙醇混合液+2 mL 蒸馏水的吸光度。

4) 清除羟基自由基($\cdot\text{OH}$)的测定。采用南京建成生物工程研究所提供的羟基自由基测定试剂盒来测定样品清除 $\cdot\text{OH}$ 的能力。试验步骤按照说明书进行,蒸馏水空白对照,Vc 作阳性对照。按照下列公式计算各待测样品对 $\cdot\text{OH}$ 的清除率:

$$\text{清除率}/\% = \frac{A_0 - A_x}{A_0 - A_b} \times 100$$

式中: A_0 为对照管的吸光度; A_x 为测定管的吸光度; A_b 为空白管的吸光度。

5) 清除超氧阴离子自由基($\text{O}_2^{\cdot-}$)的测定。采用南京建成生物工程研究所的抗超氧阴离子自由基及产生超氧阴离子自由基测试盒。试验按照说明书

进行,采用蒸馏水作空白,Vc 作阳性对照。按照下列公式计算各待测样品对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 的清除率:

$$\text{清除率}/\% = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100$$

式中: A_0 为对照管的吸光度; A_x 为测定管的吸光度。

6) Fe^{2+} 螯合能力的测定。参考 Decker 等^[15]的方法稍作修改。反应混合物包含 3 mL 不同质量浓度(2、4、6、8 mg/mL)的样品、0.05 mL 氯化亚铁溶液(2 mmol/L)、0.2 mL 菲洛嗪溶液(5 mmol/L),剧烈振荡,室温下孵育 10 min。在 562 nm 处测定其吸光值。乙二胺四乙酸(EDTA)作为阳性对照。按下面的公式计算 Fe^{2+} 螯合能力:

$$\text{螯合能力}/\% = \frac{A_0 - (A_1 - A_2)}{A_0} \times 100$$

式中: A_0 为对照组的吸光值(使用蒸馏水代替样品); A_1 为样品的吸光值; A_2 为空白的吸光值(使用蒸馏水代替氯化亚铁溶液)。

7) 总抗氧化能力的测定。采用南京建成生物工程研究所的总抗氧化能力(T-AOC)测定试剂盒。试验按照说明书进行,采用蒸馏水作空白,Vc 作阳性对照。总抗氧化能力 = $A - A_0$, A 为测定管的吸光度; A_0 为对照管的吸光度。

1.3 统计分析

所有数据均为 3 次测定的平均值,表示为 Mean±SD(标准偏差)。采用 SPSS 软件对试验结果进行统计分析,采用方差分析(ANOVA)用于各质量浓度组间的显著性检验,使用 GraphPad Prism5.0 用于计算样品清除自由基的 IC_{50} 。

2 结果与分析

2.1 EPS 和 EPS-1 的提取、纯化及含量测定

1) EPS 的提取和纯化。将蛹虫草发酵液经离心、乙醇沉淀、脱蛋白、透析及冷冻干燥等处理,便可得到胞外多糖粗品(EPS)。蛹虫草胞外多糖粗品 EPS 经 DEAE-cellulose-52 洗脱后的洗脱曲线如图 1 所示。由图 1 可知,EPS 经蒸馏水洗脱后得到一个比较高的、对称的洗脱峰,该洗脱组分为中性多糖,收集该组分经浓缩、透析、冷冻干燥,命名为 EPS-1;洗脱液为 0.1 mol/L NaCl 时,EPS 的洗脱曲线呈现一个较小的、对称的洗脱峰,该洗脱组分为酸性多糖,命名为 EPS-2;而洗脱液为 0.2、0.3 mol/L NaCl 时均没有洗脱峰,表明 EPS 均仅存在 1 种酸性多糖。

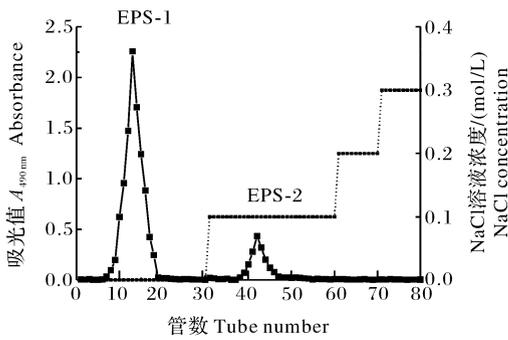


图 1 EPS 经 DEAE-cellulose-52 洗脱曲线

Fig. 1 Elution curve of EPS on the DEAE-cellulose-52 column

EPS 经 DEAE-cellulose-52 分级分别得到 EPS-1 和 EPS-2 2 种多糖组分,其回收率分别为 69.1%、15.5%,总回收率为 84.6%。其中, EPS-1 所占比例较高, EPS-2 所占比例较低。因此,收集比例较高的组分即 EPS-1 和胞外多糖粗品 EPS 用于下一步体外抗氧化活性分析。

2) EPS 和 EPS-1 含量测定。以葡萄糖为标准对照品,在 490 nm 处测得吸光度(A)与葡萄糖质量浓度($\mu\text{g}/\text{mL}$)之间的回归方程为 $y = 0.0147x - 0.0024 (R^2 = 0.9995)$ (图 2), 蛹虫草胞外多糖 EPS 的多糖含量为 59.78%, EPS-1 的多糖含量为 70.53%; 推测蛹虫草胞外多糖 EPS 和 EPS-1 可能

含有除多糖以外的其他成分,如部分难以分离的蛋白质等组分。

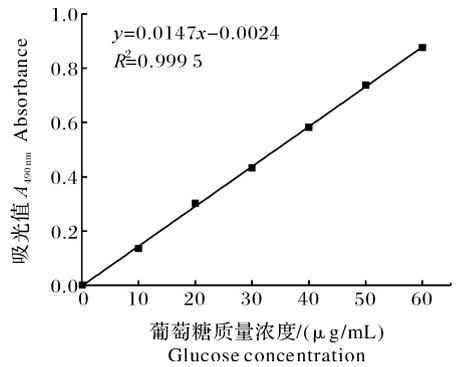


图 2 苯酚-硫酸法测定葡萄糖含量的标准曲线

Fig. 2 The standard curve of glucose measured by phenol-sulfuric acid method

2.2 EPS 和 EPS-1 对自由基的清除能力

1) 对 DPPH 的清除作用。DPPH 是一种人工合成的以氮为中心的稳定自由基,被广泛应用于评价抗氧化成分的体外抗氧化活性。由图 3A 可知,在质量浓度为 2~10 mg/mL 时,随着 EPS 和 EPS-1 质量浓度的增加,对 DPPH 的清除能力逐渐增强;当多糖质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 DPPH 的清除率分别达到 96.07%、95.51%,与同质量浓度的 Vc 的清除率(96.68%)相仿,且比 *C. militaris* SU5 和 *C. militaris* SU5-08^[16] 的 EPS 清

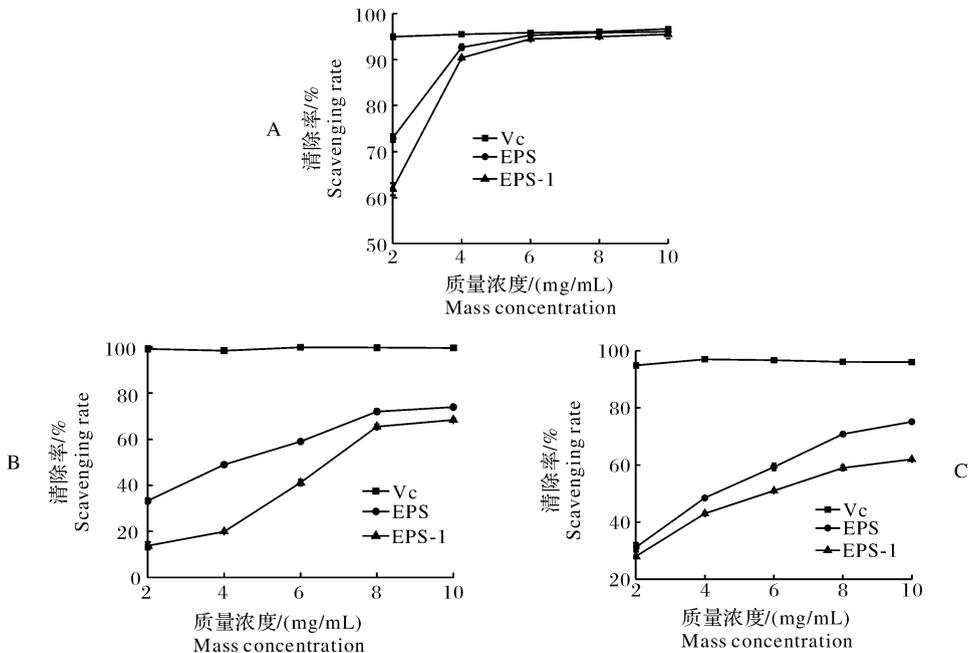


图 3 EPS 和 EPS-1 对 DPPH(A)、 $\cdot\text{OH}$ (B)、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ (C) 的清除作用

Fig. 3 Scavenging rates of EPS and EPS-1 against DPPH(A), $\cdot\text{OH}$ (B), $\text{O}_2^{\cdot-}$ (C)

除 DPPH 的效果明显。此外,对 DPPH 的清除率为 50% (IC_{50}) 时对应的 EPS 和 EPS-1 质量浓度分别为 1.15、1.58 mg/mL; 对 DPPH 清除能力大小 $EPS > EPS-1$ 。

2) 对羟基自由基 ($\cdot OH$) 的清除作用。由图 3B 可知, EPS 和 EPS-1 对 $\cdot OH$ 具有一定的清除效果,且清除率均随多糖质量浓度的增加而增加,在多糖质量浓度为 8 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 $\cdot OH$ 的清除率分别达到 72.01%、65.46%, 优于冬虫夏草菌-中国被毛孢 (*Hirsutellasinensis*) 的菌丝体水提物 60.90%^[17]; 在多糖质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 $\cdot OH$ 的清除率分别达到 74.00%、68.39%, 对 $\cdot OH$ 的清除率为 50% (IC_{50}) 时对应的 EPS 和 EPS-1 质量浓度分别为 3.94、6.72 mg/mL, 对 $\cdot OH$ 的清除能力大小依次为 $EPS > EPS-1$ 。

3) 对超氧阴离子自由基 ($O_2^{\cdot -}$) 的清除作用。由图 3C 可知, 在试验所取的质量浓度范围内, EPS 和 EPS-1 对 $O_2^{\cdot -}$ 的清除能力表现出良好的剂

反应效应; 对 $O_2^{\cdot -}$ 的清除率为 50% (IC_{50}) 时对应的 EPS 和 EPS-1 质量浓度分别为 4.07、5.60 mg/mL, EPS 对 $O_2^{\cdot -}$ 的清除率略优于 EPS-1; 当多糖质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 $O_2^{\cdot -}$ 的清除率都达到最高, 分别为 75.10% 和 62.12%。

2.3 EPS 和 EPS-1 对 Fe^{2+} 的螯合能力及总抗氧化能力

1) 对 Fe^{2+} 的螯合能力。 Fe^{2+} 螯合能力的测定是评价抗氧化物质抗氧化活性的一个重要指标。由图 4A 可知, EPS 和 EPS-1 对 Fe^{2+} 具有一定的螯合能力。在多糖的质量浓度为 2~10 mg/mL 时, EPS 对 Fe^{2+} 螯合能力随质量浓度的增大而增大; 在多糖的质量浓度为 2~8 mg/mL 时, EPS-1 对 Fe^{2+} 螯合率逐渐增大, 在质量浓度为 8 mg/mL 时, EPS-1 对 Fe^{2+} 螯合率最大, 为 31.07% ($P < 0.01$), 当质量浓度大于 8 mg/mL 时, 螯合能力略有下降, 与 Yu 等^[18] 的研究结果相一致; 在质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 对 Fe^{2+} 的螯合率分别为 54.12%、28.13%。

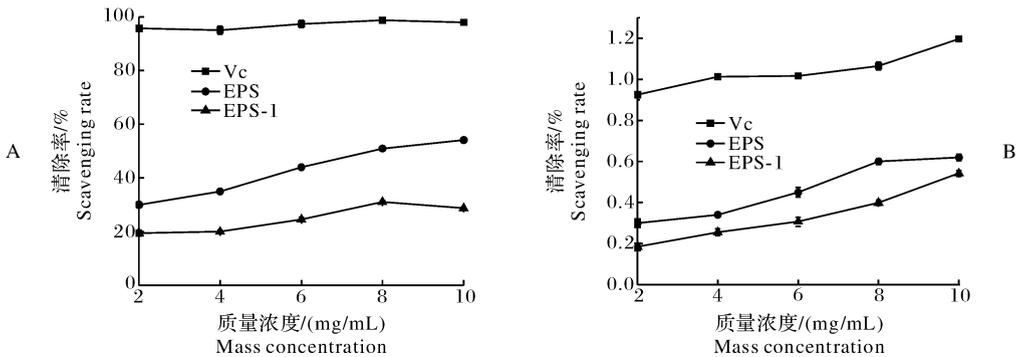


图 4 EPS 和 EPS-1 对 Fe^{2+} 的螯合能力 (A) 及总抗氧化能力 (B)

Fig. 4 The ferrous ion chelating capacity (A) and reducing power (B) of EPS and EPS-1

2) 总抗氧化能力 (T-AOC)。由图 4B 可知, EPS 和 EPS-1 都有一定的总还原能力, 且随着多糖质量浓度的增加, 总还原能力逐渐增强, 当多糖质量浓度为 10 mg/mL 时, EPS 和 EPS-1 的总还原力都超过 0.5, 表明 EPS 和 EPS-1 均是良好的电子供体, 具有一定的抗氧化能力, EPS 的抗氧化能力较 EPS-1 的抗氧化能力强。

3 讨论

本研究采用不同方法对蛹虫草胞外多糖粗品和

纯化品进行体外抗氧化试验, 结果表明, 在试验所选取的浓度范围内, EPS 和 EPS-1 都具有清除 DPPH、 $\cdot OH$ 、 $O_2^{\cdot -}$ 的能力和螯合 Fe^{2+} 的能力, 同时也具有一定的总还原能力, 但二者的抗氧化活性存在差异。在清除 DPPH、 $\cdot OH$ 、 $O_2^{\cdot -}$ 时, EPS 和 EPS-1 清除自由基能力随多糖质量浓度的增加而提高; 其中, 对 DPPH 的清除效果最好, 当多糖质量浓度为 2 mg/mL 时, 二者的清除率均大于 50%, 表明 EPS 和 EPS-1 具有较好的供氢能力, 能阻断油脂自动氧化的连锁反应, 从而发挥抗氧化作用; 在多糖质量浓

度为 6 mg/mL 时,对 $O_2^- \cdot$ 清除率即可超过 50%,而要使得对 $\cdot OH$ 的清除率大于 50%则需要多糖质量浓度达到 8 mg/mL,表明 EPS 和 EPS-1 能较好地清除自由基,从而阻止氧化反应的产生;同时, EPS 和 EPS-1 也具有一定的螯合 Fe^{2+} 的能力和总还原能力,表明 EPS 和 EPS-1 具有螯合金属离子、阻止金属离子催化氧化反应以及较好的还原能力。蛹虫草胞外多糖的体外抗氧化试验结果表明,蛹虫草胞外多糖作为一种天然、无毒的抗氧化物质,其抗氧化机理可能包括:清除自由基(DPPH、 $\cdot OH$ 、 $O_2^- \cdot$ 等)、螯合金属离子(Fe^{2+})、清除氧等。但在相同多糖质量浓度条件下,蛹虫草胞外多糖粗品的清除效果均稍优于纯化品,与张俊生等^[19]的研究结果一致。

一般来说,植物多糖的活性不仅与多糖的单糖组成、糖苷键类型、主链的构型、支链、官能团、分子质量及高级结构等^[20-22]有关,还与其共存的其他物质有关。蛹虫草胞外多糖粗品成分复杂,往往含有糖蛋白、氨基酸、黄酮类、类胡萝卜素以及硒等成分。Yu 等^[23]在研究中发现蛹虫草对氧化损伤的保护作用可能是因为蛹虫草中的虫草多糖、多酚和类黄酮等物质具有清除自由基的能力。同时,蛹虫草胞外多糖粗品中可能还含有类胡萝卜素和硒等成分,这些与蛹虫草胞外多糖共存的其他物质,可能对蛹虫草胞外多糖的抗氧化效果产生协同增效作用。因此,在试验所选取的浓度范围内,蛹虫草胞外多糖粗品 EPS 的抗氧化效果优于纯化品 EPS-1。

参 考 文 献

- [1] 都兴范,李军,米锐,等. 蛹虫草和冬虫夏草主要活性成分含量比较[J]. 食用菌,2010(6):61-62.
- [2] 钟石,李有贵,陈诗,等. 人工培养蛹虫草与冬虫夏草的主要活性成分比较[J]. 蚕业科学,2009,35(4):831-836.
- [3] 翟景波. 高产蛹虫草菌株的选育及其发酵工艺的研究[D]. 长春:吉林大学图书馆,2010.
- [4] LIML T, LEE C Y, CHANG E T. Optimization of solid state culture conditions for the production of adenosine, cordycepin, and D-mannitolin fruiting bodies of medicinal caterpillar fungus *Cordyceps militaris* (L.:Fr.) Link (*Ascomycetes*) [J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2012, 14(2): 181-187.
- [5] LEE J S, KWON J S, YUN J S, et al. Structural characterization of immunostimulating polysaccharide from cultured mycelia of *Cordyceps militaris* [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 80:1011-1017.
- [6] CHEN X L, WU G H, HUANG Z L. Structural analysis and antioxidant activities of polysaccharides from cultured *Cordyceps militaris* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2013, 58:18-22.
- [7] YAN J K, WANG W Q, LI L, et al. Physicochemical properties and antitumor activities of two alpha-glucans isolated from hot water and alkaline extracts of *Cordyceps (Cs-HK1) fungal mycelia* [J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 85(4):753-758.
- [8] PENG J H, LI X M, HU Y Y, et al. Effect of cordyceps polysaccharide on lipid peroxidation of rats with dimethylnitrosamine-induced liver fibrosis[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2013, 38(3):391-396.
- [9] SUN N X, YANG G W, AN L G. Anti-hyperglycemic activities of exopolysaccharides from *Cordyceps militaris* in diabetic mice induced by multiple low-dose *Streptozotocin* [J]. Food Science, 2013, 34(11):288-295.
- [10] 孟兆丽,朱凯,冯云,等. 蛹虫草多糖抑菌及抗氧化作用研究[J]. 食品研究与开发,2008,29(9):31-33.
- [11] 闫景坤. 抗氧化新型冬虫夏草胞外多糖的制备、结构与溶液特征研究[D]. 广州:华南理工大学图书馆,2010.
- [12] STAUB A M. Removal of protein-sevag method [J]. Methods in Carbohydrate Chemistry, 1965, 5:5-6.
- [13] DUBOIS M, GILLES K A, HAMILTON J K, et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances [J]. Analytical Chemistry, 1956, 28:350-356.
- [14] YEN G C, CHEN H Y. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1995, 43:27-37.
- [15] DECKER E A, WELCH B. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1990, 38:674-677.
- [16] LIN R S, LIU H H, WU S Q. Production and *in vitro* antioxidant activity of exopolysaccharide by a mutant, *Cordyceps militaris* SU5-08 [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2012, 51:153-157.
- [17] 韩洪坤. 冬虫夏草菌-中国被毛孢(*Hirsutellasinensis*)菌丝体水提物抗氧化活性研究[D]. 上海:上海师范大学图书馆,2012.
- [18] YU Z, DONG C H, YAO Y J. Antioxidant activities of aqueous extract from cultivated fruit-bodies of *Cordyceps militaris* (L.) link *in vitro* [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2006, 48(11):1365-1370.
- [19] 张俊生,陈莉华,朱士龙. 节节草多糖的体外抗氧化活性[J]. 食品科学,2013,34(5):86-89.
- [20] 杨静峰. 基于牡蛎糖原硫酸酯结构的多糖构效关系研究[D]. 镇江:江苏大学图书馆,2013.
- [21] SUN Y X, LIANG H T, CAI G Z, et al. Sulfated modification of the water-soluble polysaccharides from *Polyporus albicans* my-

- celia and its potential biological activities [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2009, 44(1): 14-17.
- [22] 曲瑾郁, 任大明. 蛹虫草多糖的化学修饰及体外抗氧化能力 [J]. 食品科学, 2011, 32(15): 58-61.
- [23] YU H M, WANG B, HUANG S C, et al. Comparison of protective effects between cultured *Cordyceps militaris* and natural *Cordyceps sinensis* against oxidative damage [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(8): 3132-3138.

Antioxidant activity of extracellular polysaccharides of *Cordyceps militaris*

YE Wen-jiao¹ FENG Wu¹ HUANG Wen¹ BIAN Yin-bing² CHEN Jia-ping¹ SHEN Li-li¹

1. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University,
Wuhan 430070, China;

2. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University,
Wuhan 430070, China

Abstract Antioxidant activity of crude(exopolysaccharides, EPS) and purified(EPS-1) extracellular polysaccharides from *Cordyceps militaris* BYB-08 were studied. The result showed that both crude and purified polysaccharides had scavenging activity against DPPH radical, $\cdot\text{OH}$, $\text{O}_2^{\cdot-}$, ferrous ion chelating ability and total reducing capacity (T-AOC). The scavenging rates of EPS and EPS-1 on DPPH radical at 10 mg/mL were 96.07% and 95.51%. The scavenging rates of EPS and EPS-1 on $\cdot\text{OH}$ were 74.00% and 68.39%. The ferrous ion chelating capacity, scavenging rates of $\text{O}_2^{\cdot-}$ and the reducing power of EPS and EPS-1 were 54.12%, 28.13%, 75.10%, 62.12%, 62% and 54%, respectively. The crude polysaccharides EPS showed stronger antioxidant properties than purified polysaccharides EPS-1.

Key words *Cordyceps militaris*; extracellular polysaccharide; antioxidant activity; free radical; chelating capacity

(责任编辑:陆文昌)