

骆驼刺茎枝粗多糖的理化性质及抗氧化活性研究

马虎强¹ 刘洋² 张红² 祝鑫¹ 穆瑀¹ 王春柳² 孙婷婷² 丁腾¹ 李晔² 刘峰^{3,4} (1. 陕西中医药大学 陕西咸阳 712046; 2. 陕西省中医研究院; 3. 陕西国际商贸学院; 4. 陕西步长制药有限公司)

摘要 目的: 提取分离骆驼刺茎枝粗多糖, 测定其理化性质及抗氧化活性。方法: 采用水提醇沉法提取骆驼刺茎枝粗多糖, 硫酸苯酚法测定总糖含量, 考马斯亮蓝法测定蛋白含量, 吡啶硫酸法测定糖醛酸含量, GC 法测定单糖组成及相对摩尔比; 通过测定骆驼刺茎枝多糖的还原力, 及其对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH) 自由基和羟自由基的清除力, 评价骆驼刺茎枝多糖的体外抗氧化活性。结果: 水提醇沉制备的骆驼刺茎枝粗多糖总糖含量为 73.2%, 其中糖醛酸占粗多糖总糖含量的 27.2%; 蛋白质含量为 17.6%; 骆驼刺茎枝多糖由 Rha、Ara、Xyl、Man、Glc、Gal、GlcA 和 GalA 8 种单糖组成, 相对摩尔比为 1.05:1.00:1.25:0.52:3.05:1.31:0.47:4.78; 骆驼刺茎枝多糖的还原力、对 DPPH 与羟基自由基的清除率随多糖浓度的增大而增强。结论: 初步提取分离了骆驼刺茎枝粗多糖, 研究了其理化性质和体外抗氧化活性, 为骆驼刺的开发利用提供研究基础。

关键词 骆驼刺茎枝粗多糖; 单糖组成; 理化性质; 抗氧化活性

中图分类号: R281.72 文献标识码: A 文章编号: 1008-049X(2018)01-0048-05

Study on Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Crude Polysaccharide from *Alhagi Sparsifolia* Shap. Stem-branch

Ma Huqiang¹, Liu Yang², Zhang Hong², Zhu Xin¹, Mu Jun¹, Wang Chunliu², Sun Tingting², Ding Teng¹, Li Ye², Liu Feng^{3,4} (1. Shaanxi University of Chinese Medicine, Shaanxi Xianyang 712046, China; 2. Shaanxi Academy of Traditional Chinese Medicine; 3. Shaanxi Institute of International Trade & Commerce; 4. Shaanxi Buchang Pharmaceutical Limited Company)

ABSTRACT Objective: To study the extraction, separation, physical and chemical properties and antioxidant activity of the crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch. **Methods:** The crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch was extracted by ethanol subsiding method. The total sugar content was determined by phenol-sulfuric acid method and the protein content was determined by coomassie brilliant blue method. The content of uronic acid was determined by carbazole sulfuric acid method and the monosaccharide composition and the relative molar ratio were determined by GC. The antioxidant activities *in vitro* were evaluated by determining the reducing power of polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap stem-branch and its removal ability to 1,1-diphenyl-2-trinitrophenylhydrazine (DPPH) radicals and hydroxyl radicals. **Results:** The total sugar content of crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch was 73.2%, and uronic acid accounted for 27.2% of the total sugar content of crude polysaccharide. The content of protein was 17.6%. The crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch was composed of Rha, Ara, Xyl, Man, Glc, Gal, GlcA and GalA, and the relative molar ratio was 1.05:1.00:1.25:0.52:3.05:1.31:0.47:4.78. The reducing power of the polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* shap. stem-branch and the clearance rate on DPPH radicals and hydroxyl radicals increased with the increase of polysaccharide concentration. **Conclusion:** The crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch was extracted, and the physical and chemical properties and antioxidant activity *in vitro* were studied, which provide foundation for the further investigation and comprehensive utilization of *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch.

KEY WORDS Crude polysaccharide from *Alhagi sparsifolia* Shap. stem-branch; Monosaccharide composition; Physical and chemical properties; Antioxidant activity

骆驼刺 *Alhagi sparsifolia* Shap. 属于豆科落叶草本植物, 为我国传统维药, 主要分布于荒漠地带^[1]。在大风季节, 骆驼刺茎部的针刺扎破叶片, 伤口处分泌出黄白色糖汁, 经风吹日晒, 浓缩成小颗粒, 称刺糖。《本草纲目》记载, 刺糖“甘平无毒、清热解毒、消肿止痛”, 主治“痰嗽下血、口舌生疮”, 具收敛、止痛、止泻等功效^[2]。我国传统维医以刺糖研末冲服用来治疗痢疾、腹泻、腹痛; 新鲜骆驼刺子压制涂牙

治疗牙痛; 将骆驼刺鲜草挤汁和蜜服用治疗头痛, 刺糖研细水浸以汁液滴鼻治疗顽固性头痛; 刺糖水浸口服, 同时取部分压成细粉外敷, 或烧骆驼刺干枝用烟熏或骆驼刺花适量捣碎外敷以治疗痔疮^[3]。现代研究表明, 骆驼刺植物的主要化学成分有黄酮类、生物碱类、甾醇类、脂肪族类、氨基酸类及多糖类等^[4]。骆驼刺的甲醇提取物在体外对金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌与福氏痢疾杆菌均有一定程度抑

基金项目: 陕西省科技统筹创新工程计划项目(编号: 2016KTCL03-14)

通讯作者: 刘峰 Tel: (029) 88318318 E-mail: liufeng1720@163.com

制作用^[5],乙醇提取物具有抗肿瘤作用^[6];骆驼刺中总生物碱类成分对心血管疾病和平滑肌均有一定的作用^[7];此外,骆驼刺还具有降血糖、加强机体免疫等功能^[8]。本研究拟对骆驼刺茎枝多糖进行提取分离,并对其理化性质及抗氧化活性进行研究,为扩大其药用价值有效部位的识别提供参考,为骆驼刺的进一步开发利用提供科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

KHXX-II型涡旋混合器(科华医疗器械厂);RE-52AA 旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂);101 型干燥箱(永光名医疗仪器厂);TGL18 低温离心机(英泰仪器有限公司);Shimadzu GC2010 气相色谱仪(日本岛津公司);21718 冷冻干燥机(德国 Christ 公司);U2910 紫外分光光度计(日立高新技术公司日本东京);HH-S 恒温水浴锅(金城国胜实验仪器厂)。

1.2 试剂

单糖对照品:半乳糖(Gal,批号:100226-201105,含量:99.5%)、岩藻糖(Fuc,批号:111206-201306,含量:99.6%)、阿拉伯糖(Ara,批号:140654-201406,含量:99.6%)、木糖(Xyl,批号:111508-200404,含量:99.9%)、甘露糖(Man,批号:140651-201403,含量:99.6%)、葡萄糖(Glc,批号:100221-201206,含量:99.8%)、葡萄糖醛酸(GlcA,批号:140648-200602,含量:99.8%)、鼠李糖(Rha,批号:111683-200401,含量:99.6%)、半乳糖醛酸(GalA,批号:111646-200301,含量:99.8%)均购自中国食品药品检定研究院;考马斯亮蓝试剂盒自带蛋白标准品(100T,南京建成生物公司,批号:20170222);三氟乙酸(批号:STBF6942V)和1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH,批号:S43654-357)购自美国 Sigma 公司;其余试剂均为分析纯或化学纯。

骆驼刺干燥茎枝购买于西安市药材市场,经陕西省中医药研究院中药鉴定室杨智峰教授鉴定为骆驼刺属 *Alhagi Gagneb* 植物骆驼刺 *Alhagi sparsifolia* Shap. 的干燥茎枝。

2 方法与结果

2.1 骆驼刺茎枝粗多糖的提取分离^[9~11]

取骆驼刺药材切段0.5~1.0 cm,称取100 g 药材于3倍体积石油醚(沸程30~60℃)60℃水浴回流2 h,脱脂,滤过;滤渣于3倍体积无水乙醇80℃水浴回流3 h,滤过,滤渣通风橱室温静置,挥干乙醇;滤渣与水以比例1:9、1:8、1:7于恒温水浴锅70℃分别回流1.5 h,滤过,合并滤液,浓缩至原体积的1/4,加无水乙醇至醇浓度为75%,4℃静置24

h,收集沉淀;依次以无水乙醇、乙醚洗涤沉淀,挥干有机溶剂;水溶,蒸馏水透析(透析袋截流相对分子质量:8 000 Da)3 d,收集袋内部分,冷冻干燥,得骆驼刺茎枝粗多糖2.86 g,提取率为2.86%。

2.2 骆驼刺茎枝粗多糖的紫外吸收光谱

将骆驼刺茎枝粗多糖配制成浓度为1.0 mg·ml⁻¹的溶液,于紫外分光光度计200~500 nm 范围内检测,具体见图1。其在216 nm 处有最大紫外吸收峰,在280 nm 处有较弱吸收峰。由于糖类物质在200 nm 处有紫外特征吸收,而蛋白质在280 nm 处有特征吸收,因此该研究制备的骆驼刺茎枝粗多糖样品有少量蛋白质存在。这可能因为水提醇沉后的产物中含有蛋白质,为了避免在除蛋白过程中对糖类物质的损失,本研究暂没有进行除蛋白操作。

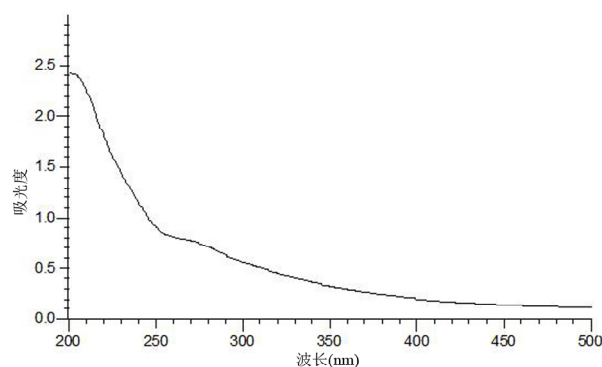


图1 骆驼刺茎枝粗多糖的紫外吸收光谱

2.3 骆驼刺茎枝粗多糖总糖含量的测定

采用苯酚-硫酸法^[12]测定骆驼刺茎枝粗多糖的总糖含量。量取2 ml 不同浓度的(0,0.05,0.10,0.15,0.20,0.25,0.30,0.35,0.40,0.45,0.50 mg·ml⁻¹)葡萄糖标准品于试管中,分别添加50 μl 80%苯酚和2.5 ml 浓H₂SO₄,混匀,室温静置反应30 min,于490 nm 波长处测定其紫外吸光度(A)。以总糖含量为横坐标(C,%)吸光度为纵坐标(A)绘制标准曲线,建立线性回归方程: $A = 7.776C + 0.042$, $r = 0.9990$ 。配制浓度为0.25 mg·ml⁻¹的骆驼刺粗多糖溶液,量取2 ml 按上述标准品方法测定吸光度,代入标准曲线,计算得样品中总糖含量为73.2%。

2.4 骆驼刺茎枝粗多糖中蛋白含量的测定

采用考马斯亮蓝法^[13]测定骆驼刺茎枝粗多糖的蛋白含量。量取0.5 ml 不同浓度的(0,0.01,0.02,0.03,0.04,0.05,0.06,0.07,0.08,0.09,0.10 mg·ml⁻¹)蛋白标准品于试管中,加入适量考马斯亮蓝储备液,混匀,静置反应10 min,于595 nm 波长处测定其紫外吸光度(A)。以蛋白含量为横坐标(C,%)吸光度为纵坐标(A)绘制标准曲线,建立线性回归方程: $A = 3.432C + 0.016$, $r = 0.9980$ 。配

制浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ 的骆驼刺粗多糖溶液,量取 0.5 ml 按上述标准品方法测定吸光度,代入标准曲线,计算得样品中蛋白含量为 17.6% 。

2.5 骆驼刺茎枝粗多糖糖醛酸含量的测定

采用卞唑硫酸法^[14]测定骆驼刺粗多糖的糖醛酸含量。量取 1 ml 不同浓度的($0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)半乳糖醛酸标准品于试管中, 100°C 水浴,加入 0.5 ml $0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的四硼酸钠-硫酸溶液;混匀,静置反应 25 min ,加入 0.2 ml 1% 卞唑乙酸溶液,沸水浴 15 min ,冷却至室温,于 500 nm 波长处测定其紫外吸光度(A)。以半乳糖醛酸含量为横坐标($C, \%$),吸光度为纵坐标(A)绘制标准曲线,建立线性回归方程: $A = 10.639C + 0.005$, $r = 0.9985$ 。配制浓度为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ 的骆驼刺粗多糖溶液,量取 1 ml 按上述标准品方法测定吸光度,代入标准曲线,计算得样品中糖醛酸占粗多糖总糖含量的 27.2% ,说明骆驼刺茎枝多糖中含有中性糖和酸性糖。

2.6 骆驼刺粗多糖单糖组成的测定^[15~23]

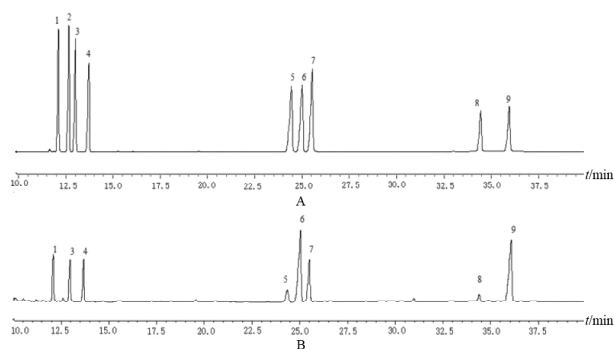
2.6.1 骆驼刺粗多糖的酸水解 取骆驼刺粗多糖样品 2 mg ,加入 1 ml $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的三氟乙酸于 121°C 水解反应 2 h ,减压浓缩至干;再加蒸馏水减压蒸干数次,使其呈中性。

2.6.2 骆驼刺粗多糖的衍生化 在“2.6.1”项下酸水解后的样品中加入 $78 \mu\text{l}$ $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的无水碳酸钠, 30°C 水浴 45 min ,加入 0.5 ml 4% NaBH_4 溶液,室温静置反应 2 h ,逐滴加入 25% 的冰乙酸至无气泡产生;过阳离子交换柱,以 6 ml 的蒸馏水洗脱,洗脱液减压蒸干;加入 3 ml 甲醇真空蒸干,重复 3 次; 85°C 条件下真空反应 2 h ;加吡啶和正丙胺各 1 ml 至残渣中, 55°C 密封反应 30 min ,待溶液冷却; 55°C 真空蒸干;加吡啶和乙酸酐各 1 ml ,室温过夜; 80°C 减压蒸干,氯仿溶解并用水提取 3 次,氯仿层进行GC分析。

2.6.3 单糖对照品的衍生化 取等摩尔的 9 种单糖(鼠李糖、岩藻糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖、葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸)进行衍生化反应,方法同“2.6.2”项。

2.6.4 GC分析 色谱条件:采用rtx-50色谱柱($30.0 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm}$, $0.25 \mu\text{m}$);柱温采用程序升温(180°C 保持 2 min , $6^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 上升至 210°C ,再以 $0.3^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速率升温至 215°C ,最后以 $6^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速率升温至 240°C ,保持 45 min);载气为氮气/空气;进样量为 $0.5 \mu\text{l}$;分流比为 $19:1$;压力为 110 kPa ;柱流速为 $0.88 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

骆驼刺茎枝粗多糖的单糖组成分析采用GC进行测定,根据水解产物衍生化后在色谱柱上的保留时间,与标准品进行对比,得到样品的单糖类型。此外,由标准图谱计算各种单糖在该色谱柱上的响应因子,然后根据对应峰面积及响应因子,计算样品中各单糖的相对摩尔比。骆驼刺茎枝粗多糖的GC分析结果如图2所示,其由Rha、Ara、Xyl、Man、Glc、Gal、GlcA和GalA 8 种单糖组成;各单糖的相对摩尔比为 $1.05:1.00:1.25:0.52:3.05:1.31:0.47:4.78$,其中GalA含量最高,GlcA含量最低,糖醛酸占总糖的 39.1% 。根据样品总糖含量,计算糖醛酸占总糖的 28.6% ,这与卞唑硫酸法测得的糖醛酸含量 27.2% 相差不大。



A. 单糖对照品 B. 骆驼刺茎枝粗多糖
1. Rha 2. Fuc 3. Ara 4. Xyl 5. Man
6. Glc 7. Gal 8. GlcA 9. GalA

图2 GC色谱图

2.7 骆驼刺粗多糖的抗氧化活性

2.7.1 还原力的测定 一般情况下,样品的还原能力与抗氧化活性之间有显著的正相关性,还原力的高低可以反映抗氧化能力的强弱,因此,为了研究骆驼刺茎枝多糖的抗氧化活性,首先对其还原能力进行测定。取 6 份 1% 的铁氰化钾和 $\text{pH } 6.6$ 的PBS缓冲液各 2.5 ml ,混合均匀,分别加入不同浓度($0.1, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)的骆驼刺粗多糖样品溶液 1 ml , 50°C 水浴孵育 30 min ,冷却后加入 10% 三氯化铁溶液 2.5 ml , $295 \times g$, 4°C 离心 10 min ,取上清液 2.5 ml 于试管中,依次加入蒸馏水和 0.1% 三氯化铁溶液各 2.5 ml ,混匀,静置反应 10 min ,于 700 nm 波长处测紫外吸光度。按样品配制方法制备与样品浓度梯度相同的维生素C(VC)溶液作为对照组:取 6 份 1% 的铁氰化钾和 $\text{pH } 6.6$ 的PBS缓冲液各 2.5 ml ,混合均匀,分别加入不同浓度($0.1, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$)的VC溶液 1 ml , 50°C 水浴孵育 30 min ,冷却后加入 10% 三氯化铁溶液 2.5 ml , $295 \times g$, 4°C 离心 10 min ,取上清液 2.5 ml 于试管中,依次加入蒸馏水和 0.1% 三氯化铁溶液各 2.5 ml ,混匀,静置反应 10 min ,于 700 nm 波

长处测紫外吸光度。

在 Fe^{3+} /ferricyanide 反应体系中,样品吸光度的大小反应其还原能力的高低,即吸光度越大,还原力越高,反之,吸光度越小,还原力越低。骆驼刺茎枝粗多糖对 Fe^{3+} 的还原力如图 3 所示。由图可知,与 VC 的还原力相比,骆驼刺茎枝粗多糖的还原力较低,但不同浓度的骆驼刺茎枝粗多糖对 Fe^{3+} 有一定的还原能力,且还原力随着浓度的增大而增强。

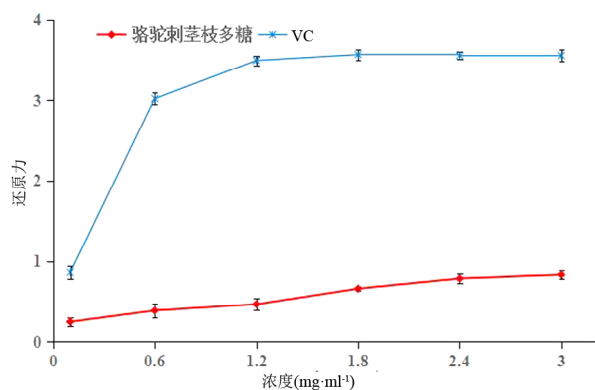


图 3 骆驼刺粗多糖和 VC 的还原能力 ($n=3$)

2.7.2 对 DPPH 自由基清除能力的测定 DPPH 溶液的制备:称取 14.0 mg 的 DPPH,加入 200 ml 无水乙醇,振荡,使其充分溶解。量取不同浓度 (0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$) 的骆驼刺粗多糖溶液 2.5 ml,加入 2 ml 的 DPPH 溶液,避光振荡反应 15 min,静置 20 min;于 520 nm 波长处测定紫外吸光值 ($A_{\text{样}}$),以无水乙醇溶液代替样品作空白对照,于 520 nm 波长处测吸光度 ($A_{\text{空}}$)。按样品配制方法制备与样品浓度梯度相同的 VC 溶液,作为对照组:量取不同浓度 (0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$) 的 VC 溶液 2.5 ml,加入 2 ml 的 DPPH 溶液,避光振荡反应 15 min,静置 20 min;于 520 nm 波长处测定紫外吸光度 (A_{VC}),以无水乙醇溶液 VC 作空白对照,于 520 nm 波长处测吸光度 ($A_{\text{空}}$)。按下式计算清除率:

$$\text{清除率}(\%) = 1 - \frac{A_{\text{样}}}{A_{\text{空}}} \times 100\%$$

骆驼刺茎枝粗多糖对 DPPH 自由基的清除率如图 4 所示。由图可知,骆驼刺茎枝粗多糖对 DPPH 自由基的清除能力随多糖浓度的升高而增大,当其浓度达到 0.9 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ 时,对 DPPH 清除率为 90.2%,与同浓度下 VC 对 DPPH 的清除率相近。

2.7.3 对羟基自由基清除能力的测定 量取 1 ml 0.75 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的邻二氮菲无水乙醇溶液,分别依次加入 2 ml 0.2 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 为 7.40 的磷酸盐缓冲溶液和 1 ml 不同浓度 (0.1, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4,

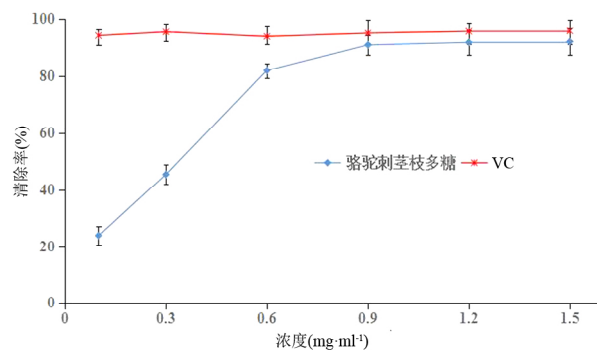


图 4 骆驼刺茎枝粗多糖和 VC 对 DPPH 的清除能力 ($n=3$)

3.0 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$) 的骆驼刺茎枝粗多糖样品溶液,充分混匀后,加入 1 ml 0.75 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸亚铁溶液,混匀;加入 1 ml 0.01% 的过氧化氢溶液,37℃ 恒温水浴 70 min,于 536 nm 波长处测定其紫外吸光度,所测得数据为样品管的吸光度 $A_{\text{样}}$,损伤管以蒸馏水取代样品,为吸光度 ($A_{\text{损}}$),未损伤管以蒸馏水取代样品管中过氧化氢,为吸光度 ($A_{\text{未}}$)。按样品配制方法制备与样品浓度梯度相同的 VC 溶液,作为对照组:量取 1 ml 0.75 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的邻二氮菲无水乙醇溶液,分别依次加入 2 ml 0.2 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 为 7.40 的磷酸盐缓冲溶液和 1 ml 不同浓度 (0.1, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$) 的 VC 溶液,充分混匀后,加入 1 ml 0.75 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸亚铁溶液,混匀;加入 1 ml 0.01% 的过氧化氢溶液,37℃ 恒温水浴 70 min,于 536 nm 波长处测定其紫外吸光度,所测得数据为样品管的吸光度 (A_{VC}),损伤管以蒸馏水取代 VC,为吸光度 ($A_{\text{损}}$),未损伤管以蒸馏水取代样品管中过氧化氢,为吸光度 ($A_{\text{未}}$)。按下式计算清除率:

$$\text{清除率}(\%) = \frac{A_{\text{样}} - A_{\text{损}}}{A_{\text{未}} - A_{\text{损}}} \times 100\%$$

骆驼刺茎枝粗多糖对羟基自由基的清除能力如图 5 所示。由图可知,不同浓度的骆驼刺茎枝粗多

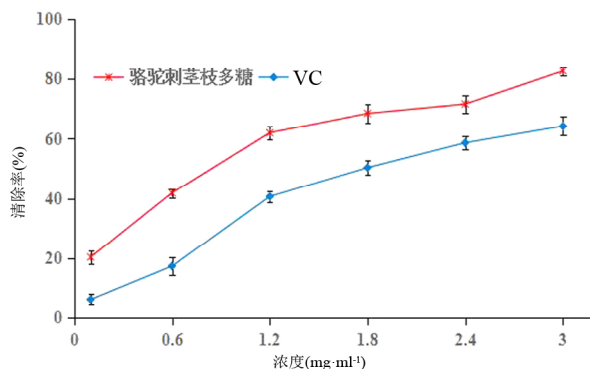


图 5 骆驼刺茎枝粗多糖与 VC 对羟基自由基的清除能力 ($n=3$)

糖对羟自由基均有一定的清除能力,且随着样品浓度的升高而增加,当浓度为 $3 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ 时,其对羟自由基的清除率达到82.6%。此外,相同浓度下,骆驼刺茎枝多糖对羟自由基的清除能力大于阳性对照 VC。

3 讨论

本试验采用水提醇沉法提取骆驼刺茎枝粗多糖,骆驼刺茎枝中多糖的提取率为2.86%。菅丽君^[9]对刺糖药材粗多糖的提取率为10.2%;王薇^[24]对干燥的刺糖药材进行粗多糖的提取得到粗多糖的提取率为6.45%;本研究以骆驼刺茎枝为研究对象,发现骆驼刺茎枝中粗多糖的含量相对较高。试验中,考虑到清除蛋白质可能会对多糖有所损失,所以未对提取的粗多糖中蛋白作以清除,在蛋白质测定中发现所提取的多糖中蛋白质含量较高。

本研究对骆驼刺茎枝粗多糖进行初步提取分离,得到糖含量为73.2%的骆驼刺茎枝粗多糖,该粗多糖由 Gal、GalA 等 8 种单糖组成,体外抗氧化活性研究表明,骆驼刺多糖具有一定的还原力,也可清除 DPPH 自由基和羟自由基。

本试验首次对骆驼刺茎枝粗多糖的理化性质及抗氧化活性进行研究,为扩大骆驼刺药用部位的开发利用提供研究基础。

参 考 文 献

- 刘瑛心. 中国沙漠植物志[M]. 北京: 科学出版社,1985: 182
- 王济宪. 维医常用药材-阿里红和骆驼刺[J]. 特种经济动植物, 2003, (9): 39
- 全智慧,徐墩海. 骆驼刺的化学成分及民间应用[J]. 吉林中医药, 2009, 29(8): 711-712
- 张贵杰,李宁,倪慧,等. 骆驼刺属植物的化学成分与生物活性[J]. 国外医药植物分册, 2008, 23(4): 157-160
- 波拉提·马卡比力. 第六届肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会论文集[C]. 北京: 中国药学会-中国中药协会, 2011: 210-215
- 马晓玲,魏鸿雁,徐晓琴,等. 骆驼刺提取物体内抗肿瘤作用及机制初探[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(3): 517-520
- 贾晓光. 全国第9届天然药物资源学术研讨会论文集[C]. 江苏: 江苏省天然药物资源学会, 2010: 7
- 徐晓琴,夏提古丽·阿不利孜,马晓玲,等. 骆驼刺胶囊制备工艺与质量控制研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18(10): 1331-1334
- 菅丽君. 刺糖多糖的分离纯化和结构分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学硕士学位论文, 2012
- 郑杰. 刺糖多糖分离纯化、结构分析及降血糖作用研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学硕士学位论文, 2016
- 李进,赵红艳,原惠,等. 黑果枸杞色素性质研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 146-151
- 林颖,吴毓敏,吴雯,等. 天然产物中的糖含量测定方法正确性的研究[J]. 天然产物研究与开发, 1996, 8(3): 5-9
- Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248-254
- Karamanos NK, Hjerpe A, Tseggenidis T, et al. Determination of iduronic acid and glucuronic acid in glycosaminoglycans after stoichiometric reduction and depolymerization using high-performance liquid-chromatography and ultraviolet detection[J]. Anal Biochem, 1988, 172(2): 410-419
- Lehrfeld J. Simultaneous gas-liquid chromatographic determination of aldonic acids and aldoses [J]. Anal Chem, 1985, 57(1): 346-348
- 彭强. 黑果枸杞多糖的提取、结构分析及免疫活性研究[D]. 大连: 中国科学院大连化学物理研究所硕士学位论文, 2013
- 郑宇翔,肖凤霞,林励,等. 青蒿渣中总多糖提取工艺及其抗氧化活性[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(14): 8-11
- 卞云云,李萍. 蒙古黄芪中不同提取部位抗氧化活性的研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(22): 2924-2927
- 田研. 中药水提液中还原糖衍生化测定方法研究[D]. 西安: 西北大学硕士学位论文, 2015
- 牟振鑫,李洪娟,王雪,等. 两种中药的体外抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(4): 809-810
- 王爽,弓建红,张寒娟,等. 石斛多糖抗氧化活性研究[J]. 中国实用医学, 2009, 4(30): 15-16
- 朱燕,程东庆. 蝉花多糖抗氧化活性的测定[J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(7): 1552-1554
- 郁玮. 无花果多糖抗氧化活性研究[D]. 镇江: 江苏大学硕士学位论文, 2009
- 王薇. 刺糖多糖的提取工艺及抗肿瘤分子作用机制研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学硕士学位论文, 2016

(2017-08-07 收稿 2017-09-26 修回)