

植物资源持续利用国家重点实验室分析测试中心。

References:

- [1] Wang Z Y, Liu L H. *The Chinese Plant Raw Material Medicines* (中国原料植物药) [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2002.
- [2] Li R J, Ren L J. Studies on Chemical constituents and pharmacological activities of Saururaceae [J]. *World Phytomed* (国外医药:植物药分册), 1997, 12(5): 206-211.
- [3] Zeng H Y, Jiang L J, Zhang Y C. Chemical constituents of volatile from *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. *J Plant Resour Environ* (植物资源与环境学报), 2003, 12(3): 50-52.
- [4] Liao D S, Wang J M, Zhao J Z. Study on the extracting of flavonoid and application from *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. *China Food Add* (中国食品添加剂), 2002, (2): 81-83.
- [5] Gaspar E M M, Neves H J C. Steroidal constituents from mature wheat straw [J]. *Phytochemistry*, 1993, 34(2): 523-527.
- [6] Al-Rehaily A J, Al-Howiriny T A, Ahmad M S. Alkaloids from *Haplophyllum tuberculatum* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 57(4): 597-602.
- [7] Jong T T, Jean M Y. Alkaloids from *Houttuynia cordata* [J]. *J Chin Chem Soc*, 1993, 40(3): 301-303.
- [8] Phan X T, Shannon P J. Photolytic dehydrochlorination of *N*-chloro-*N*-alkyl amides formation of *N*-(α -methoxyalkyl) amides [J]. *J Org Chem*, 1983, 48(26): 5164-5170.
- [9] Zhang C Z, Xu X Z, Li C. Fructosides from *Cynomorium songaricum* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 41(3): 975-976.
- [10] Luo X D, Wu S H, Wu D G. Chemical constituents from *Dysoxylum hainanense* [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 2001, 23(3): 368-372.

马齿苋多糖 POP III b 的分离纯化及其结构特征

朱 丹¹, 牛广财^{2*}

(1. 黑龙江八一农垦大学生命科学技术学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:目的 研究从马齿苋全草中得到的多糖 POP III b 的组成和结构特征。方法 经热水提取、乙醇沉淀的方法从马齿苋全草中提取粗多糖, 通过 Sevage 法脱蛋白后, 再经 DEAE-纤维素柱色谱和 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱色谱分离纯化得到马齿苋精多糖, 由醋酸纤维薄膜电泳和 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶过滤法检验其均一性。通过薄层色谱(TLC)、气相色谱(GC)、红外光谱(IR)和核磁共振(NMR)等分析手段初步测其结构组成。结果 马齿苋多糖 POP III b 为均一性组分, 其单糖组成为阿拉伯糖、木糖和半乳糖醛酸, 摩尔比为 4.6 : 1.1 : 4.8, POP III b 具有典型的多糖吸收峰, 其结构中存在 α -, β -型糖苷键。结论 马齿苋多糖 POP III b 属果胶类多糖。

关键词: 马齿苋; 多糖; 结构特征

中图分类号: Q282.7; Q53

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)12-1790-04

Isolation, purification, and structural characterization of polysaccharide

POP III b from *Portulaca oleracea*

ZHU Dan¹, NIU Guang-cai²

(1. College of Life Science and Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China; 2. Food College, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China)

Key words: *Portulaca oleracea* L.; polysaccharide; structural characterization

马齿苋 *Portulaca oleracea* L. 为马齿苋科 1 年生肉质草本植物, 又名蚂蚁菜, 长寿菜, 瓜子菜等。在我国分布广泛, 资源丰富, 是常见的中草药和野生蔬菜, 是我国卫生部划定的药食同源的野生植物之一, 不仅具有丰富的营养价值, 而且还具有抗菌、调血脂、抗氧化、增强免疫力、抗肿瘤等多种药理功能^[1,2]。其中, 马齿苋多糖对肿瘤的抑制作用非常明

显。据报道, 马齿苋多糖(POP)可增加 T 淋巴细胞的数量, 体外抗癌实验表明其对 SMMC7721 肝癌细胞的增殖具有抑制作用, 其抗癌效果与剂量呈正相关; 对小鼠 S_{180} 移植性实体瘤的体内抗癌实验表明, POP 能显著降低腹水瘤的分裂指数, 明显抑制小鼠 S_{180} 移植性实体瘤的生长, 50 mg/kg 治疗组的抑瘤率为 52.72%^[3]。王晓波等^[4]的研究表明, 马齿苋多

收稿日期: 2007-03-11

基金项目: 黑龙江八一农垦大学科研基金资助项目(校启 S2005-57)

作者简介: 朱 丹(1972-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事植物生物学方面的教学和研究工作。

* 通讯作者 牛广财 E-mail: guangcainiu@yahoo.com.cn

糖(POP)给药各剂量组明显抑制荷瘤小鼠 S_{180} 实体瘤的生长, 25、50、100 mg/kg 剂量组的抑瘤率分别为 16.92% ($P < 0.05$)、51.45% ($P < 0.01$)、64.96% ($P < 0.01$), 并且其作用机制与增强小鼠免疫功能有关。笔者对 Lewis 肺癌足趾皮下接种的小鼠试验表明, 马齿苋多糖(POP III)分别以 50、100 mg/kg 剂量 *ip* 给药 10 d, 对 Lewis 肺癌的抑制率分别为 36.91%、45.11%, 两者与阴性对照之间的差异均达极显著水平 ($P < 0.01$) (另文发表)。

鉴于此, 本试验采用热水浸提、乙醇沉淀和柱色谱等方法, 从马齿苋全草中分离得到多糖组分 POP III b, 并利用薄板色谱和气相色谱方法, 确定该多糖的单糖组成, 同时根据其红外光谱和 NMR 结果推断该多糖组分的结构特征, 为进一步研究其构-效关系提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料: 野生宽叶鲜马齿苋, 采于吉林省龙井市市郊, 经延边大学农学院石铁源教授鉴定。全草于 50 °C 下烘干粉碎, 过 40 目筛备用。

1.2 主要试剂与仪器: 所用试剂均为国产分析纯。标准单糖为上海试剂二厂产品, 硅胶 G 薄板为青岛海洋化工厂产品, DEAE-52 为 Whatman 进口分装, Sephadex G-200 和已知分子量的 Dextran、蓝色葡聚糖等均为 Pharmacia 产品。

BSZ-100 自动部分收集器, HL-2 恒流泵, 上海沪西分析仪器厂; WZZ-2B 型自动数显旋光仪, 上海分析仪器厂; FTIR 1730 傅里叶变换红外光谱仪, 美国 PE 公司; Shimadzu-16A 气相色谱仪, 日本岛津; 北京瑞利 UV-1100 紫外可见分光光度计; 瑞士 Bruker AV-600 超导核磁共振仪等。

1.3 POP III b 的分离和纯化: 马齿苋干粉 → 回流除脂 → 分离 → 渣 → 晾干 → 沸水浸提 2 次 (料水比为 1:30) → 提取液 → 真空浓缩 → 浓缩液 → 4 倍体积的 95% 乙醇沉淀 → 分离 → 沉淀物 → 真空干燥 → 马齿苋粗多糖 → 水溶解 → Sevage 法去蛋白 → 离心分离 → 上清液 → 透析 → 乙醇沉淀 → 分离 → 沉淀物 → 真空干燥 → 马齿苋脱蛋白多糖水溶解 → DEAE-52 柱色谱 (2.6 cm × 50 cm, 0~2 mol/L 的 NaCl 分级洗脱, 硫酸-苯酚法检测) → 3 个级分 (POP I ~ POP III) 溶液 → 真空浓缩 POP III → 透析 → 冷冻干燥 → 取 POP III (<30 mg) → 蒸馏水溶解 → 上 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱 (2.6 cm × 50 cm, 水洗脱, 硫酸-苯酚法检测) → 收集 POP III b → 真空浓缩 → 冷冻干燥 → POP III b 干品。

1.4 纯度鉴定

1.4.1 醋酸纤维薄膜电泳: 醋酸纤维薄膜 2 cm × 8 cm, 缓冲液为 0.025 mol/L 硼砂溶液 (pH 12.5), 电压为 250 V, 时间 30~40 min, 0.5% 甲苯胺蓝染色^[5]。

1.4.2 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶过滤法: 将少量多糖 POP III b 溶于少量蒸馏水中, 上 Sephadex G-200 凝胶柱 (1.6 cm × 50 cm)。以蒸馏水洗脱, 体积流量为 1 mL/min, 部分收集体积为每管 4 mL, 以硫酸-苯酚法测 A_{490} , 做出 POP III b 均一组分鉴定洗脱曲线。

1.5 单糖组成分析

1.5.1 薄层色谱分析: 以 2 mL 的 1 mol/L H_2SO_4 溶解 10 mg 样品, 封管, 100 °C 水解 6 h, 冷却, $BaCO_3$ 中和, 离心, 上清液进行薄层分析。POP III b 样品水解产物及各标准单糖分别点于同一硅胶 G 薄板, 以醋酸乙酯-甲醇-醋酸-水 (13:3:3:1) 为展开剂, 展开, 取出, 晾干, 喷苯胺-邻苯二甲酸显色液, 置烘箱 110 °C 烘烤 10 min 至显色清晰。

1.5.2 气相色谱分析: 样品水解产物及各标准单糖分别进行糖腈乙酸酯衍生^[5]。色谱条件: GC-16A, 色谱柱 SE-30 (3.2 mm × 3 m); 柱温 180 °C, 氢气体积流量 45 mL/min, 氮气 40 mL/min, FID 检测器, 温度 240 °C, 进样量 0.8 μ L。

1.6 理化性质: 溶解性测定, 比旋光度测定, 平均相对分子质量测定 (凝胶过滤法), 苯酚-硫酸反应, 碘-碘化钾反应, 茚三酮反应, 三氯化铁反应、十六烷基三甲基溴化铵 (CTAB) 络合反应等实验。

1.7 光谱分析

1.7.1 紫外光谱分析: 将 POP III b 配成 1 mg/mL 水溶液, 在紫外分光光度计上做 400~200 nm 全程扫描。

1.7.2 红外光谱测定: 取 2 mg 干燥的 POP III b 样品, KBr 压片, 在 4000~400 cm^{-1} 内进行扫描。

1.7.3 NMR 分析: 将 20 mg POP III b 溶于 0.5 mL D_2O 中, 在 600 兆超导核磁共振仪上分别测其 1H -NMR 谱和 ^{13}C -NMR 谱。

2 结果与讨论

2.1 DEAE-52 纤维素离子交换柱色谱结果: 马齿苋多糖过 DEAE-52 纤维素柱后得到 3 个峰, 按其出现顺序依次为 POP I、POP II 和 POP III, 其中 POP I 出现在水洗部分, POP II 和 POP III 出现在盐洗脱部分, 初步可以判断 POP I 为中性多糖, POP II 和 POP III 为酸性多糖。

2.2 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱色谱结果: 马

齿苋多糖 POP III 过 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱后得到 2 个峰,依次命名为 POP III a 和 POP III b,之后对 POP III b 组分做进一步研究。

2.3 纯度鉴定:POP III b 的醋酸纤维薄膜电泳结果为一蓝色色斑;并且 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱的洗脱曲线为单峰,峰形对称,证明 POP III b 为均一组分。

2.4 单糖组成分析:在薄层色谱中,水解物的 R_f 值与阿拉伯糖、木糖的 R_f 值基本相同。多糖水解产物气相色谱分析结果进一步确证了薄层色谱的结果(表 1),根据标准品与样品的保留时间确定单糖种类,各峰面积比计算其摩尔比。结果测得 POP III b 的单糖组分为阿拉伯糖、木糖,其摩尔比为 4.6 : 1.1,半乳糖醛酸在此条件下未能够出峰。根据糖定量分析结果,POP III b 的阿拉伯糖、木糖、半乳糖醛酸的摩尔比为 4.6 : 1.1 : 4.8。

表 1 POP III b 的气相色谱分析结果

Table 1 Analysis result of POP III b by GC method

组别	保留时间/min			
	6.337	6.707	16.402	18.067
L-阿拉伯糖	+			
D-木糖		+		
D-葡萄糖			+	
D-半乳糖				+
POP III b	+	+		

2.5 理化性质:POP III b 为棕黄色的絮状固体,溶于热水,不溶于乙醇、乙醚、丙酮等有机溶剂;在水溶液中的比旋光度 $[\alpha]_D^{20} = +28.0$;苯酚-硫酸反应呈阳性,碘-碘化钾反应呈阴性,三氯化铁反应呈阴性,茚三酮反应呈阴性,与十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)、硫酸-咔唑反应均呈阳性,表明含有糖醛酸。上述结果说明 POP III b 为不含酚类、不含氨基酸或蛋白质的非淀粉类多糖。采用凝胶过滤法,按 $V_0/V_r - \lg M$ 关系做图,得相对分子质量,其回归方程为: $Y = -1.3651X + 7.2519 (r = 0.9952)$ 。测得 POP III b 的相对分子质量为 42 300。

2.6 光谱分析结果:由紫外光谱可见,POP III b 在 280、260 nm 处无吸收,表明它不含蛋白、多肽及核酸。

POP III b 的红外光谱显示如下糖类特征吸收峰:3 434.03 cm^{-1} 处有 O-H 键的伸缩振动峰(分子间氢键);3 005.51、2 920.67 cm^{-1} 处有 C-H 键的伸缩振动;1 801.60、1 628.56 cm^{-1} 为 C=O 伸缩振动峰;1 384.62 cm^{-1} 吸收峰归属于羧基的伸缩振动,1 216.48 cm^{-1} 为 O-H 的变角振动,1 111.31 cm^{-1} 为 C-H 的变角振动。897.88 cm^{-1} 的吸收峰提示 POP III b

的结构中存在 β -型糖苷键,835.31、820.80 cm^{-1} 的吸收峰提示 POP III b 的结构中还存在 α -型糖苷键。

从 $^1\text{H-NMR}$ 来看,在高场区出现的 δ 1.995、2.076 证实 POP III b 结构中存在 O-乙酰基。 δ 4.966 为 $[\rightarrow 4]\text{-GalpA-(1}\rightarrow\text{)]}$ 的 H-1 信号, δ 5.125~5.698 为 α -阿拉伯糖残基异头氢质子。

在 POP III b 的 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱中, δ 101 左右的吸收为 α -L-吡喃木糖的异头碳吸收,且在 α -L-吡喃木糖的 C-1 位发生取代,又由 C3(δ 80.545)可推测其以 α -(1 $\rightarrow$ 3)连接。 δ 109.555 为阿拉伯糖残基异头碳信号,提示其构型为 α -L-Araf。 δ 98.774、100.126 为半乳糖醛酸端基碳信号,表明为 α -构型,由 C4(δ 79.875)可推断它以 α -(1 $\rightarrow$ 4)连接。 δ 57.037 表明有甲氧基取代, δ 21.773 为多糖的乙酰基信号,高场区信号 δ 17.664 表明有甲基取代。 δ 163.706~178.143 为半乳糖醛酸 6 位羧基碳信号。根据以上信息,并结合相关文献报道^[6~8],可推断出 POP III b 主链结构为 α -(1 $\rightarrow$ 4)连接的多聚半乳糖醛酸,阿拉伯糖、木糖可能在末端或与侧链相连。果胶是由 α -(1 $\rightarrow$ 4)-D-GalpA 构成的线性长链,并且存在少量的乙酰基和甲酯基。一些复杂的果胶还连接有阿拉伯糖链、半乳糖链、阿拉伯半乳糖链、木糖链等一些特殊的侧链。显然 POP III b 具有果胶的显著特征,属于果胶类多糖,但其更精确的结构还有待采用高碘酸氧化、Smith 降解和 GC-MS 联用等分析方法做进一步研究。

3 结论

综上所述,采用水提醇沉两步提取、Sevage 法脱蛋白质、经 DEAE-纤维素和 Sephadex G-200 葡聚糖凝胶柱色谱等技术进行分离纯化得到马齿苋多糖 POP III b,经醋酸纤维薄膜电泳分析和葡聚糖凝胶分子筛柱分析,证明是均一组分。由薄层色谱(TLC)、气相色谱(GC)确定 POP III b 的单糖组成为阿拉伯糖、木糖和半乳糖醛酸,其摩尔比为 4.6 : 1.1 : 4.8。紫外光谱(UV)分析表明它不含蛋白质及核酸,红外光谱(IR)分析表明 POP III b 具有典型的多糖吸收峰,结构中存在 α -、 β -型糖苷键,根据核磁共振(NMR)结果推断,POP III b 属果胶类多糖。

References:

- [1] Niu G C, Zhu D. Research advances on chemical compositions and pharmacological function of *Portulaca oleracea* L. [J]. *Anhui Agric Sci* (安徽农业科学), 2005, 33(6): 1090-1092.
- [2] Xiao M, Yang J, Liu B, et al. *Portulaca oleracea* L. and its utilization situation and prospect in the food industry [J]. *Food Sci* (食品科学), 2003, 24(9): 159-163.

- [3] Cui M, Yin M, An L G. Antineoplastic activity of polysaccharide from *Portulaca oleracea* L. [J]. *Shandong Norm Univ, Nat Sci* (山东师范大学学报:自然科学版), 2002, 17(1): 73-76.
- [4] Wang X B, Liu D W, Wang L Q, et al. Immune effects of polysaccharide from *Portulaca oleracea* on mice with tumor S₁₈₀[J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2005, 17(4): 453-456.
- [5] Zhang W J. *Biochemical Study Technology of Complex Polysaccharides* (糖复合物生化研究技术) [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1999.
- [6] Chen H S, Wang Z L, Zheng Q Y, et al. The structure characterization of *Phytolacca acinosa* polysaccharides I and II [J]. *Acad J Second Mil Med Univ* (第二军医大学学报), 1995, 16(5): 486-487.
- [7] Liu C P, Wang X S, Fang J N. Chemical studies on two acidic polysaccharides from *Salvia chinensis* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(1): 8-12.
- [8] Wu Y L, Huang J, Pan Y J. Isolation, purification and identification of polysaccharide of *Ficus carica* [J]. *J Zhejiang Univ, Sci Ed* (浙江大学学报:理学版), 2004, 31(2): 177-179, 187.

紫菀中多酚类化合物的研究

刘可越^{1,3}, 张铁军², 高文远³, 刘海军¹

(1. 九江学院, 江西 九江 332000; 2. 天津药物研究院, 天津 300193;

3. 天津大学 药物科学与技术学院, 天津 300072)

摘要:目的 研究紫菀 *Aster tataricus* 的多酚类化学成分。方法 采用硅胶柱色谱分离, 通过理化和波谱分析方法鉴定化合物结构。结果 从紫菀石油醚及醋酸乙酯萃取部位分离得到 8 个化合物, 分别鉴定为: 芹菜素 (apigenin, I)、大黄酚 (chrysophanol, II)、大黄素 (emodin, III)、大黄素甲醚 (physcion, IV)、橙皮苷 (hesperidin, V)、山奈酚-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (kaempferol-3-O-β-D-glucopyranoside, VI)、芹菜素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (apigenin-7-O-β-D-glucopyranoside, VII)、芦荟大黄素 (aloe-emodin, VIII)。结论 化合物 V~VIII 为首次从紫菀中分离得到。

关键词: 紫菀属; 紫菀; 酚类成分

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2007)12-1793-03

Phenolic Compounds Isolated from Root and Rhizoma of *Aster tataricus*

LIU Ke-yue^{1,3}, ZHANG Tie-jun², GAO Wen-yuan³, LIU Hai-jun¹

(1. Jiujiang University, Jiangxi Province, 332000, China; 2. Tianjin Pharmaceutical Institute, Tianjin, 300072, China;

3. The College of Pharmaceutical and Biotechnology, Tianjin University, Tianjin, 300072, China)

Key words: *Aster* L.; *Aster tataricus* L. f.; phenolic constituents

紫菀是菊科植物紫菀 *Aster tataricus* L. f. 的干燥根及根茎, 具润肺下气、消痰止咳之功效^[1]。《本草纲目》中记载, 紫菀“主治咳逆上气, 胸中寒热结气, 去蛊毒痿蹶”是许多常用的止咳平喘复方中药制剂中的重要组成药物之一。文献报道紫菀中主要含三萜及其苷类^[2,3]、环肽^[4~8]、寡肽^[9]、酚类^[10]、植物甾醇^[11]等成分。现代药理研究表明紫菀具有祛痰、镇咳的作用, 但其确切活性成分尚未确定。为了寻找其止咳祛痰的有效成分, 并为进一步的质量标准制定提供科学的依据, 对其有效部位的化学成分进行了系统研究。笔者在前文中已经报道了其中的三萜及甾体及黄酮类成分, 现将分得的多酚类化合物报道如下: 芹菜素 (apigenin, I)、大黄酚 (chrysophanol, II)、大黄素 (emodin, III)、大黄素甲醚 (physcion, IV)、橙皮苷 (hesperidin, V)、山奈酚-3-

O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (kaempferol-3-O-β-D-glucopyranoside, VI)、芹菜素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (apigenin-7-O-β-D-glucopyranoside, VII)、芦荟大黄素 (aloe-emodin, VIII)。其中化合物 V~VIII 为首次在紫菀中分得。这些化合物及其他分离产物的生物活性试验正在进行中。

1 仪器与材料

紫菀药材购自河北省安国市, 经天津药物研究院张铁军研究员鉴定为菊科植物紫菀 *A. tataricus* L. f.。熔点用 X₄ 显微熔点测定仪测定 (温度未校正); IR 光谱用 Nicolet Impact 410 型红外光谱仪测定。NMR 用 Bruker DRX-400 核磁共振仪测定, MS 用 P5973N MSD 型质谱仪。色谱用硅胶为青岛海洋化工厂产品, 所用试剂均为分析纯。

2 提取与分离

马齿苋多糖POPIIIb的分离纯化及其结构特征

作者：[朱丹](#)，[牛广财](#)，[ZHU Dan](#)，[NIU Guang-cai](#)
作者单位：[朱丹, ZHU Dan\(黑龙江八一农垦大学生命科学技术学院, 黑龙江, 大庆, 163319\)](#)，[牛广财, NIU Guang-cai\(黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江, 大庆, 163319\)](#)
刊名：[中草药](#) **ISTIC** **PKU**
英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)
年，卷(期)：2007, 38(12)
被引用次数：4次

参考文献(8条)

1. [Niu G C;Zhu D Research advances on chemical compositions and pharmacological function of Portulaca oleracea L\[期刊论文\]-安徽农业科学 2005\(06\)](#)

2. [Xiao M;Yang J;Liu B Portulaca oleracea L.and its utilization situation and prospect in the food industry\[期刊论文\]-食品科学 2003\(09\)](#)

3. [Cui M;Yin M;An L G Antineoplastic activity of polysaccharide from Portulaca oleracea L\[期刊论文\]-山东师范大学学报\(自然科学版\) 2002\(01\)](#)

4. [Wang X B;Liu D W;Wang L Q Immune effects of polysaccharide from Portulaca oleracea on mice with tumor S180\[期刊论文\]-天然产物研究与开发 2005\(04\)](#)

5. [Zhang W J 糖复合物生化研究技术 1999](#)

6. [Chen H S;Wang Z L;Zheng Q Y The structure characterization of Phytolacca acinosa polysaccharides I and II\[期刊论文\]-第二军医大学学报 1995\(05\)](#)

7. [Liu C P;Wang X S;Fang J N Chemiacal studies on two acidic polysaccharides from Salvia chinensis\[期刊论文\]-中草药 2004\(01\)](#)

8. [Wu Y L;Huang J;Pan Y J Isolation, purification and identification of polysaccharide of Ficus carica \[期刊论文\]-浙江大学学报\(理学版\) 2004\(02\)](#)

本文读者也读过(10条)

1. [朱丹. 牛广财. 孟宪军. Zhu Dan. Niu Guangcai. Meng Xianjun 马齿苋多糖提取工艺的研究\[期刊论文\]-中国农学通报2006, 22\(8\)](#)

2. [高莉. 刘捷. 田义静. 石永娟. GAO Li. LIU Jie. TIAN YI-Jing. SHI Yong-juan 马齿苋多糖提取、纯化工艺的初步研究\[期刊论文\]-食品研究与开发2006, 27\(4\)](#)

3. [刘淑梅. 孙济平. 彭小冰. 王建科 不同产地加工方法对马齿苋质量影响的研究\[期刊论文\]-贵阳中医学院学报 2010, 32\(1\)](#)

4. [袁晓玲. 杨跃华. 南建忠. 刘临 原子吸收光谱法测定马齿苋中微量元素\[期刊论文\]-安徽农业科学2008, 36\(16\)](#)

5. [马齿苋活性成分中抑脂成分的筛选\[期刊论文\]-安徽农业科学2009, 37\(29\)](#)

6. [沈岚. 陆付耳. SHEN Lan. LU Fu-er 马齿苋对2型糖尿病大鼠胰岛素抵抗的影响\[期刊论文\]-中国医院药学杂志 2005, 25\(4\)](#)

7. [李海燕. 王旭深. LI Hai-yan. WANG Xu-shen 马齿苋多糖提取方法的比较\[期刊论文\]-第一军医大学分校学报 2005, 28\(2\)](#)

8. [刘志勇. 王莉. 鲁建江. 顾承志. 陈宏伟 马齿苋多糖的微波提取及含量测定\[期刊论文\]-中国药师2002, 5\(11\)](#)

9. [孙希云. 张琦. 孟宪军. Sun Xiyun. Zhang qi. Meng Xianjun 大孔吸附树脂分离纯化马齿苋中黄酮类化合物的研究\[期刊论文\]-食品与发酵工业2006, 32\(2\)](#)

[刘存芳. 田光辉. LIU Cun-fang. TIAN Guang-hui 马齿苋多糖的研究\[期刊论文\]-氨基酸和生物资源2007, 29\(3\)](#)

引证文献(4条)

1. [李凤林](#) [超声波辅助萃取-双波长分光光度法测定马齿苋中总黄酮](#)[期刊论文]-[中国酿造](#) 2012(2)
2. [张明](#) [均匀设计法优选中药免疫复方的试验](#)[期刊论文]-[动物医学进展](#) 2010(6)
3. [张明](#) [均匀设计法优选中草药免疫活性成分工艺研究](#)[期刊论文]-[山东大学学报\(医学版\)](#) 2009(12)
4. [田春莲](#), [文赤夫](#), [吴文滔](#) [飞龙掌血多糖提取工艺研究](#)[期刊论文]-[中药材](#) 2010(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200712009.aspx