· 中药研究 ·

基于主成分分析法探讨马牙七活性成分与抗氧化作用的关系

陈静[1]，王维[2]，侯少平[3]，奚军伟[1*]

（1. 陕西省药品不良反应监测中心，陕西 西安 710065；2. 陕西省药品和疫苗检查中心，陕西 西安 710065；3. 陕西国际商贸学院，陕西 西安 712046）

摘要 目的：探讨马牙七活性成分与抗氧化作用的关系。方法：以总黄酮、总多酚及总多糖含量为指标，以马牙七根、茎、叶部位为对象，筛选最佳提取方法，并测定其抗氧化作用，再以相关性及主成分分析活性成分与抗氧化作用的关系。结果：根部中活性成分含量最高，茎中次之，叶中含量最低；水提物中总多糖的含量最高，70% 乙醇提取物的总黄酮及总多酚含量最高。抗氧化作用结果表明，活性成分含量与抗氧化活性呈正相关，70% 乙醇提取物对羟自由基和 ABTS 自由基的清除作用大于相对应水提物的活性，对 DPPH 自由基的清除作用二者相差不大。主成分分析结果表明，马牙七提取物对羟自由基、DPPH 自由基和 ABTS 自由基的清除作用与其总多酚和总黄酮含量密切相关，总多糖的含量对 DPPH 自由基清除作用也有一定影响。结论：马牙七提取物具有一定的抗氧化活性。

关键词 马牙七；活性成分；含量测定；抗氧化；主成分分析

中图分类号：R284 **文献标识码**：A **文章编号**：1002 - 2392(2025)11 - 0029 - 06

DOI：10.19664/j.cnki.1002 - 2392.250226

马牙七，又称大仙茅、九子连，是兰科植物流苏虾脊兰（*Calanthe fimbriata* Franch.）和剑叶虾脊兰（*Calanthe davidii* Franch.）的假鳞茎及根[1]，其为秦岭地区独特的野生药用植物，主要分布于陕西、甘肃等地区，马牙七为“太白七药”之一，性凉，味辛、苦，具有清热解毒、祛瘀止痛的功效，多用于治疗炎症及胃病[2-3]。最新研究表明，马牙七水提取物具有一定的抑菌作用[4]，但对其成分含量及抗氧化作用研究较少[5-6]，本试验通过不同方法提取马牙七根、茎、叶活性成分，测定不同提取物中的总黄酮、总多酚、多糖的含量及抗氧化作用，探讨马牙七活性成分与抗氧化作用之间的关系。

1 材料与方法

1.1 药品与试剂

马牙七采自太白山红河谷，原植物经陕西国际商贸学院雷国莲教授鉴定为兰科植物流苏虾脊兰（*Calanthe fimbriata* Franch.）。

收稿日期：2024 - 01 - 17 **修回日期**：2025 - 04 - 02

基金项目：国家科技部重大新药创制项目（2018ZX19721005 - 004 - 007）

作者简介：陈静（1983 - ），女，主管药师，研究方向：药品监管。

* **通信作者**：奚军伟（1979 - ），男，副主任药师，研究方向：药品监管。

乙醇、甲醇、丙酮，硫酸、苯酚、亚硝酸钠等，生产厂家为国药集团化学有限公司；抗坏血酸（批号：O11HS197212）、DPPH（1,1 - 二苯基苦基苯肼，批号：S28J12M138964）、ABTS[2,2 - 联氮 - 二（3 - 乙基 - 苯并噻唑 - 6 - 磺酸）二铵盐，批号：N04HS199908]、芦丁标准品（批号：J01IB203749）、葡萄糖标准品（批号：S17HS195198）、没食子酸标准品（批号：N04HS200116），生产厂家均为上海源叶生物科技有限公司，试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器

RE - 2000A 旋转蒸发仪，上海亚荣科学仪器有限公司；DLSB - 5/20B 低温冷却循环泵、SHB - Ⅲ循环水式多用真空泵，郑州长城科工贸有限公司；SQP 万分之一天平，北京赛多利斯；YP202N 电子天平，上海精科仪器有限公司；DZ - 1BCIV 真空干燥箱，天津泰斯特仪器有限公司；TU - 1810 紫外分光光度计，北京普析通用仪器有限责任公司。

1.3 方法

1.3.1 马牙七不同提取方法提取物制备

水提取物的制备：将马牙七阴干，分别取叶、茎、根适量，粉碎，各加 20 BV 纯水，在 70 ℃水浴中提取

1.5 h,减压浓缩至膏状,低温真空干燥,4 ℃冰箱保存备用。

乙醇、甲醇、丙酮提取物的制备:将马牙七叶、茎、根分别用 30%、50%、70% 的乙醇,30%、50%、70% 的甲醇和 30%、50%、70% 的丙酮溶液回流提取(20 BV、70 ℃、1.5 h),将提取液减压浓缩至膏状,低温真空干燥,4 ℃冰箱保存备用。

1.3.2 马牙七提取物中主要成分含量测定

1.3.2.1 多糖含量测定

参考文献[7-8],采用苯酚 - 硫酸法,在 490 nm 的波长下测定多糖的吸光度,得到的回归方程为 $y = 5.949\ 3x + 0.193\ 5$, $R^2 = 0.999\ 5$, 葡萄糖浓度在 0.01 ~ 0.10 mg/mL 内试验结果有效。将样品稀释一定浓度,在相同条件下测定吸光度,通过方程计算多糖浓度。多糖含量计算公式:

$$Y = \frac{C \times D}{W} \quad \text{(公式 1)}$$

式中,Y 为多糖含量(mg/g);C 为多糖浓度(mg/mL);D 为样品定容后的溶液体积(mL);W 表示马牙七药材粉末的质量(mg)。

1.3.2.2 总黄酮含量测定

称取芦丁对照品 50 mg,配制成 0.2 mg/mL 的标准溶液。分别量取 1 mL、2 mL、3 mL、4 mL、5 mL、6 mL 标准溶液至 10 mL 容量瓶中用乙醇定容,得到不同浓度的标准溶液,经 $NaNO_2 - Al(NO_3)_3$ 反应[9-10],在波长为 510 nm 处测定吸光度,得到的回归方程为 $y = 0.004x + 0.138\ 4$, $R^2 = 0.999\ 4$, 芦丁浓度在 0.02 ~ 0.12 mg/mL内试验结果有效,总黄酮含量计算方法同 1.3.2.1。

1.3.2.3 总多酚含量测定

称取没食子酸对照品 50 mg,配制成 0.05 mg/mL 的标准溶液。分别取 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mL 标准品于 10 mL 容量瓶并定容,得到不同梯度浓度的没食子酸标准溶液,经磷钼钨酸 - 碳酸钠反应[11-12],在波长为 760 nm 处测定吸光度并绘制标准曲线。得到的回归方程为 $y = 0.220\ 9x + 0.152\ 7$, $R^2 = 0.999$, 没食子酸浓度在 0.000 5 ~ 0.003 mg/mL 内试验结果有效,总多酚含量计算方法同 1.3.2.1。

1.3.3 马牙七提取物抗氧化能力测定

1.3.3.1 对羟自由基的清除作用

将马牙七不同提取物用去离子水配制成 12 mg/mL 溶液,稀释成不同浓度溶液,进行 $FeSO_4$ - 水杨酸 - H_2O_2 反应[13],在 37 ℃恒温条件下反应 1 h,在波长为 510 nm 下测定各溶液的吸光度。以纯化水和 Vc 为空白对照及阳性对照。根据公式计算马牙七不同提取物对羟自由基清除率。

$$\text{羟自由基清除率}(\%) = \frac{A_0 - (A_X - A_{X0})}{A_0} \times 100\% \quad \text{(公式 2)}$$

公式中,A_0 为纯化水对照组的吸光度;A_X 为加入样品后的吸光度;A_{X0} 为不加过氧化氢的样品溶液的吸光度。

1.3.3.2 对 DPPH 自由基的清除作用

将马牙七不同提取物分别进行梯度稀释,配制 0.2 mmol/LDPPH 溶液,依次加入 2 mL 0.2 mmol/L DPPH 溶液和 2 mL 不同浓度的样品溶液,在波长为 519 nm 处测定吸光度[14-15]。以纯化水代替样品溶液作为空白组,以纯化水代替 DPPH 溶液作为对照组,以 Vc 为阳性对照,按上述方法进行操作。根据公式计算马牙七不同提取物对 DPPH 自由基的清除率。

$$\text{DPPH 自由基清除率}(\%) = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100\% \quad \text{(公式 3)}$$

公式中,A_0 为空白组吸光度;A_1 为样品溶液吸光度;A_2 为对照组吸光度。

1.3.3.3 对 ABTS 自由基的清除作用

将马牙七不同提取物用去离子水配制成 2、4、6、8、10、12 mg/mL 溶液,参考文献[16]方法及公式测定不同试验组溶液的吸光度并计算马牙七不同提取物对 ABTS 自由基的清除率。

1.3.4 数据处理

采用 Excel 2022 整理初步数据,利用 GraphPad Prism 10 处理数据及绘图,利用 SPSS25.0 软件进行相关性分析及主成分分析。

2 结果

2.1 马牙七不同提取物活性成分含量测定结果

从表 1 ~ 表 3 的结果可知,水提物中总多糖的含量最高,且根部中总多糖含量最高,茎中次之,叶中含量最低。不同提取方法中,70% 乙醇提取物的总黄酮及总多酚含量最高,不同部位总黄酮及总多酚的含量顺序为根 > 茎 > 叶。

2.2 马牙七提取物抗氧化能力测定结果及分析

根据 2.1 的结果,取马牙七根、茎、叶水提物和 70% 乙醇提取物,分别测定不同提取物的抗氧化活性。

2.2.1 对羟自由基的清除作用

从图 1 可知,随提取物浓度的增大,马牙七提取物对羟自由基的清除作用也随之增大。在同一浓度下,不同部位 70% 乙醇提取物的活性大于相对应水提物的活性,且同一提取方法中,根部的活性 > 茎部活性 > 叶部活性,并与 2.1 中 3 种活性成分的含量呈正相关,当根部提取物浓度为 12 mg/mL 时,其对羟自由基的清除率为同浓度 Vc 的 80.23%。

表 1 马牙七叶中活性成分含量测定结果($\bar{x} \pm s$, mg/g)

溶剂	总黄酮含量	总多酚含量	总多糖含量
水	2.440 0 ± 0.420 4^{a}	1.626 7 ± 0.328 7^{ab}	5.070 0 ± 0.328 7^{d}
30% 乙醇	2.786 7 ± 0.060 3^{ab}	1.830 0 ± 0.163 7^{bc}	1.966 7 ± 0.163 7^{c}
50% 乙醇	3.350 0 ± 0.366 6^{bc}	2.273 3 ± 0.172 1^{c}	1.006 7 ± 0.172 1^{b}
70% 乙醇	4.640 0 ± 0.317 5^{d}	3.236 7 ± 0.140 5^{d}	0.260 0 ± 0.140 5^{a}
30% 甲醇	2.396 7 ± 0.175 0^{a}	1.210 0 ± 0.155 2^{a}	2.060 0 ± 0.155 2^{c}
50% 甲醇	2.796 7 ± 0.215 0^{ab}	2.076 7 ± 0.073 7^{bc}	0.946 7 ± 0.073 7^{b}
70% 甲醇	3.836 7 ± 0.257 8^{c}	3.026 7 ± 0.049 3^{d}	0.190 0 ± 0.049 3^{a}
30% 丙酮	2.423 3 ± 0.186 1^{a}	1.176 7 ± 0.100 7^{a}	2.210 0 ± 0.100 7^{c}
50% 丙酮	2.733 3 ± 0.200 1^{ab}	2.256 7 ± 0.075 1^{c}	0.863 3 ± 0.075 1^{b}
70% 丙酮	3.860 0 ± 0.280 0^{c}	3.053 3 ± 0.142 2^{d}	0.160 0 ± 0.142 2^{a}
最大值	4.640 0	3.236 7	5.070 0
最小值	2.396 7	1.176 7	0.160 0
平均数	3.126 3	2.176 7	1.473 3

注:用字母 a、b、c、d 标注组间差异显著性($P < 0.05$,基于统计学多重比较检验);组间字母完全不同表示差异显著,存在相同字母表示差异不显著。

表 2 马牙七茎中活性成分含量测定结果($\bar{x} \pm s$, mg/g)

溶剂	总黄酮含量	总多酚含量	总多糖含量
水	2.443 3 ± 0.372 9^{a}	1.676 7 ± 0.143 6^{a}	5.130 0 ± 0.205 2^{e}
30% 乙醇	2.963 3 ± 0.090 2^{b}	1.973 3 ± 0.110 2^{ab}	1.803 3 ± 0.141 9^{d}
50% 乙醇	4.093 3 ± 0.146 4^{cd}	2.760 0 ± 0.098 5^{c}	0.970 0 ± 0.105 4^{c}
70% 乙醇	5.280 0 ± 0.264 6^{f}	3.776 7 ± 0.143 6^{d}	0.203 3 ± 0.075 7^{a}
30% 甲醇	2.833 3 ± 0.096 1^{ab}	1.806 7 ± 0.170 4^{a}	1.603 3 ± 0.090 7^{d}
50% 甲醇	3.893 3 ± 0.146 4^{c}	2.420 0 ± 0.192 9^{bc}	0.640 0 ± 0.091 7^{b}
70% 甲醇	4.500 0 ± 0.079 4de	3.433 3 ± 0.306 7^{d}	0.196 7 ± 0.076 4^{a}
30% 丙酮	2.930 0 ± 0.173 5^{ab}	1.796 7 ± 0.198 6^{a}	1.730 0 ± 0.095 4^{d}
50% 丙酮	3.846 7 ± 0.110 6^{c}	2.413 3 ± 0.251 7^{bc}	0.703 3 ± 0.028 9^{bc}
70% 丙酮	4.703 3 ± 0.035 1^{e}	3.470 0 ± 0.190 1^{d}	0.256 7 ± 0.085 1^{a}
最大值	5.280 0	3.776 7	5.130 0
最小值	2.443 3	1.676 7	0.196 7
平均数	3.748 7	2.552 7	1.323 7

注:用字母 a、b、c、d 标注组间差异显著性($P < 0.05$,基于统计学多重比较检验);组间字母完全不同表示差异显著,存在相同字母表示差异不显著。

表 3 马牙七根中活性成分含量测定结果($\bar{x} \pm s$, mg/g)

溶剂	总黄酮含量	总多酚含量	总多糖含量
水	2.726 7 ± 0.255 8^{a}	1.683 3 ± 0.200 1^{a}	5.560 0 ± 0.344 0^{e}
30% 乙醇	3.373 3 ± 0.116 8^{b}	2.213 3 ± 0.215 5^{b}	2.663 3 ± 0.190 1^{d}
50% 乙醇	4.560 0 ± 0.346 0^{c}	3.536 7 ± 0.247 9^{c}	1.186 7 ± 0.106 9^{c}
70% 乙醇	5.796 7 ± 0.160 7^{e}	4.476 7 ± 0.200 3^{d}	0.573 3 ± 0.150 4^{ab}
30% 甲醇	3.166 7 ± 0.115 0^{ab}	1.896 7 ± 0.217 3^{ab}	2.170 0 ± 0.180 3^{d}
50% 甲醇	4.190 0 ± 0.180 8^{c}	3.250 0 ± 0.105 8^{c}	0.893 3 ± 0.164 4^{abc}
70% 甲醇	5.100 0 ± 0.158 8^{d}	4.153 3 ± 0.100 1^{d}	0.386 7 ± 0.140 1^{a}
30% 丙酮	3.226 7 ± 0.149 8^{ab}	1.836 7 ± 0.140 1^{ab}	2.180 0 ± 0.110 0^{d}
50% 丙酮	4.340 0 ± 0.086 6^{c}	3.136 7 ± 0.117 2^{c}	0.933 3 ± 0.214 6^{bc}
70% 丙酮	5.233 3 ± 0.143 6^{d}	4.196 7 ± 0.083 3^{d}	0.390 0 ± 0.098 5^{a}
最大值	5.796 7	4.476 7	5.560 0
最小值	2.726 7	1.683 3	0.386 7
平均数	4.171 3	3.038 0	1.693 7

注:用字母 a、b、c、d 标注组间差异显著性($P < 0.05$,基于统计学多重比较检验);组间字母完全不同表示差异显著,存在相同字母表示差异不显著。

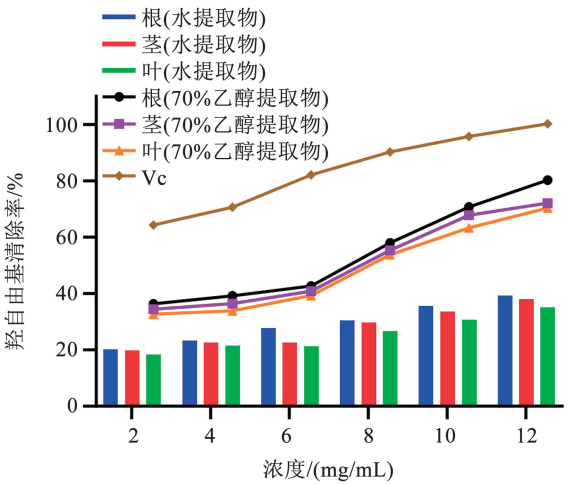


图 1　马牙七提取物对羟自由基的清除作用

2.2.2　对 DPPH 自由基的清除作用

从图 2 可知，随提取物浓度的增大，马牙七提取物对 DPPH 自由基的清除作用也随之增大。在同一浓度下，根部 70% 乙醇提取物的活性与根部水提物的活性大小基本相等，茎和叶 70% 乙醇提取物的活性与相应部位水提物的活性相差不大，这与其中某一种或某几种活性成分的含量有关。在同一提取方法中，根部的活性 > 茎部活性 > 叶部活性，并与 2.1 中 3 种活性成分的含量呈正相关，当根部提取物浓度为 12 mg/mL 时，其对 DPPH 自由基的清除率为同浓度 Vc 的 76.35%。

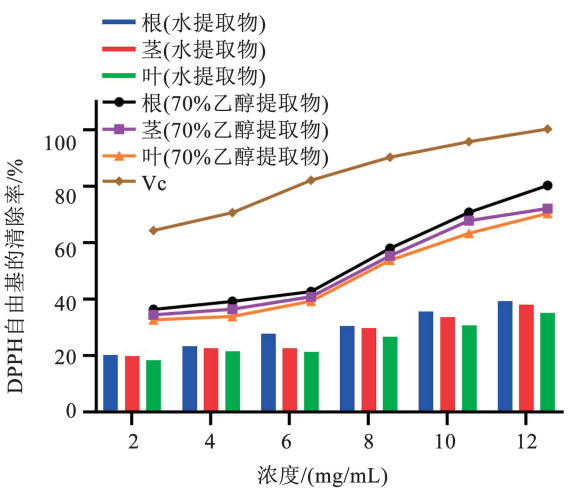


图 2　马牙七提取物对 DPPH 自由基的清除作用

2.2.3　对 ABTS 自由基的清除作用

从图 3 可知，随提取物浓度的增大，马牙七提取物对 ABTS 自由基的清除作用也随之增大。在同一浓度下，不同部位 70% 乙醇提取物的活性大于相对应水提物的活性，但差距小于对羟自由基的清除作用。同一提取方法中，根部的活性 > 茎部活性 > 叶部活性，这与 2.1 中 3 种活性成分的含量成正相关，当根部提取物浓度为 12 mg/mL 时，其对 ABTS 自由基的清除率为同浓度 Vc 的 85.65%，大于对羟自由基的清除率。

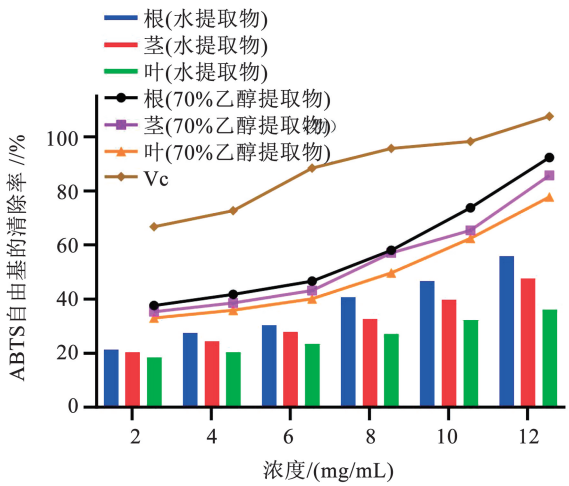


图 3　马牙七提取物对 ABTS 自由基的清除作用

2.3　相关性及主成分分析

2.3.1　相关性分析

以总黄酮含量、总多酚含量和总多糖含量为活性成分指标，羟自由基的清除率、DPPH 自由基的清除率和 ABTS 自由基的清除率为功能指标，通过 SPSS25.0 软件将数据进行标准化处理，对以上 6 个指标进行相关分析及 KMO 与 Bartlett 检验，其中，KMO 值为 0.625，Bartlett 检验显著性 $P < 0.05$，相关性分析中总黄酮含量与总多酚含量、羟自由基清除率、DPPH 自由基清除率、ABTS 自由基清除率，总多酚含量与羟自由基清除率、DPPH 自由基清除率、ABTS 自由基清除率之间的相关系数均 > 0.6，且显著性 $P < 0.05$，以上结果表明可进一步进行主成分分析。见表 4。

表 4　相关性分析

	总黄酮含量	总多酚含量	总多糖含量	羟自由基清除率	DPPH 清除率	ABTS 清除率
总黄酮含量	1.000 0	0.994 0**	−0.256 0	0.983 0**	0.756 0**	0.971 0**
总多酚含量	0.994 0**	1.000 0	−0.359 0	0.989 0**	0.682 0**	0.952 0**
总多糖含量	−0.025 6	−0.359 0	1.000 0	−0.361 0	0.422 0	−0.124 0
羟自由基清除率	0.983 0**	0.989 0**	−0.361 0	1.000 0	0.668 0**	0.964 0**
DPPH 自由基清除率	0.756 0**	0.682 0**	0.422 0	0.668 0**	1.000 0	0.814 0**
ABTS 自由基清除率	0.971 0**	0.952 0**	−0.124 0	0.964 0**	0.814 0**	1.000 0

注：** $P < 0.01$。

2.3.2 主成分分析

图 4 碎石图表明，各主成分特征值从主成分 3 开始变化趋于平缓，可取主成分 1 和 2 来解释各指标信息，且二者特征值均 >1。表 5 中，主成分 1 的特征值为 4.565，贡献率为 76.086%，包含总黄酮、总多酚、羟自由基清除率、DPPH 自由基清除率、ABTS 自由基清除率；主成分 2 特征值为 1.382，贡献率为 23.025%，包含总多糖和 DPPH 自由基清除率。

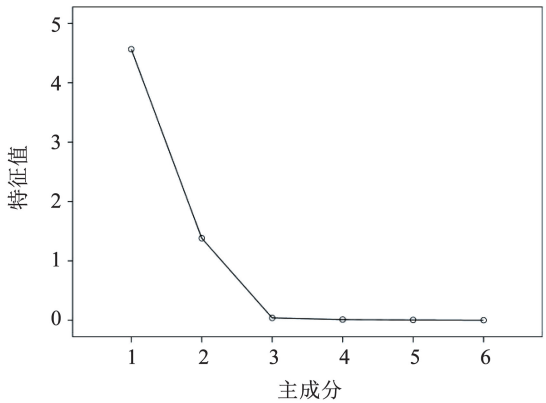


图 4 碎石图

表 5 主成分因子载荷矩阵、特征值及贡献率

主成分	总黄酮/%	ABTS 自由基的清除率/%	总多酚/%	羟自由基的清除率/%	DPPH 自由基的清除率/%	总多糖/%	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	0.994 0	0.989 0	0.981 0	0.978 0	0.802 0	−0.183 0	4.565 0	76.086 0	76.086 0
2	−0.075 0	0.054 0	−0.182 0	−0.189 0	0.587 0	0.981 0	1.382 0	23.025 0	99.111 0

图 5 主成分分析图中表示，主成分 1 中各因子均与其呈正相关联，其中，羟自由基清除率的大小程度主要由总多酚含量和总黄酮含量决定，其中影响最大的因子为总多酚含量；ABTS 自由基清除率的大小程度主要由总多酚含量和总黄酮含量决定，其中影响最大的因子为总黄酮含量；DPPH 自由基清除率大小主要由总多酚含量、总黄酮含量和总多糖含量决定，其中影响最大的因子为总黄酮含量，其次为总多酚含量，影响最小的因子为总多糖含量。

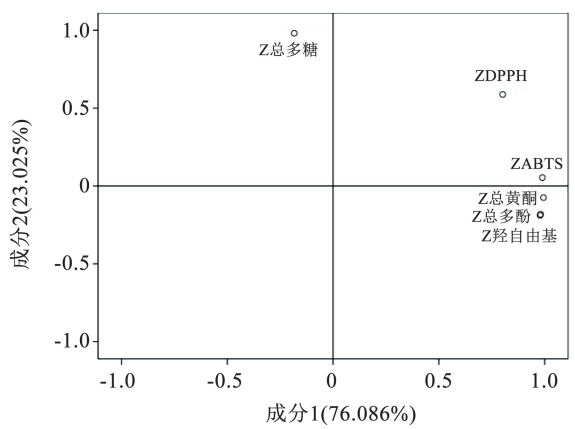


图 5 主成分分析图

3 讨论

本试验测定马牙七不同提取物 3 种活性成分的含量及抗氧化活性，通过主成分分析探讨活性成分与抗氧化作用之间的关系。结果表明马牙七根部的活性成分含量最高，其中 70% 乙醇提取物中总黄酮、总多酚含量最高，水提物中总多糖的含量最高。主成分分析结果表明，马牙七提取物中总多酚的含量对羟自由基清除率的影响最大，总黄酮含量对 ABTS 自由基和 DPPH 自由基清除率的影响最大，此外，总多糖的含量对DPPH自由基清除率也有一定影响。以上结果说明，马牙七 70% 乙醇提取物和水提物均具有一定的抗氧化活性。

太白七药是中国传统医药长期发展积累智慧的结晶，其以独特的地理位置及“七因七法”“四梁八柱”等[17]药理作用受众多学者的青睐。马牙七为太白七药之一，目前种质资源日益减少，部分地区已尝试对其进行人工驯化和栽培。本试验的研究结果为马牙七资源的合理利用及应用提供了理论基础。

参考文献：

[1] 宋小妹，刘海静. 太白七药研究与应用[M]. 北京：人民卫生出版社，2011：28－29.
[2] 陕西省中草药科研组. 陕西中草药[M]. 西安：陕西省出版社，2000：40－47.
[3] 宝鸡市卫生局. 太白山本草志[M]. 西安：陕西科学技术出版社，1987：324－325.
[4] 姜祎，徐虹，李稳柱，等. 马牙七提取物体外抗菌研究[J]. 陕西中医，2015，36(8)：1073－1074.
[5] 姜祎，徐虹，李稳柱，等. GC－MS 分析马牙七中挥发性化学成分[J]. 陕西中医，2015，36(9)：1251－1252.
[6] 王晓梅，赵岩，王金锁，等. 太白草药马牙七的成分鉴定及抗氧化作用[J]. 中国野生植物资源，2018，37(6)：32－34.
[7] 郑姗姗. 玉米须中多糖及黄酮类成分的提取与抗氧化活性分析[J]. 中国民族民间医药，2017，26(16)：33－36.
[8] 杨敏，奚军伟. 黑藜麦多糖超声辅助提取工艺及其抗氧化活性、稳定性研究[J]. 湖北农业科学，2023，62(8)：160－166.
[9] 秦斐，范肖，王宇阳，等. 超声辅助溶剂提取苦荞总黄酮及其体外模拟消化抗氧化活性研究[J]. 粮食与油脂，2024，37(4)：105－109.

[10] 贺新平,田存章,钱保陆,等. 沙葱总黄酮物质提取工艺优化及其生物活性研究[J]. 中国调味品,2024,49(4):182 - 185,200.
[11] 祝媛媛,任晓聪,刘元松,等. 响应面法优化马齿苋总多酚提取工艺及其抗氧化活性分析[J]. 粮食与油脂,2024,37(4):119 - 123.
[12] 杨敏,周蕊,奚军伟. 青海藜麦总黄酮及多酚共提工艺及其抗氧化活性[J]. 中南农业科技,2023,44(8):62 - 67.
[13] 吴翠芳,刘雅宣,李宇辉,等. 沙棘中黄酮类化合物提取及抗氧化活性[J]. 安徽科技学院学报,2024,38(1):88 - 96.
[14] 张飞,李钰景,彭春秀,等. 玫瑰花红茶发酵工艺以及水提物的非靶向代谢组学分析及体外抗氧化活性评价[J]. 食品与发酵工业,2024,50(20):216 - 225.
[15] 李佳敏,李嘉豪,陈柏忠,等. 广陈皮精油的抗氧化活性研究及其应用[J]. 广东化工,2024,51(2):38 - 41.
[16] 马孟佳,赵娟,陈鹏飞,等. 4 种不同来源花青素的稳定性及抗氧化性比较[J]. 食品研究与开发,2024,45(4):31 - 39,67.
[17] 董能峰,刘盼,杨怡,等. 太白七药种质资源研究概况[J]. 中国林副特产,2022(5):87 - 89.

Investigation of the Relationship Between Active Components and Antioxidant Activity of Chinese Herbal Medicine Mayaqi Based on Principal Component Analysis

CHEN Jing[1], WANG Wei[2], HOU Shaoping[3], XI Junwei[1]

(1. *Shaanxi Provincial ADR Monitoring Center*, *Xi'an* 710065, *China*; 2. *Shaanxi Provincial Drug and Vaccine Inspection Center*, *Xi'an* 710065, *China*; 3. *Shaanxi Institute of International Trade & Commerce*, *Xi'an* 712046, *China*)

Abstract Objective: To investigate the relationship between active components and antioxidant activity of Chinese herbal medicine Mayaqi. Methods: The contents of total flavonoids, polyphenols and polysaccharides were used as indexes to select the best extraction methods and determine their antioxidant effects. Then the correlation and principal components were used to analyze the relationship between the active ingredients and the antioxidant effect. Results: The root contained the highest levels of active components, followed by the stem, while the leaf had the lowest content. The aqueous extract showed the highest total polysaccharide content, whereas the 70% ethanol extract exhibited the highest total flavonoid and total polyphenol contents. Antioxidant activity results indicated a positive correlation between active component content and antioxidant activity. The 70% ethanol extract demonstrated stronger scavenging effects on hydroxyl radicals and ABTS radicals compared to the aqueous extract, while their DPPH radical scavenging activities were similar. The results of principal component analysis revealed that the scavenging effects of Mayaqi extracts on hydroxyl radicals, DPPH radicals, and ABTS radicals were closely related to their total polyphenol and total flavonoid contents, while total polysaccharide content also had a certain influence on DPPH radical scavenging. Conclusion: Mayaqi extracts possess significant antioxidant activity.

Key words Mayaqi; Active components; Content determination; Antioxidant; Principal component analysis