

# 一测多评法测定马齿苋中 4 种黄酮类成分

欧燕香\*, 冯时茵, 黄思文, 单梦丹

(广州中医药大学第一附属医院, 广州 510405)

**摘要:** **目的** 建立一测多评法(quantitative analysis of multi-components by single marker, QAMS)同时测定马齿苋中 4 种黄酮类(染料木苷、木犀草素、山奈酚、槲皮素)成分含量的分析方法。**方法** 采用高效液相色谱法, 以木犀草素为内参物, 建立该成分与染料木苷、山奈酚、槲皮素的相对校正因子, 利用相对校正因子来计算各成分的含量, 同时将一测多评法计算结果和外标法实测值进行比较。**结果** 相对校正因子重现性良好, 使用一测多评法与外标法所测得的结果无明显的差异。**结论** 一测多评法适用于马齿苋中 4 种黄酮类成分的同时测定, 马齿苋需规范化种植以保证药材质量的可靠性。

**关键词:** 马齿苋; 不同产地; 一测多评法; 黄酮

## Determination of 4 kinds of flavonoids in *Portulaca oleracea* by quantitative analysis of multi-components by single marker method

OU Yan-Xiang\*, FENG Shi-Yin, HUANG Si-Wen, SHAN Meng-Dan

(The First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China)

**ABSTRACT: Objective** To establish a method for simultaneous determination of 4 flavonoids (genistein, luteolin, kaempferol, quercetin) in *Portulaca oleracea* by quantitative analysis of multi-components by single marker. **Methods** High performance liquid chromatography was used with luteolin as the internal reference, the relative correction factors of luteolin with genistein, kaempferol, and quercetin were established, and the relative correction factors were used to calculate the content of each component. The calculation results of quantitative analysis of multi-components by single marker method were compared with the measured values of the external standard method. **Results** The reproducibility of the relative correction factor was good, and there was no obvious difference between the results measured by the quantitative analysis of multi-components by single marker method and the external standard method. **Conclusion** The quantitative analysis of multi-components by single marker method is suitable for the simultaneous determination of 4 flavonoids in *Portulaca oleracea*. *Portulaca oleracea* requires standardized planting to ensure the reliability of the quality of the medicinal materials.

**KEY WORDS:** *Portulaca oleracea*; different origins; quantitative analysis of multi-components by single marker method; flavone

## 0 引言

马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)为马齿苋科马齿苋属一

年生草本植物, 首载于《神农本草经》, 在我国已有超过 1500 年的药用历史, 同时, 马齿苋也是卫计委公布的 101 种药食同源的物质之一<sup>[1-2]</sup>。据 2020 版《中国药典》记载,

\*通信作者: 欧燕香, 主管中药师, 主要研究方向为中药质量控制研究。E-mail: oyx0401@sina.com

\*Corresponding author: OU Yan-Xiang, Chief Pharmacist, the First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China. E-mail: oyx0401@sina.com

马齿苋的药用部位为其干燥地上部分,具有清热解毒、凉血止血、止痢的功效,临床上主要是应用于便血、痔血、热毒血痢等疾病的治疗<sup>[3]</sup>。

国内外相关研究表明<sup>[4-6]</sup>,马齿苋总黄酮的含量占其全草总重量的7.67%,具有降糖、抗氧化等活性,是其主要活性成分。目前国内研究者对马齿苋中总黄酮的提取工艺以及含量测定已经研究的非常透彻<sup>[7-10]</sup>,然而对其中黄酮单体成分的定量鲜见报道,仅有的几篇文献只对其中的主要单体成分如染料木苷、木犀草素、山奈酚、槲皮素中的1或2个进行了测定<sup>[11-13]</sup>,这对于其质量控制存在一定的缺陷。而多种成分的同时测定又存在对照品消耗量大等缺点。一测多评法(quantitative analysis of multi-components by single marker, QAMS)是可以测定1个成分而实现多个成分的同时测定,使用该方法不仅能减少对对照品用量,降低费用,也能减少操作步骤,目前该方法已成功应用于多种中药中多种指标成分的同时测定<sup>[14-17]</sup>。因此,本研究将采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)建立一测多评法测定马齿苋中4种黄酮类成分(染料木苷、木犀草素、山奈酚、槲皮素)的含量,为马齿苋多指标定量测定与质量控制提供了全新的分析模式。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器与材料

KQ-300 超声波清洗器(东莞市科桥超声波设备有限公司);MP200B 电子天平(0.1 mg, 上海精科天平有限公司);BP211D 电子分析天平(0.01 mg, 德国 Sartorius 公司);Waters Alliance e2695 HPLC 液相色谱系统(美国 Waters 科技公司)。

对照品染料木苷、木犀草素、山奈酚、槲皮素(纯度 $\geq 98\%$ ,批号分别为 PS000259、PS0106260、PS008358、PS020889,成都普思生物科技股份有限公司)。

20 个批次马齿苋分别购买自不同地区,具体信息见表 1。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 供试品的制备

精密称取马齿苋粉末样品各 0.25 g,置于 50 mL 锥形瓶中,精密加入甲醇溶液 25 mL,称重,在功率为 250 W,频率为 50 kHz 的条件下进行超声处理,时间设置为 30 min,超声完成后取出,过滤,将所得滤液在 60 °C 减压浓缩蒸干,所得残渣加适量的蒸馏水进行溶解,上样于聚酰胺柱(30~60 目,内径为 1.2 cm),往柱中缓慢添加蒸馏水至无色后,加入 30 mL 乙醇洗脱并收集洗脱液,洗脱液 60 °C 减压浓缩蒸干,残渣用甲醇超声溶解并定容至 10 mL 量瓶中,摇匀,用 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜滤过,作为供试品溶液。

#### 1.2.2 对照品的制备

取对照品染料木苷、木犀草素、山奈酚、槲皮素各约 20 mg,精密称定,加甲醇使成含各对照品浓度分别为 0.11、0.25、0.12、0.18 mg/mL 的混合对照品母液。精密移取混合对照品母液 0.5、1、2、4、8、10 mL 于 10 mL 容量瓶中,加入甲醇至刻度处,获得系列梯度对照品溶液。

#### 1.2.3 液相色谱分析条件

色谱柱为:Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm $\times$ 250 mm, 5  $\mu\text{m}$ );以乙腈作为流动相 A,0.1%磷酸溶液作为流动相 B,进行梯度洗脱,洗脱程序如下:0~10 min:10%A;10~20 min:10%~25%A;25~45 min:25%~50%A;45~50 min:50%~10%A。柱温设置为 35 °C,检测波长设置为 360 nm,进样体积 5  $\mu\text{L}$ 。

表 1 20 个不同批次马齿苋样品的来源信息  
Table 1 Sample information of *Portulaca oleracea* from different regions

产地	批号/采样日期	文中编号	产地	批号/采样日期	文中编号
海南三亚一心堂药房	20180202	S1	北京同仁堂药店	20180309	S11
海南海口源安隆药品超市	20180203	S2	北京盛仁堂药店	20180310	S12
海南文昌广安堂大药房	20180204	S3	北京康德乐大药房	20180311	S13
海南琼海广益药品超市	20180206	S4	内蒙古包头盛世佳苑大药房	20180411	S14
福建福州协和药店	20180212	S5	内蒙古包头奇瑞康大药房	20180413	S15
福建厦门春草堂药店	20180214	S6	内蒙古包头资民堂大药房	20180414	S16
福建厦门鹭燕大药房	20180215	S7	山西大同铁路新华药店	20180504	S17
陕西西安老百姓大药房	20180301	S8	山西大同健康药店	20180506	S18
陕西咸阳健和大药房	20180303	S9	山西太原长城药店	20180509	S19
陕西宝鸡怡康医药超市	20180305	S10	山西晋中鑫天泽大药房	20180510	S20

### 1.2.4 方法学考察

#### (1) 线性关系考察

分别吸取 1.2.2 梯度混合对照品溶液各 5  $\mu\text{L}$ , 注入液相色谱仪, 按 1.2.3 HPLC 测定条件测定峰面积, 以峰面积为纵坐标(Y), 以各对照品进样浓度(X,  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )为横坐标绘制标准曲线。

#### (2) 精密度考察

精密吸取混合对照品溶液 5  $\mu\text{L}$ , 连续进样 6 次, 按 1.2.3 HPLC 测定条件测定, 记录峰面积, 计算峰面积相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)值。

#### (3) 稳定性考察

精密吸取 1.2.1 供试品溶液 5  $\mu\text{L}$ , 每隔 2 h 按 1.2.3 HPLC 测定条件测定 1 次, 记录峰面积, 测定 24 h 内供试品溶液的稳定性。

#### (4) 重复性考察

精密称取马齿苋样品粉末 6 份, 每份 0.13 g, 按照 1.2.1 供试品项下制备供试液, 按 1.2.3 HPLC 测定条件测定, 记录峰面积, 计算各黄酮成分含量, 以 6 份样品的 RSD 值评估方法的重复性。

#### (5) 加样回收率考察

取已知含量的马齿苋样品粉末 6 份, 精密称定, 分别加入适量的 4 种黄酮对照品, 按照 1.2.1 供试品项下制备供试液, 按 1.2.3 HPLC 测定条件测定, 记录峰面积, 计算各黄酮成分含量, 计算其加样回收率。

### 1.2.5 一测多评法

#### (1) 相对校正因子的测定

相对校正因子的计算参考文献, 本研究选用价格相对较低的木犀草素为参照物, 按公式  $f_{si} = f_s / f_i = (W_s \times A_i) / (W_i \times A_s)$  (式中  $A_s$  为参照物峰面积,  $W_s$  为参照物浓度,

$A_i$  为待测组分的峰面积,  $W_i$  为待测组分的浓度), 分别计算按照 1.2.2 项下配制的梯度对照品溶液中其他 3 种对照品的相对校正因子。

#### (2) 相对校正因子耐用性考察

为考察不同品牌液相系统以及色谱柱条件下相对校正因子的稳定性, 在 2 个不同产家(Waters Alliance e2695 HPLC、Agilent 1200)以及 3 种不同产家色谱柱(Comixsil RPAC C<sub>18</sub>、Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C<sub>18</sub>、Thermo BDS-C<sub>18</sub>)的色谱条件下进样分析, 按照(1)中计算公式计算其他 3 种成分相对与木犀草素的相对校正因子, 并计算相对标准偏差(RSD)。

#### (3) 相对保留时间测定

相对保留值法  $R_{i/s} = t_{R(i)} / t_{R(s)}$  进行定位分析是一测多评法中目标色谱峰准确定位的一个重要方法。其中  $t_{R(i)}$  为待测组分保留时间, 而  $t_{R(s)}$  则为参照物的保留时间。本研究考察了不同产家仪器以及色谱柱条件下各成分相对于木犀草素的相对保留时间。

#### (4) 外标法与一测多评法测定 20 批次样品含量的比较

精密称定 20 批次样品各 0.25 g, 按照 1.2.1 项下供试品制备方法进行样品制备, 按照 1.2.3 项下供试品制备方法进行样品分析, 采用外标法和一测多评法分别计算含量, 通过计算二者的 RSD 值比较二者差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 HPLC 色谱条件的确定

经过聚酰胺柱富集纯化后, 在本研究所设置色谱条件下, 马齿苋中 4 种黄酮类成分分离度好, 峰型尖锐, 且空白对照无干扰, 能够满足分析要求(见图 1)。

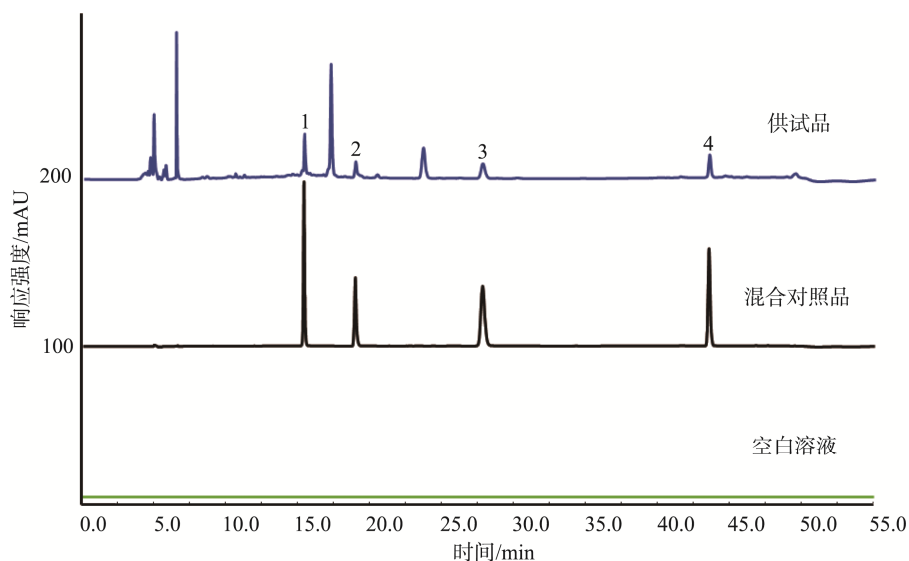


图1 马齿苋中4种黄酮类成分高效液相色谱图

Fig.1 High performance liquid chromatography of 4 kinds of flavonoids in *Portulaca oleracea*

## 2.2 方法学考察

### 2.2.1 线性关系

经考察后得 4 个黄酮成分的标准曲线如表 2 所示。结果表明, 相关系数  $r$  均大于 0.999, 4 种黄酮类成分在相应的线性范围内线性关系良好。

### 2.2.2 精密度、稳定性、重复性及加标回收率

经考察得该方法的精密度、稳定性、重复性 RSD 值均小于 2%, 加标回收率在 95%~105%之间, 说明方法具有良好的精密度、稳定性、重复性以及准确性(见表 3)。

## 2.3 一测多评法结果

### 2.3.1 校正因子的测定

以木犀草素为参照物, 计算其他 3 个黄酮类化合物的

相对校正因子, 结果见表 4, 由表 4 可知, RSD 值均小于 2%, 说明该校正因子均满足检测要求。

### 2.3.2 校正因子耐用性考察

通过不同品牌液相及不同品牌色谱柱进行考察的相对校正因子值如表 5 所示, 结果表明, 在不同品牌色谱柱及不同色谱柱条件下, 相对校正因子均比较稳定, RSD 值均小于 3%, 表明相对校正因子在不同品牌色谱柱和仪器下具有良好的适用性(见表 5)。

### 2.3.3 相对保留时间的测定

相对保留值法进行定位分析是一测多评法中目标色谱峰准确定位的一个重要方法。由考察结果可知各成分相对保留时间在不同品牌液相仪器及不同品牌色谱柱的变化不大, RSD 均小于 2.0%, 表明相对保留值可用于目标色谱峰的定位(见表 6)。

表 2 4 种黄酮类成分的线性关系

Table 2 Linear relationship of 4 flavonoids components

对照品	标准曲线	相关系数 $r$	线性范围/( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
染料木苷	$Y=25.345X-7.879$	0.9993	5.5~110
木犀草素	$Y=40.234X-8.438$	1.000	12.5~250
槲皮素	$Y=34.12X-58.23$	0.9999	6~120
山奈酚	$Y=28.89X-9.013$	0.9993	9~180

表 3 精密度、稳定性、重复性及加样回收率考察结果

Table 3 Investigation results of precision, stability, repeatability and recovery rate

成分	精密度 RSD /%	稳定性 RSD /%	重复性 RSD /%	加标回收率 /%
染料木苷	1.23	1.22	1.34	98.13
木犀草素	0.58	1.58	1.23	99.23
槲皮素	1.24	1.98	0.58	100.25
山奈酚	1.45	1.24	1.76	98.75

表 4 以木犀草素为参照物的相对校正因子

Table 4 Relative correction factor with luteolin as the reference substance

混合对照品	相对校正因子值		
	染料木苷	槲皮素	山奈酚
1	1.3451	1.6253	1.2811
2	1.3234	1.6259	1.2245
3	1.3531	1.6245	1.2156
4	1.3345	1.5989	1.2468
5	1.356	1.5842	1.2319
6	1.3459	1.6397	1.2233
平均值	1.3430	1.6145	1.2372
RSD/%	0.91	1.39	1.94

表 5 马齿苋中 4 个黄酮类成分研究中不同仪器和色谱柱测得的相对校正因子

Table 5 Relative correction factors of four flavonoids in *Portulaca oleracea* determined by different instruments and different columns

仪器	色谱柱	相对校正因子值		
		染料木苷	槲皮素	山奈酚
Waters Alliance e2695 HPLC	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C <sub>18</sub>	1.3451	1.6253	1.2811
	CAPCELL PAK ADME	1.3345	1.6024	1.2444
	Thermo BDS-C <sub>18</sub>	1.3245	1.6345	1.2833
Agilent 1200	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C <sub>18</sub>	1.3589	1.621	1.2045
	CAPCELL PAK ADME	1.3345	1.6519	1.2419
	Thermo BDS-C <sub>18</sub>	1.3542	1.6424	1.239
	平均值	1.3490	1.6296	1.2278
	RSD/%	0.97	1.07	2.4

## 2.3.4 一测多评法与外标法含量测定结果的比较

通过采用一测多评法和外标法对来自不同产地的 20 批次的样品的含量测定结果数据见表 7。结果表明, 采用

一测多评法和外标法检测的含量并无显著性差异, RSD 值均小于 3%, 说明一测多评法可用于马齿苋中 4 种黄酮类成分的含量测定。

表 6 不同仪器和色谱柱条件下目标成分的相对保留时间值

Table 6 Relative retention time values of target components under different instruments and column conditions

仪器	色谱柱	相对保留时间值		
		染料木苷	槲皮素	山奈酚
Waters Alliance e2695 HPLC	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C <sub>18</sub>	0.8333	1.5000	2.3889
	CAPCELL PAK ADME	0.8225	1.5011	2.3827
	Thermo BDS-C <sub>18</sub>	0.8305	1.5123	2.3345
Agilent 1200	Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C <sub>18</sub>	0.8334	1.5102	2.3991
	CAPCELL PAKADME	0.8336	1.5009	2.3445
	Thermo BDS-C <sub>18</sub>	0.8325	1.5311	2.3579
	平均值	0.8310	1.5018	2.3679
	RSD/%	0.52	0.79	1.10

表 7 外标法与一测多评法所测得的马齿苋中 4 种黄酮类成分的含量( $n=3$ )Table 7 Content of 4 components from *Portulaca oleracea* measured by external standard method and quantitative analysis of multi-components by single marker method ( $n=3$ )

文中编号	含测方法	含量/%			
		染料木苷	木犀草素	槲皮素	山奈酚
S1	一测多评法	0.01230		0.02320	0.00045
	外标法	0.01260	0.08720	0.02290	0.00044
	RSD/%	1.70		0.92	1.75
S2	一测多评法	0.01242		0.02343	0.00045
	外标法	0.01256	0.08912	0.02400	0.00044
	RSD/%	0.78		1.69	2.29
S3	一测多评法	0.01391		0.02624	0.00051
	外标法	0.01341	0.09922	0.02611	0.00050
	RSD/%	2.61		0.36	1.41
S4	一测多评法	0.01599		0.03016	0.00059
	外标法	0.01623	0.11670	0.03019	0.00056
	RSD/%	1.05		0.07	2.58
S5	一测多评法	0.01791		0.03378	0.00066
	外标法	0.01788	0.12760	0.03422	0.00065
	RSD/%	0.11		0.92	0.22
S6	一测多评法	0.01695		0.03197	0.00062
	外标法	0.01677	0.12322	0.03128	0.00060
	RSD/%	0.77		1.54	2.21
S7	一测多评法	0.00946		0.01785	0.00035
	外标法	0.00972	0.06523	0.01728	0.00035
	RSD/%	1.92		2.28	0.80
S8	一测多评法	0.01050		0.01981	0.00038
	外标法	0.01023	0.07622	0.01921	0.00039
	RSD/%	1.86		2.17	1.05

表7(续)

文中编号	含测方法	含量/%			
		染料木苷	木犀草素	槲皮素	山奈酚
S9	一测多评法	0.00974		0.01837	0.00036
	外标法	0.00982	0.07000	0.01821	0.00034
	RSD/%	0.60		0.61	2.85
S10	一测多评法	0.00960		0.01811	0.00035
	外标法	0.00930	0.06845	0.01900	0.00035
	RSD/%	2.24		3.40	0.27
S11	一测多评法	0.01440		0.02716	0.00053
	外标法	0.01452	0.10220	0.02811	0.00054
	RSD/%	0.59		2.43	2.18
S12	一测多评法	0.01469		0.02770	0.00054
	外标法	0.01468	0.10500	0.02721	0.00052
	RSD/%	0.04		1.27	2.17
S13	一测多评法	0.01528		0.02882	0.00056
	外标法	0.01500	0.10920	0.02780	0.00055
	RSD/%	1.30		2.54	0.87
S14	一测多评法	0.04584		0.04645	0.00049
	外标法	0.04611	0.12901	0.04623	0.00050
	RSD/%	0.42		0.34	1.50
S15	一测多评法	0.04813		0.04878	0.00052
	外标法	0.04913	0.14000	0.04897	0.00050
	RSD/%	1.46		0.28	1.85
S16	一测多评法	0.04698		0.04761	0.00050
	外标法	0.04700	0.13280	0.04623	0.00049
	RSD/%	0.03		2.09	1.67
S17	一测多评法	0.02460		0.02640	0.00070
	外标法	0.02470	0.12630	0.02599	0.00071
	RSD/%	0.29		1.11	1.22
S18	一测多评法	0.02681		0.02878	0.00076
	外标法	0.02619	0.12490	0.02871	0.00075
	RSD/%	1.66		0.16	1.31
S19	一测多评法	0.02815		0.03021	0.00080
	外标法	0.02900	0.14760	0.03123	0.00081
	RSD/%	2.09		2.34	0.97
S20	一测多评法	0.02652		0.02846	0.00075
	外标法	0.02700	0.13550	0.02799	0.00076
	RSD/%	1.26		1.19	0.60

### 3 结论

本研究采用一测多评法,以木犀草素为参照物,建立了药食两用马齿苋中4种黄酮类成分含量测定的高效液相色谱法,结果表明使用方法具有简便、准确、成本低的特点,适用于马齿苋药材的含量测定。同时也应注意到,不同产地来源马齿苋样品中黄酮类成分含量具有明显差异,

需要在后期进行规范化种植以保证其作为药材或者食材来源的质量的可靠性。

### 参考文献

- [1] 苏文龙,曹文正,李军鸽,等. 高效液相色谱-离子阱-飞行时间质谱分析马齿苋加工前后的化学成分变化[J]. 现代食品科技, 2020, 36(9): 81-87.

- SU WL, CAO WZ, LI JG, *et al.* Analysis of the changes in chemical composition of *Portulaca pteracea* by HPLC-IT-TOF before and after processing [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2020, 36(9): 81–87.
- [2] 叶柳婷, 蔡庆群, 丘振文. 不同产地马齿苋高效液相色谱指纹图谱的建立及其聚类分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(14): 4653–4660.
- YE LT, CAI QQ, QIU ZW. Establishment of high performance liquid chromatography fingerprint of *Portulaca oleracea* from different habitats and its hierarchical cluster analysis [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(14): 4653–4660.
- [3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- State Pharmacopoeia Commission. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China* [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.
- [4] 蔡帆, 张彦, 臧林泉. 马齿苋总黄酮对H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>致PC12细胞氧化应激损伤的保护作用[J]. *中药药理与临床*, 2019, 35(3): 55–59.
- CAI F, ZHAN Y, ZANG LQ. Protective effect of *Portulaca oleracea* total flavones on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced PC12 cells oxidative damage [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med*, 2019, 35(3): 55–59.
- [5] 梁艳妮, 唐志书, 张晓群, 等. 马齿苋总黄酮的超声波辅助提取工艺优化及其抗氧化、抗肿瘤活性研究[J]. *中国农学通报*, 2019, 35(4): 130–135.
- LIANG YN, TANG ZS, ZHANG XQ, *et al.* Optimization of extracting total flavonoids from *Portulaca oleracea* L. by ultrasonic method and evaluation of their antioxidant and antitumor activities *in vitro* [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2019, 35(3): 55–59.
- [6] 侯金佐, 赵蕊, 刘玉鹏, 等. 马齿苋黄酮类化合物的提取及活性研究综述[J]. *安徽农学通报*, 2019, 25(1): 30–33.
- HOU JZ, ZHAO R, LIU YP, *et al.* Optimization of extracting total flavonoids from *Portulaca oleracea* L. by ultrasonic method and evaluation of their antioxidant and antitumor activities *in vitro* [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2019, 25(1): 30–33.
- [7] 马骁, 王飞飞, 袁永雷, 等. 正交试验优选马齿苋黄酮脱色工艺的研究[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(9): 88–91.
- MA X, WANG FF, YUAN YL, *et al.* Study on decolorization technology of *Portulaca oleracea* L. flavonoids by orthogonal test [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(9): 88–91.
- [8] 王波, 张晓艳, 黄攀, 等. 响应面法优化马齿苋黄酮超声波提取工艺[J]. *江苏农业学报*, 2018, 34(1): 166–171.
- WANG B, ZHANG XY, HUANG P, *et al.* Optimization of ultrasonic wave extraction of flavonoid from *Portulaca oleracea* L. by response surface methodology [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2018, 34(1): 166–171.
- [9] 王杰, 王瑞芳, 王园, 等. 响应面优化马齿苋黄酮水提工艺及其抗氧化活性评价[J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(19): 197–204.
- WANG J, WANG RF, WANG Y, *et al.* Optimization of water extraction technology by response surface methodology and assessment of the antioxidant activity of flavonoids from *Portulaca oleracea* L [J]. *Food Ferment Ind*, 2020, 46(19): 197–204.
- [10] 赵文英, 陈丽娜, 徐艳丽, 等. 马齿苋黄酮提取方法比较及工艺优化[J]. *青岛科技大学学报(自然科学版)*, 2017, 38(2): 38–41.
- ZHAO WY, CHEN LN, XU YL, *et al.* Comparison and optimization of techniques for extraction of flavonoids from the *Portulacae herba* [J]. *Jf Qingdao Univ Sci Technol (Nat Sci Ed)*, 2017, 38(2): 38–41.
- [11] 郭晓宇. RP-HPLC法测定马齿苋中木犀草素的含量[J]. *产业与科技论坛*, 2015, 14(24): 35, 38.
- GUO XY. Determination of *Luteolin* in *Portulaca oleracea* by RP-HPLC [J]. *Ind Sci Trib*, 2015, 14(24): 35, 38.
- [12] 韩成花, 白玉华, 于春月, 等. 高效液相色谱法同时测定大庆马齿苋中山奈酚和槲皮素的含量[J]. *中国医药导报*, 2014, 11(7): 91–93.
- HAN CH, BAI YH, YU CY, *et al.* Determination of the content of kaempferol and quercetin in *Portulaca oleracea* L. by HPLC [J]. *China Med Herb*, 2014, 11(7): 91–93.
- [13] 雷红伟, 徐丽君, 董慧, 等. RP-HPLC测定马齿苋黄酮提取物中染料木苷的含量[J]. *中西医结合研究*, 2013, 5(4): 189–191, 193.
- LEI HW, XU LJ, DONG H, *et al.* Determination of genistin in flavone extract from *Portulaca oleracea* L. by RP-HPLC [J]. *Res Int Tra Chin Wes Med*, 2013, 5(4): 189–191, 193.
- [14] 谷立勃, 黄清泉, 何颂华, 等. 光石韦中芒果苷和异芒果苷的一测多评含量测定方法的建立[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(17): 6235–6240.
- GU LJ, HUANG QQ, HE SH, *et al.* Establishment of quantitative analysis multi-components by single marker method for determination of mangiferin and isomangiferin in Guangshiwei [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(17): 6235–6240.
- [15] 南措, 古锐, 付林, 等. 一测多评法测定藏族药“蓝花龙胆”中环烯醚萜类和黄酮类成分的含量[J]. *中国中药杂志*, 2020, 45(18): 4423–4428.
- NAN C, GU R, FU L, *et al.* Determination of content of iridoids and flavonoids in Tibetan medicine "Lanhua Longdan" by quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) [J]. *Chin J Chin Mat Med*, 2020, 45(18): 4423–4428.
- [16] 梁欣雨, 周晓钢, 何兵, 等. 一测多评法同时测定小儿金翘颗粒中7种成分的含量[J]. *中国药房*, 2020, 31(10): 1179–1184.
- LIANG XY, ZHOU XG, HE B, *et al.* Simultaneous determination of 7 constituents in Xiao'er Jinqiao granules by QAMS [J]. *China Pharm*, 2020, 31(10): 1179–1184.
- [17] 王亚东, 刘力亨, 宋波. 一测多评法同时测定复方玄驹胶囊中7种成分的含量[J]. *食品与药品*, 2020, 22(3): 192–197.
- WANG YD, LIU LH, SONG B. Simultaneous determination of seven components in Fufang Xuanju capsule by QAMS [J]. *Food Drug*, 2020, 22(3): 192–197.

(责任编辑: 于梦娇)

## 作者简介



欧燕香, 主管中药师, 主要研究方向为中药质量控制研究。  
E-mail: oyx0401@sina.com