HPLC法同时测定野老鹳草中5种活性成分的含量Δ

王如意[1*]，刘纲勇[1#]，梁晓欣[2]，廖丽嫦[1]（1.广东食品药品职业学院实验中心，广州 510520；2.广东药科大学附属第一医院药学部，广州 510080）

中图分类号 R927.2 **文献标志码** A **文章编号** 1001-0408(2016)21-2972-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2016.21.29

摘 要 目的：建立同时测定野老鹳草中没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚含量的方法。方法：采用高效液相色谱法。色谱柱为 WondaSil C_{18} WR，流动相为乙腈-0.1%磷酸溶液（梯度洗脱），流速为1.0 ml/min，检测波长为280 nm，柱温为40 ℃，进样量为20 μl。结果：没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚的检测质量浓度线性范围分别为0.02～20.02、0.01～20.10、0.02～19.78、0.02～20.02、0.02～20.10（r=0.999 9、0.999 7、0.999 6、0.999 9、0.999 5）；精密度、稳定性、重复性试验的RSD＜3.0%；加样回收率分别为95.1%～100.6%（RSD=2.20%，n=6）、95.8%～100.6%（RSD=1.74%，n=6）、95.1%～101.9%（RSD=2.71%，n=6）、97.7%～103.1%（RSD=2.04%，n=6）、95.3%～99.0%（RSD=1.46%，n=6）。结论：该方法操作简便、结果准确、重复性好，可用于同时测定野老鹳草中没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚的含量。

关键词 野老鹳草；没食子酸；原儿茶酸；儿茶素；柯里拉京；短叶苏木酚；高效液相色谱法

Simultaneous Determination of Five Active Compounds in *Geranium carolinianum* by HPLC

WANG Ruyi[1], LIU Gangyong[1], LIANG Xiaoxin[2], LIAO Lichang[1]（1.Experiment Center, Guangdong Food and Drug Vacational College, Guangzhou 510520, China; 2.Dept. of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510080, China）

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish a method for simultaneous determination of gallic acid, protocatechuic acid, catechuic acid, corilagin and brevifolincarboxylic acid in *Geranium carolinianum*. METHODS: HPLC was performed on the column of WondaSil C_{18} WR with mobile phase of acetonitrile-0.1% Phosphoric acid (gradient elution) at a flow rate of 1.0 ml/min, the detection wavelength was 280 nm, the column temperature was 40 ℃, and the volume injection was 20 μl. RESULTS: The linear range was 0.02-20.02 for gallic acid (r=0.999 9), 0.01-20.10 for protocatechuic acid (r=0.999 7), 0.02-19.78 for catechuic acid (r=0.999 6), 0.02-20.02 for corilagin(r=0.999 9) and 0.02-20.10 for brevifolincarboxylic acid (r=0.999 5); RSDs of precision, stability and reproducibility tests were lower than ＜3.0%; recoveries were 95.1%-100.6% (RSD=2.20%, n=6), 95.8%-100.6% (RSD=1.74%, n=6), 95.1%-101.9% (RSD=2.71%, n=6), 97.7%-103.1% (RSD=2.04%, n=6) and 95.3%-99.0% (RSD=1.46%, n=6). CONCLUSIONS: The method is simple, accurate and reproducible, and can be used for the contents determination of gallic acid, protocatechuic acid, catechuic acid, corilagin and brevifolincarboxylic acid in *G. carolinianum*.

KEYWORDS *Geranium carolinianum*; Gallic acid; Protocatechuic acid; Catechuic acid; Corilagin; Brevifolincarboxylic acid; HPLC

中国药房网 www.china-pharmacy.com

也与苦荞适应在高海拔地区种植的研究结果相一致[9]。

本试验建立的方法排除了荞麦中所含其他物质和其他酚类化合物产生的干扰，操作简便、稳定、重复性好，可用于不同产地和不同品种荞麦中芦丁、槲皮素和总黄酮含量的测定。

参考文献

[1] 阎红.荞麦的应用研究及展望[J].食品工业科技，2011，32(1)：363.

[2] 曹英花.苦荞与甜荞之区别[J].食品加工，2011(5)：102.

[3] 黄兴富，赵声定，孙浩岩，等.浅析苦荞的营养价值与开发利用[J].中国民族民间医药，2010，19(13)：24.

[4] 刘薇芝，刘巍，胡汉昆，等.苦荞黄酮提取物对2型糖尿病模型大鼠血糖与血脂的影响[J].中国药房，2015，26(4)：470.

[5] 柯可，谢志坚，杨晓峰.黄酮类化合物对成骨细胞作用机制的研究进展[J].中国新药与临床杂志，2015，34(2)：81.

[6] 王静波，赵江林，彭镰心，等.苦荞芽中黄酮类化合物含量及其抗氧化性的研究[J].现代食品科技，2013，34(5)：965.

[7] 李富华，刘冬，明建.苦荞麸皮黄酮抗氧化及抗肿瘤活性[J].食品科学，2014，35(7)：58.

[8] 邓琳琼，张以忠.毕节市苦荞种质资源农艺性状的鉴定与评价[J].湖北农业科学，2015，54(15)：3 604.

[9] 黄元射，何绍红，张启堂，等.不同海拔对苦荞黄酮含量影响[J].安顺学院学报，2012，14(5)：126.

（收稿日期：2016-02-15 修回日期：2016-03-04）

（编辑：张 静）

Δ基金项目：广东省中医药局项目（No.20141199）

*实验师，硕士。研究方向：天然药产物。电话：020-28854900

#通信作者：副教授，博士。研究方向：天然药产物。E-mail：liugy@gdyzy.edu.cn

老鹳草为我国传统中药，来源于牻牛儿苗科植物牻牛儿苗 *Erodium stephanianum* Willd.、老鹳草 *Geranium wilfordii* Maxim. 或野老鹳草 *Geranium carolinianum* L.的干燥地上部分，收载于2015年版《中国药典》(一部)，前者习称"长嘴老鹳草"，后两者习称"短嘴老鹳草"。老鹳草多为野生，夏、秋二季果实近成熟时采割，捆成把，晒干，备用[1]。其性平，味辛、苦，归肝、肾、脾经；有祛风湿、通经络、止泻痢的作用[2]。现有研究表明，老鹳草的化学成分以鞣质、黄酮类最为丰富[3-4]，是其重要的药效成分。但老鹳草成分复杂，在2015年版《中国药典》(一部)中并未明确其主要成分，更未对其主要成分建立含量测定的方法。没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京和短叶苏木酚作为野老鹳草或老鹳草的重要活性成分[5-7]，目前尚未见同时测定其含量的报道。因此，本试验采用高效液相色谱法(HPLC)同时测定野老鹳草中上述5种活性成分的含量，旨在为其质量控制提供参考。

1 材料

1.1 仪器

LC-2010A HT型HPLC仪，包括LC-2010型紫外检测器、LC-2010型四元低压梯度泵、LC-2010型自动进样器、LC-Solution型色谱工作站(日本Shimadzu公司)；UV-1801型紫外-可见分光光度计(日本Shimadzu公司)；AUW 220D型十万分之一电子天平(日本Shimadzu公司)。

1.2 试剂

没食子酸对照品(批号：120206-201304，纯度：99.88%)、原儿茶酸对照品(批号：110809-201205，纯度：99.9%)、儿茶素对照品(批号：123211-201309，纯度：99.0%)均购自中国食品药品检定研究院；柯里拉京对照品(编号：S1，纯度：98.3%)、短叶苏木酚对照品(编号：S2，纯度：98.0%)均由广东食品药品职业学院实验中心自制；乙腈、甲醇为色谱纯，磷酸为优级纯，石油醚(沸程60 ℃～90 ℃)为分析纯，水为自制超纯水。

1.3 药材

野老鹳草购自广州南北行中药饮片有限公司(批号：140307K115)，经广东省中药研究所蔡岳文教授鉴定为牻牛儿苗科植物野老鹳草 *Geranium carolinianum* L. 的干燥地上部分。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱：WondaSil C_{18} WR(150 mm× 4.6 mm，5 μm)；流动相：乙腈(A)-0.1%磷酸溶液(B)，梯度洗脱(洗脱程序见表1)；流速：1.0 ml/min；检测波长：280 nm；柱温：40 ℃；进样量：20 μl。

表1 梯度洗脱程序

Tab 1 Gradient elution program

时间，min	A，%	B，%
0～30	5→11	95→89
30～48	11→12	89→88
48～80	12→20	88→80
80～120	20	80
120～125	20→5	80→95
125～130	5	95

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液 精密称取没食子酸对照品10.01 mg、原儿茶酸对照品10.05 mg、儿茶素对照品9.89 mg、柯里拉京对照品10.01 mg、短叶苏木酚对照品10.05 mg，分别置于10 ml量瓶中，加甲醇定容，摇匀，制成单一对照品贮备液，备用。精密量取上述单一对照品贮备液各1 ml，置于同一50 ml量瓶中，加甲醇定容，摇匀，制成每1 ml含没食子酸0.020 02 mg、原儿茶酸0.020 10 mg、儿茶素0.019 78 mg、柯里拉京0.020 02 mg、短叶苏木酚0.020 10 mg的混合对照品溶液，置于5 ℃冰箱中冷藏，备用。

2.2.2 供试品溶液 精密称取样品粉末2 g，置于150 ml圆底烧瓶中，加石油醚(沸程60 ℃～80 ℃)20 ml，脱脂1 h，弃去石油醚，残渣加60 ml 80%乙醇，回流提取3次，每次1 h。滤过，合并滤液，减压浓缩成浸膏，用甲醇溶解并定容至25 ml量瓶中，精密量取1 ml，置于10 ml量瓶中，用甲醇定容，摇匀，即得。

2.3 系统适用性试验

精密量取"2.2"项下混合对照品溶液、供试品溶液各适量，按"2.1"项下色谱条件进样测定，记录色谱，详见图1。由图1可知，各成分均能达到基线分离，分离度>1.5，理论板数以没食子酸峰计为4 876，保留时间为10.11 min；且其他成分对测定无干扰。

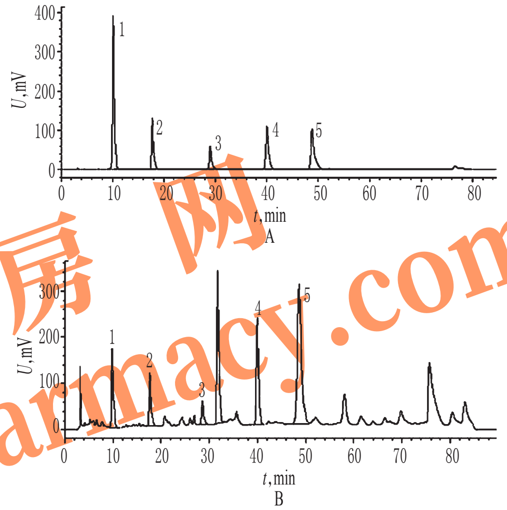

图1 高效液相色谱图

A.混合对照品；B.供试品；1.没食子酸；2.原儿茶酸；3.儿茶素；4.柯里拉京；5.短叶苏木酚

Fig 1 HPLC chromatogram

A.mixed reference substance；B.test sample；1.gallic acid；2.protocatechuic acid；3.catechuic acid；4.corilagin；5.brevifolincarboxylic acid

2.4 线性关系考察

精密量取"2.2.1"项下混合对照品溶液1、5、10、15、20 ml，分别置于20 ml量瓶中，加甲醇定容，制成质量浓度分别为1、5、10、15、20 μg/ml的系列混合对照品溶液，精密量取各20 μl，按"2.1"项下色谱条件进样测定，记录峰面积。以各成分质量浓度(x，μg/ml)为横坐标、峰面积(y)为纵坐标进行线性回归，得回归方程和线性范围，详见表2。

表2 回归方程和线性范围

Tab 2 Regression equations and linear ranges

待测成分	回归方程	线性范围，μg/ml	r
没食子酸	y=53 774 315.5x+7 237.0	0.02～20.02	0.999 9
原儿茶酸	y=32 394 327.1x+10 851.2	0.01～20.10	0.999 7
儿茶素	y=23 648 521.4x+8 756.8	0.02～19.78	0.999 6
柯里拉京	y=22 789 566.6x+4 753.7	0.02～20.02	0.999 9
短叶苏木酚	y=35 612 358.6x+10 254.1	0.02～20.10	0.999 5

2.5 检测限与定量限考察

取"2.2.1"项下混合对照品溶液适量，等倍逐步稀释，按"2.1"项下色谱条件连续进样测定6次，记录峰面积。当信噪比为3∶1时，得检测限(LOD)；当信噪比为10∶1时，得定量限

中国药房网 www.china-pharmacy.com

(LOQ),结果见表3。

表3 检测限与定量限考察结果

Tab 3 Determination results of detection limit and quantitation limit

待测成分	LOD,μg/ml	LOQ,μg/ml
没食子酸	0.075	0.250
原儿茶酸	0.102	0.241
儿茶素	0.085	0.284
柯里拉京	0.095	0.252
短叶苏木酚	0.131	0.330

2.6 精密度试验

精密量取“2.2.1”项下混合对照品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果,没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚峰面积的RSD分别为0.16%、0.14%、0.66%、0.23%、0.85%(n=6),表明仪器精密度良好。

2.7 稳定性试验

精密量取“2.2.2”项下供试品溶液适量,分别于室温下放置0、3、6、12、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚峰面积的RSD分别为1.34%、1.03%、1.23%、1.57%、1.34%(n=5),表明供试品溶液在室温放置24 h内稳定性良好。

2.8 重复性试验

精密称取样品适量,共6份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚峰面积的RSD分别为1.55%、2.17%、2.01%、2.13%、1.65%(n=6),表明本方法重复性良好。

2.9 加样回收率试验

精密称取样品粉末适量,共6份,分别精密加入没食子酸对照品0.250 0 mg、原儿茶酸对照品0.100 0 mg、儿茶素对照品0.150 0 mg、柯里拉京对照品0.500 0 mg、短叶苏木酚对照品0.100 0 mg,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算加样回收率,结果见4。

2.10 样品含量测定

精密称取样品粉末(批号:140307K115)适量,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算各成分含量,结果见表5。

3 讨论

3.1 检测波长的选择

参考相关文献[2-3,8-14],对供试品溶液的待测成分没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚进行全波长扫描,结果各成分在280 nm波长处均有较大吸收,且该波长处各待测成分均无干扰。因此,本试验选择280 nm作为检测波长。

3.2 流动相的选择

预试验时比较了甲醇-水、乙腈-水、甲醇-0.1%磷酸溶液、乙腈-0.1%磷酸溶液等不同流动相系统,结果以甲醇-水和甲醇-0.1%磷酸溶液为流动相时均有峰重叠现象,以乙腈-水为流动相时有峰拖尾现象,而以乙腈-0.1%磷酸溶液为流动相时峰形较好。因此,本试验选择乙腈-0.1%磷酸溶液为流动相。

3.3 洗脱程序的选择

预试验曾采用等度洗脱和梯度洗脱两种方式来处理流动相,结果等度洗脱的色谱峰保留时间长,且待测成分有峰重叠现象;而梯度洗脱的色谱峰峰形较好。因此,本试验采用梯度洗脱程序来处理流动相。

表4 加样回收率试验结果(n=6)

Tab 4 Results of recovery test(n=6)

待测成分	称样量,g	样品含量,mg	加入量,mg	测得量,mg	加样回收率,%	平均加样回收率,%	RSD,%
没食子酸	0.101 2	0.253 0	0.250 0	0.504 5	100.6	97.2	2.20
	0.101 1	0.252 8	0.250 0	0.493 2	96.2		
	0.105 6	0.264 0	0.250 0	0.512 0	99.2		
	0.103 2	0.258 0	0.250 0	0.495 8	95.1		
	0.102 5	0.256 3	0.250 0	0.497 1	96.3		
	0.103 5	0.258 8	0.250 0	0.499 0	96.1		
原儿茶酸	0.101 2	0.111 3	0.100 0	0.208 9	97.6	97.7	1.74
	0.101 1	0.111 2	0.100 0	0.209 9	98.7		
	0.105 6	0.116 2	0.100 0	0.213 1	96.9		
	0.103 2	0.113 5	0.100 0	0.214 1	100.6		
	0.102 5	0.112 8	0.100 0	0.209 6	96.8		
	0.103 5	0.113 9	0.100 0	0.209 7	95.8		
儿茶素	0.101 2	0.151 8	0.150 0	0.301 2	99.6	98.6	2.71
	0.101 1	0.151 7	0.150 0	0.304 5	101.9		
	0.105 6	0.158 4	0.150 0	0.301 8	95.6		
	0.103 2	0.154 8	0.150 0	0.297 5	95.1		
	0.102 5	0.153 8	0.150 0	0.304 1	100.2		
	0.103 5	0.155 3	0.150 0	0.304 3	99.3		
柯里拉京	0.101 2	0.506 0	0.500 0	0.996 9	98.2	99.2	2.04
	0.101 1	0.505 5	0.500 0	1.004 7	99.8		
	0.105 6	0.528 0	0.500 0	1.016 3	97.7		
	0.103 2	0.516 0	0.500 0	1.031 4	103.1		
	0.102 5	0.512 5	0.500 0	1.004 4	98.4		
	0.103 5	0.517 5	0.500 0	1.008 2	98.1		
短叶苏木酚	0.101 2	0.101 2	0.100 0	0.196 9	95.7	97.1	1.46
	0.101 1	0.101 1	0.100 0	0.197 9	96.8		
	0.105 6	0.105 6	0.100 0	0.200 9	95.3		
	0.103 2	0.103 2	0.100 0	0.201 3	98.1		
	0.102 5	0.102 5	0.100 0	0.201 5	99.0		
	0.103 5	0.103 5	0.100 0	0.200 9	97.4		

表5 样品含量测定结果(n=3)

Tab 5 Results of contents determination of samples(n=3)

待测成分	平均含量,%	RSD,%
没食子酸	0.26	1.26
原儿茶酸	0.15	0.89
儿茶素	0.11	1.23
柯里拉京	0.41	2.32
短叶苏木酚	0.10	1.56

综上所述,本方法操作简便、结果准确、重复性好,可用于同时测定野老鹳草中没食子酸、原儿茶酸、儿茶素、柯里拉京、短叶苏木酚的含量。

参考文献

[1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:122.

[2] 罗宏,尹海波.HPLC同时测定鼠掌老鹳草中5种活性成分的含量[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(5):83.

[3] 尹海波,王吉华,涂秀文,等.老鹳草的HPLC指纹图谱及模式识别研究[J].中国药房,2014,25(7):2 538.

[4] Toshihiro M, Mai W, Yu T, *et al*. Hyaluronidase inhibitors from takuran, Lycopus lucidus[J]. *Chempharm Bull*, 2010,58(3):394.

[5] 王志刚,李青,王斌,等.中药老鹳草的成分和药理学研究进展[J].中兽医学杂志,2008(4):44.

中国药房网 www.china-pharmacy.com

HPLC法同时测定复方奥硝唑贴膜中奥硝唑和地塞米松磷酸钠的含量Δ

李　为[1*]，雷　凯[2]，张程亮[2]，贺雯茜[2]，刘　东[2]，陈　鹰[1#]（1.广州军区武汉总医院药剂科，武汉　430070；2.华中科技大学同济医学院附属同济医院药学部，武汉　430030）

中图分类号　R927.2　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408(2016)21-2975-03

DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2016.21.30

摘　要　目的：建立同时测定复方奥硝唑贴膜中奥硝唑和地塞米松磷酸钠含量的方法。方法：采用高效液相色谱法。色谱柱为Inertsil ODS-3，流动相为甲醇-20 mmol/L磷酸盐缓冲液（用冰乙酸调pH至7.40）(55∶45，*V/V*)，流速为1.0 ml/min，柱温为30 ℃，检测波长为242 nm，进样量为10 μl。结果：奥硝唑、地塞米松磷酸钠检测质量浓度线性范围均为1～100 μg/ml（r=0.999 7、0.999 9）；精密度、稳定性、重复性试验的RSD<2.0%；加样回收率分别为96.50%～99.80%、96.50%～99.60%，RSD分别为1.02%、0.99%（n=9）。结论：该方法专属性强、精密度和稳定性好、准确度高，可同时测定复方奥硝唑贴膜中奥硝唑和地塞米松磷酸钠的含量。

关键词　复方奥硝唑贴膜；奥硝唑；地塞米松磷酸钠；高效液相色谱法

Simultaneous Determination of Ornidazole and Dexamethasone Sodium Phosphate in Compound Ornidazole Film by HPLC

LI Wei[1]，LEI Kai[2]，ZHANG Chengliang[2]，HE Wenxi[2]，LIU Dong[2]，CHEN Ying[1]（1.Dept. of Pharmacy，Wuhan General Hospital of Guangzhou Command，Wuhan 430070，China；2.Dept. of Pharmacy，Affiliated Tongji Hospital，Tongji Medical College，Huazhong University of Science and Technology，Wuhan 430030，China）

ABSTRACT　OBJECTIVE：To establish a method for the simultaneous determination of ornidazole and dexamethasone sodium phosphate in Compound ornidazole film. METHODS：HPLC was performed on the column of Inertsil ODS-3 with mobile phase of methanol-20 mmol/L phosphate buffer（pH was adjusted to 7.40 with glacial acetic acid）(55∶45，*V/V*) at a flow rate of 1.0 ml/min，column temperature was 30 ℃，detection wavelength was 242 nm and volume injection was 10 μl. RESULTS：The linear range were 1-100 μg/ml for both ornidazole（r=0.999 7）and dexamethasone sodium phosphate（r=0.999 9）；RSDs of precision，stability and reproducibility tests were lower than 2.0%；recoveries were 96.50%-99.80%（RSD=1.02%，n=9）and 96.50%-99.60%（RSD=0.99%，n=9）. CONCLUSIONS：The method is specific with good precision and stability and high accuracy，and can be used for the simultaneous determination of ornidazole and dexamethasone sodium phosphate in Compound ornidazole film.

KEYWORDS　Compound ornidazole film；Ornidazole；Dexamethasone sodium phosphate；HPLC

中国药房网 www.china-pharmacy.com

口腔微环境是一个潮湿且易受到细菌感染的环境，同时伴随着唾液的连续分泌，传统治疗药物极易受到唾液的侵蚀，导致局部浓度低、疗效差。而口腔贴膜剂是一类采用天然或者合成的具有黏附性的高分子聚合物制备的透明或者半透明的薄膜状固体制剂，用于口腔给药具有保护创面、提高局部有效浓度、延长药物滞留时间的优势。奥硝唑作为新一代的硝

[6]　林琛，袁永兵，张兰珍，等.不同产地叶下珠中4种酚酸类成分的测定[J].中草药，2012，43(10)：2 055.

[7]　陈一燕，陈崇宏. 柯里拉京药理活性研究进展[J].中国现代应用药学，2010，27(5)：390.

[8]　周一萌，周斌.马来酸桂哌齐特及有关物质的HPLC法测定[J].中国医药工业杂志，2015，46(9)：1 010.

[9]　孙佳，郑林，王爱民，等.超高效液相色谱法测定贵州产灯盏细辛中的6种成分[J].中国医药工业杂志，2013，44(7)：673.

[10]　王洪成，尹海波，曹波，等.HPLC同时测定不同产地野老鹳草中5种活性成分含量[J].辽宁中医杂志，2015，42(4)：834.

[11]　李志浩，瞿京红，郑芳.RP-H PLC 测定祛风止痛片中原儿茶酸和原儿茶醛的含量[J].辽宁中医药大学学报，2010，12(10)：187.

[12]　许敏，陈颖，段素敏，等.HPLC法测定3种老鹳草药材中没食子酸和柯里拉京的含量[J].中国野生植物资源，2013，32(6)：39.

[13]　金欣，王锋，姚岚，等.HPLC测定野老鹳草中没食子酸和鞣花酸的总量[J].中成药，2010，32(7)：1 172.

[14]　周庆颂，孙若飞，李笑然，等.不同产地老鹳草中有效成分的测定[J].华西药学杂志，2015，30(4)：465.

（收稿日期：2015-11-09　修回日期：2016-04-07）

（编辑：刘　柳）

Δ 基金项目：中央高校基本科研业务费资助项目（No.HUST：2015LC049）

＊药师，硕士。研究方向：药物制剂新剂型与新技术。电话：027-83663643。E-mail：isliwei_tiao@163.com

＃通信作者：副主任药师，博士。研究方向：药物制剂新剂型与新技术。电话：027-87649309。E-mail：cy9262005@aliyun.com