

# 多指标综合评分正交试验法优化熟地黄的炮制工艺<sup>△</sup>

屠万倩<sup>1\*</sup>,周志敏<sup>2</sup>,张留记<sup>1,2#</sup>,刘晓苗<sup>2</sup>,张宝<sup>1</sup>,崔伟峰<sup>1</sup>,李开言<sup>1</sup>,周丽<sup>1</sup>(1.河南省中医药研究院中药研究所,郑州 450004;2.河南中医药大学药学院,郑州 450008)

中图分类号 R283 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)22-3121-04  
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.22.26

**摘要** 目的:优化熟地黄的炮制工艺。方法:以梓醇、地黄苷D、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和多糖的转移率为指标进行综合评分,以蒸制温度(压力)、蒸制时间和蒸制次数为考察因素,采用L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交试验优化熟地黄的炮制工艺并进行验证试验。结果:熟地黄的最优炮制工艺为在蒸制温度125℃、蒸制压力150kPa下蒸制2次,每次2h;验证试验中3批样品的综合评分分别为0.6985、0.6755、0.7016,各指标的RSD均小于5%(n=3)。结论:优化的炮制工艺简单、稳定、可行,可为熟地黄的工业化炮制生产提供参考。

**关键词** 熟地黄;正交试验;炮制工艺;多指标;综合评分

## Optimization of the Processing Technology of Rehmanniae Radix Praeparata by Multi-indexes Integrating Score-Orthogonal Test

TU Wanqian<sup>1</sup>, ZHOU Zhimin<sup>2</sup>, ZHANG Liuji<sup>1,2</sup>, LIU Xiaomiao<sup>2</sup>, ZHANG Bao<sup>1</sup>, CUI Weifeng<sup>1</sup>, LI Kaiyan<sup>1</sup>, ZHOU Li<sup>1</sup>(1. Institute of Chinese Medicine, Henan Academy of TCM, Zhengzhou 450004, China; 2. College of Pharmacy, Henan University of TCM, Zhengzhou 450008, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To optimize the processing technology of rehmanniae radix praeparata. METHODS: Using transfer rates of catalpol, rehmanioside D, acteoside, isoacteoside, polysaccharide as indexes for comprehensive score, heating temperature (pressure), heating time and heating times as investigating factors, L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) orthogonal test was used to optimize the processing technology of rehmanniae radix praeparata, and verification test was conducted. RESULTS: The optimal processing technology of rehmanniae radix praeparata was as follow as heating temperature of 125℃, pressure of 150 kPa for twice, 2 h every time. The comprehensive scores of 3 batches of samples were 0.698 5, 0.675 5, 0.701 6 in the verification test, respectively, RSDs were less than 5% (n=3). CONCLUSIONS: Optimized processing technology is simple, stable, feasible, and can provide reference for industrial production of rehmanniae radix praeparata.

**KEYWORDS** Rehmanniae radix praeparata; Orthogonal test; Processing technology; Multi-indexes; Comprehensive score

地黄为玄参科植物地黄(*Rehmannia glutinosa* Libosch.)的新鲜或干燥块根。生地黄味甘、性寒,可用于热入营血、温毒发斑、吐血衄血等。生地黄经炮制后得到熟地黄,熟地黄味甘、性微温,可用于血虚萎黄、心悸怔忡等<sup>[1]</sup>。地黄中含有多种化学成分,其中苷类和多糖为地黄的主要活性成分,具有降压、利尿、保护心血管等多种作用<sup>[2-3]</sup>。根据文献记载,将生地黄炮制成熟地黄的方法较多,有蒸制、酒制、姜汁制、砂仁制、蜜制等<sup>[4-5]</sup>。现代熟地黄的炮制以蒸、煮为主,不同的蒸制次数、时间、辅料、工艺等均可影响熟地黄的质量<sup>[6-10]</sup>。熟地黄的传统炮制工艺古法为“九蒸九晒”,该工艺烦琐、耗时耗能,不适用于工业化大生产。本试验以地黄中的梓醇、地黄

苷D、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷等多种苷类和多糖为指标进行综合评分,采用正交试验优化出质量接近传统工艺且适用于现代化生产的熟地黄炮制工艺。

### 1 材料

#### 1.1 仪器

2996高效液相色谱(HPLC)仪,包括2695分离单元、2996紫外检测器、Empower II色谱工作站(美国Waters公司);UV-265FS紫外分光光度计、LIBROR-160DPT万分之一分析天平(日本岛津公司);AE240十万分之一分析天平(瑞士Mettler Tolerdo公司);手提式蒸汽压力灭菌器(上海申安医疗器械厂);GT-350 W超声波提取器(宁波新芝生物科技股份有限公司)。

#### 1.2 药材、药品与试剂

生地黄于2016年购自河南省武陟县,并经河南省中医药研究院都恒青研究员鉴定为玄参科植物地黄的干燥块根;梓醇对照品(批号:110808-201210,纯度:≥98%)、D-无水葡萄糖对照品(以下简称葡萄糖,批号:833-201001,纯度:≥98%)均来源于中国食品药品检定

<sup>△</sup> 基金项目:国家中医药管理局重点研究室建设项目(No.0907291);河南省重点科技攻关计划项目(No.102102310018)

\* 副研究员。研究方向:中药分析及中药开发。电话:0371-66331718。E-mail:wqtu632@126.com

# 通信作者:研究员。研究方向:中药质量评价及中药新药开发。电话:0371-66331598。E-mail:zlj6666671@163.com

研究院;地黄苷D对照品(批号:150412,纯度:≥98%)、毛蕊花糖苷对照品(批号:151121,纯度:≥98%)、异毛蕊花糖苷对照品(批号:150617,纯度:≥98%)均购自四川省维克奇生物科技有限公司;甲醇、乙腈为色谱纯,水为重蒸馏水,其他试剂均为分析纯。

## 2 方法与结果

### 2.1 梓醇、地黄苷D、毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷的含量测定

2.1.1 色谱条件 色谱柱为Synergi™ Hydro-RP 80 Å (250 mm×4.6 mm, 4 μm);流动相为乙腈(A)-0.2%磷酸水(B)梯度洗脱(0→8 min, 3%A; 8→9 min, 3%→4%A; 9→25 min, 4%A; 25→35 min, 4%→20%A; 35→50 min, 20%A);流速为1.0 mL/min;柱温为35℃;检测波长分别为203 nm(0→30 min, 测定梓醇、地黄苷D)、334 nm(30→50 min, 测定毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷);进样量为10 μL。

2.1.2 对照品溶液的制备与线性关系考察 精密称取梓醇、地黄苷D、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷对照品适量,加水溶解并制备成质量浓度分别为0.012、0.030、0.021、0.018 mg/mL的混合对照溶液。精密吸取混合对照品溶液1、5、10、15、20、25 μL,注入HPLC仪,测定,以峰面积(y)对进样量(x)进行回归计算,得4种苷类成分的线性范围和回归方程,详见表1。

表1 4种成分线性关系考察结果

Tab 1 Investigation results of linear ranges of 4 ingredients

成分	线性方程	线性范围, μg	r
梓醇	$y=7.95 \times 10^4 x - 3.70 \times 10^4$	0.012~0.300	0.999 3
地黄苷D	$y=6.71 \times 10^4 x + 1.55 \times 10^4$	0.030~0.750	0.999 0
毛蕊花糖苷	$y=5.62 \times 10^4 x - 2.62 \times 10^4$	0.021~0.525	0.999 3
异毛蕊花糖苷	$y=4.47 \times 10^4 x - 2.37 \times 10^4$	0.018~0.450	0.999 5

2.1.3 供试品溶液的制备及含量测定 取地黄粗粉约0.8 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加入甲醇50 mL,称定质量,超声(功率:250 W,频率:50 kHz)提取1 h,放至室温;再次称定质量,用甲醇补足减失的质量,摇匀,过滤;精密量取续滤液20 mL,浓缩至近干,残渣加20 mL水溶解;通过D101型大孔吸附树脂(内径约1.8 cm,柱高约6 cm),依次以水、80%乙醇洗脱,弃去水洗液,收集80%乙醇洗脱液,水浴蒸干;残渣加流动相溶解并定容至10 mL量瓶中,用0.45 μm微孔滤膜滤过,即得供试品溶液。

精密吸取各供试品溶液10 μL,注入色谱仪,测定各成分的峰面积并计算含量,混合对照品溶液与供试品(正交试验中6号)溶液的色谱图见图1。

### 2.2 多糖的含量测定

2.2.1 对照品溶液的制备 精密称取葡萄糖对照品5.96 mg,加水溶解并定容至50 mL,得质量浓度为0.119 2 mg/mL的对照品溶液。

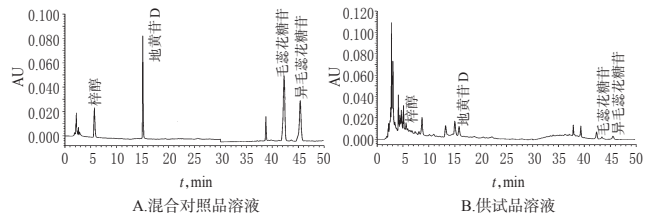


图1 高效液相色谱图

Fig 1 HPLC chromatograms

2.2.2 供试品溶液的制备 取地黄粗粉约0.2 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,加80%乙醇40 mL,超声(功率:250 W,频率:50 kHz)提取2次,每次1 h;提取后过滤,弃去溶剂,残渣挥干溶剂后,加入40 mL水,超声(功率:250 W,频率:50 kHz)提取2次,每次0.5 h,滤过,合并滤液,定容至100 mL量瓶中,即得。

2.2.3 标准曲线的绘制及样品含量测定 精密量取葡萄糖对照品溶液0.1、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL,加水至2 mL,加入5%苯酚溶液1 mL,摇匀,迅速加入浓硫酸5 mL,置于60℃水浴中加热10 min,取出置于冷水中冷却5 min。另以2 mL水作空白,在490 nm波长处测吸光度,以质量浓度(x)与吸光度(y)作线性回归,得回归方程为 $y=12.034x+0.235 3$ ( $r=0.996 9$ ),结果表明葡萄糖检测质量浓度线性范围为0.005 96~0.059 6 mg/mL。

精密吸取正交试验的各样品溶液0.5 mL,加水至2 mL,按“2.2.3”项下方法操作,测定并计算各样品中多糖的含量。

### 2.3 正交试验优化熟地黄的炮制工艺

2.3.1 因素与水平设计 参考文献[6, 11]及预试验结果,选择蒸制次数、蒸制时间、蒸制温度/压力为考察因素,各因素设计3水平,采用 $L_9(3^4)$ 进行正交设计。因素与水平见表2。

表2 因素与水平

Tab 2 Factors and levels

水平	因素		
	A(蒸制次数)	B(蒸制时间), h	C(蒸制温度/压力), °C/kPa
1	1	1	105/20
2	2	2	115/80
3	4	4	125/150

2.3.2 正交试验结果与分析 取生地黄按正交安排试验,按各试验号的炮制工艺参数制备1~9号熟地黄样品。取各试验号样品,分别按“2.1”和“2.2”项下方法操作,测定梓醇、地黄苷D、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和多糖的含量。同法测定试验用生地黄中上述成分的含量,并按以下公式计算各成分相应的转移率:转移率=炮制品中待测成分的含量/生地黄中待测成分的含量×100%。将梓醇( $X_1$ )、地黄苷D( $X_2$ )、毛蕊花糖苷( $X_3$ )、异毛蕊花糖苷( $X_4$ )和多糖( $X_5$ )的转移率进行综合评分,评分时以各指标的最大值为参照,将数据进行归一化后设定不同权重, $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 权重分别为0.15、0.15、0.15、

0.15、0.40。综合评分=0.15 $X_{1i}/X_{1max}$ +0.15 $X_{2i}/X_{2max}$ +0.15 $X_{3i}/X_{3max}$ +0.15 $X_{4i}/X_{4max}$ +0.40 $X_{5i}/X_{5max}$ ( $X_{1i}$ 、 $X_{2i}$ 、 $X_{3i}$ 、 $X_{4i}$ 、 $X_{5i}$ 分别为*i*试验号的相应结果, $i=1,2,3\cdots 9$ ; $X_{1max}$ 、 $X_{2max}$ 、 $X_{3max}$ 、 $X_{4max}$ 、 $X_{5max}$ 分别为相应指标的最大值)。正交试验设计与结果见表3,方差分析结果见表4。

表3 试验设计与结果

Tab 3 Design and results of test

试验号	A(蒸制次数)	B(蒸制时间)	C(蒸制温度/压力)	D(空白)	梓醇转移率, %	地黄苷D转移率, %	毛蕊花糖苷转移率, %	异毛蕊花糖苷转移率, %	多糖转移率, %	综合评分
1	1	1	1	1	4.393 2	99.795 9	94.117 6	92.432 4	213.477 2	0.639 9
2	1	2	2	2	4.670 5	88.979 6	74.660 6	91.891 9	337.986 9	0.677 4
3	1	3	3	3	0.310 6	32.312 9	40.950 2	94.594 6	555.690 9	0.543 7
4	2	1	2	3	5.097 6	93.333 3	51.583 7	74.594 6	343.395 7	0.648 6
5	2	2	3	1	0.421 6	71.768 7	59.728 5	164.324 3	645.016 6	0.754 5
6	2	3	1	2	0.244 1	53.877 6	61.991 0	120.000 0	501.889 5	0.599 7
7	3	1	3	2	0.277 3	40.884 4	47.285 1	156.756 8	574.532 1	0.634 0
8	3	2	1	3	1.031 7	66.394 6	77.149 3	177.297 3	464.368 2	0.689 7
9	3	3	2	1	0.499 2	13.333 3	30.090 5	90.810 8	565.711 5	0.510 3
$K_1$	1.864 6	1.922 5	1.929 3	1.904 7						
$K_2$	2.002 8	2.121 6	1.836 3	1.911 1						
$K_3$	1.834 0	1.657 3	1.935 8	1.885 6						
R	0.056 3	0.154 8	0.033 2	0.008 5						

表4 方差分析结果

Tab 4 Result of variance analysis

误差来源	离均差平方和	自由度	均方差	F	P
A(蒸制次数)	$5.4 \times 10^{-3}$	2	$2.7 \times 10^{-3}$	45.956 7	<0.05
B(蒸制时间)	$3.6 \times 10^{-2}$	2	$1.8 \times 10^{-2}$	308.276 7	<0.01
C(蒸制温度/压力)	$2.1 \times 10^{-3}$	2	$1.0 \times 10^{-3}$	17.605 3	>0.05
D(误差)	$1.1 \times 10^{-4}$	2	$5.9 \times 10^{-5}$		

注: $F_{0.1}(2,2) = 9.00$ ;  $F_{0.05}(2,2) = 19.00$ ;  $F_{0.01}(2,2) = 99.00$

Note:  $F_{0.1}(2,2) = 9.00$ ;  $F_{0.05}(2,2) = 19.00$ ;  $F_{0.01}(2,2) = 99.00$

由直观分析和方差分析可知,各因素影响大小顺序为B>A>C,B有极显著影响( $P<0.01$ ),A有显著影响( $P<0.05$ ),C无显著影响( $P>0.05$ );最优炮制工艺为A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>,即生地黄在125℃、压力150 kPa下蒸制2次,每次2 h。

2.3.3 验证试验 称取生地黄药材3份,每份约200 g,置于手提式蒸汽压力灭菌器中于125℃、150 kPa蒸制2次,每次2 h;将所得熟地黄干燥后粉碎,分别按照“2.1”“2.2”项下方法进行测定,结果3次试验中4种苷类成分及多糖转移率的RSD均小于5%,表明该炮制工艺条件合理、稳定可行,详见表5。

表5 验证试验结果( $n=3$ )

Tab 5 Results of verification test( $n=3$ )

试验号	梓醇转移率, %	地黄苷D转移率, %	毛蕊花糖苷转移率, %	异毛蕊花糖苷转移率, %	多糖转移率, %	综合评分
1	0.449 3	25.442 2	61.312 2	163.243 2	663.007 1	0.698 5
2	0.443 8	24.829 9	60.407 2	165.405 4	627.026 1	0.675 5
3	0.432 7	25.986 4	62.895 9	168.108 1	656.980 4	0.701 6
RSD, %	1.92	2.28	2.05	1.47	2.97	

### 3 讨论

熟地黄的传统炮制方法“九蒸九晒”所得熟地黄“色

黑如漆,味甘如饴”,由于操作烦琐、炮制费时,在药材市场上很难找到“九蒸九晒”法炮制的熟地黄。现代工业化生产为节省时间、节约资源,通常采用高压一次蒸制后再烘干的方法炮制熟地黄,且对蒸制时间、温度、辅料用量均没有准确规定,仅凭经验或外观性状检查控制炮制工艺参数,导致市售熟地黄质量参差不齐。近年来有以单一化学成分为考察指标,对熟地黄的炮制次数或炮制过程中指标性成分变化进行研究的报道<sup>[12-14]</sup>,但鲜有将现代工艺与传统方法进行比较或采用现代炮制设备模拟传统炮制方法的研究报道。本试验选用多种苷类成分与多糖为考察指标,综合优化可适用于现代炮制加工设备的熟地黄炮制工艺。

在本试验中,笔者参考文献<sup>[15-16]</sup>,建立了测定地黄中梓醇、地黄苷D、毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷含量的HPLC法。结果表明,在选定的色谱条件下,待测成分均在各自的最大吸收波长下进行测定,保证了测定的灵敏度;通过预试验比较了在以乙腈-水、乙腈-0.5%冰乙酸水溶液、乙腈-0.2%磷酸水溶液等为流动相的梯度洗脱条件下待测成分之间以及与杂质峰的分离情况,结果以本试验所选流动相进行梯度洗脱时,待测成分分离度较好、基线平稳。而地黄中多糖的含量则是参考文献<sup>[17-18]</sup>采用硫酸苯酚法显色后的紫外法进行测定。

另外,在对正交试验结果数据进行分析后发现,在炮制过程中,4种苷类成分含量出现不同变化,这可能与各自化学结构的稳定性有密切关系。根据正交试验结果可知,梓醇在炮制加热过程中含量下降趋势明显,长时间或多次加热后几乎全部降解,与文献<sup>[12]</sup>研究结果一致;地黄苷D在炮制2次、加热2 h内含量相对稳定,而超出此范围,则含量随炮制次数和时间的增加下降明显,提示地黄苷D破坏程度明显增加;毛蕊花糖苷随炮制次数的增加而含量减少,异毛蕊花糖苷含量随蒸制次数增加而增加,但超过一定加热时间后也会被破坏。同时,研究结果表明,熟地黄中的多糖含量随炮制时间和温度的增加,呈先上升后下降趋势。而验证试验结果表明,生地黄经炮制加工后梓醇已基本被破坏,毛蕊花糖苷和地黄苷D含量有不同程度的降低,而异毛蕊花糖苷和多糖的含量则大幅度增加,提示地黄炮制过程中有关化学成分发生了不同程度的变化和转化,这在一定程度上可反映生地黄变成熟地黄后药物性味变化的物质基础。关于地黄中化学成分的变化规律,还有待今后开展更多试验进行研究。

将最优工艺所得熟地黄与自制“九蒸九晒”熟地黄和市售熟地黄比较,结果最优工艺所得熟地黄中4种苷类成分含量均高于市售熟地黄,并接近自制“九蒸九晒”熟地黄样品,毛蕊花糖苷含量符合2015年版《中国药典》(一部)中“熟地黄”项下有关规定;且熟地黄中多糖含量明显高于市售熟地黄,与“九蒸九晒”多糖含量相近,可

# 响应面法优化核桃枝多酚的提取工艺及体外抗氧化活性研究<sup>Δ</sup>

王晓岚\*,刘冬梅,段煜<sup>#</sup>(潍坊医学院药学院,山东潍坊 261053)

中图分类号 R284.2;R285.5 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)22-3124-05

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.22.27

**摘要** 目的:优化核桃枝多酚的提取工艺并评价其体外抗氧化活性。方法:以核桃枝多酚提取量为响应值,以料液比、提取温度和乙醇体积分数为响应因子,在单因素试验的基础上,采用响应面法优化核桃枝多酚的提取工艺;以维生素C为阳性对照,考察核桃枝多酚对羟自由基、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基的清除能力及总还原能力,评价其体外抗氧化活性。结果:优化的核桃枝多酚的提取条件为料液比1:25(g/mL)、提取温度50℃、乙醇体积分数70%;验证试验中核桃枝多酚的提取量为9.30 mg/g(RSD=0.57%,n=3)。核桃枝多酚在质量浓度分别为12.0、3.0、3.0 μg/mL时对羟自由基、DPPH自由基的清除率和总还原能力分别为50.24%、95.42%、1.118,同质量浓度下维生素C的相关数据分别为93.71%、46.17%、0.628(P<0.05)。结论:用响应面法优化得到的核桃枝多酚提取工艺稳定、可行;核桃枝多酚具有一定的体外抗氧化活性。

**关键词** 核桃枝;多酚;提取工艺;响应面法;抗氧化活性

## Optimization of Extraction Technology of Polyphenols from *Juglans regia* Branch by Response Surface Method and Study on Its Antioxidant Activity *in vitro*

WANG Xiaolan, LIU Dongmei, DUAN Yu (School of Pharmacy, Weifang Medical University, Shandong Weifang 261053, China)

达到“色黑如漆,味甘如饴”的标准。经过3批工艺验证试验证明,优化的熟地黄炮制工艺经济合理、稳定可行,适用于工业化炮制生产熟地黄。

### 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,2015:124-126.
- [2] 尚明月.地黄降压汤对肾性高血压大鼠血压及血浆血管紧张素Ⅱ、醛固酮影响的实验研究[D].长春:吉林大学,2007.
- [3] 刘静,刘梅,杨波,等.地黄提取物对高尿酸血症小鼠的影响[J].中国药物应用与监测,2015,12(6):347-350.
- [4] 张景岳.景岳全书[M].北京:人民卫生出版社,1991:1071.
- [5] 刘方,徐绍玲.地黄不同炮制品中梓醇含量比较[J].中国药房,2003,14(6):378-379.
- [6] 高涌.熟地黄炮制方法的研究[J].中医学报,2012,27(7):865-866.
- [7] 张志钦,王一硕,张振岭,等.专利设备炮制熟地黄的工艺研究及成品质量分析[J].时珍国医国药,2013,24(2):1461-1463.
- [8] 李卫先.用不同方法炮制的熟地黄还原糖含量的比较[J].中医药导报,2008,14(11):79-80.
- [9] 王小平,王进,陈建章.建昌帮与樟树帮、中国药典法炮制的熟地黄中还原糖含量比较[J].时珍国医国药,2010,21(1):90-91.
- [10] 胡志方,王小平,郭慧玲.江西建昌帮炮制地黄中辅料作用探索: I [J].中国实验方剂学杂志,2013,19(4):1-5.
- [11] 武双,崔秀明,郭从亮,等.不同蒸制法对三七主根中皂苷的影响[J].中草药,2015,46(22):3352-3356.
- [12] 刘峰,张恒,李静,等.地黄中梓醇的变化条件研究[J].中医药信息,2014,31(1):10-13.
- [13] 尚庆伟,贺清辉,张建军.地黄炮制过程中毛蕊花糖苷变化的研究[J].新中医,2014,46(5):209-211.
- [14] 黄洪新,徐道华,刘俊臣,等.地黄炮制前后5-羟甲基糠醛含量的研究[J].时珍国医国药,2012,23(4):938-939.
- [15] 张文萌,张石,付金楠,等. RP-HPLC 双波长法同时测定熟地黄中4种成分的含量[J].沈阳药科大学学报,2012,29(5):367-372.
- [16] 岳超,高杰,石上梅,等. HPLC 测定地黄炮制前后3种苷类物质的含量[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(4):71-74.
- [17] 李晓林,王敏,刘红彦,等.道地产区地黄不同品种间多糖量的比较[J].中草药,2008,39(8):1251-1253.
- [18] 秦梅颂,周丽丽,邹宇.正交试验法优选地黄多糖的提取工艺[J].安徽农学通报,2011,17(7):33-35.

<sup>Δ</sup> 基金项目:山东省自然科学基金资助项目(No.ZR2013HQ024)

\* 讲师,硕士。研究方向:天然药物化学。电话:0536-8462493。

E-mail: xiaolan\_wang@126.com

<sup>#</sup> 通信作者:副教授,博士。研究方向:天然药物化学。电话:0536-8462493。E-mail: yudian78@126.com

(收稿日期:2016-11-24 修回日期:2016-12-29)

(编辑:刘萍)