

多指标综合评价玉竹蜜蒸炮制工艺研究

王冬梅¹, 吕振江¹, 王永红², 刘丹¹

1. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100

2. 上海睿智化学研究有限公司, 上海 201203

摘要: 目的 优选玉竹蜜蒸炮制工艺。方法 兼顾多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水提物和水分各指标的量及抗氧化活性, 研究蜜润时间、料液比(炼蜜-玉竹)、蜜蒸时间、蜜蒸温度对各指标的影响, 采用多指标综合评分法, 利用正交试验优化玉竹的蜜蒸炮制条件。结果 在蜜润时间为2 h, 料液比(炼蜜-玉竹)为1:4, 蜜蒸时间1 h, 蜜蒸温度70 ℃条件下, 综合得分为84.07, 与未炮制玉竹相比, 多糖、皂苷、醇提物、水提物的量分别提高了32.02%、206.95%、55.60%、48.78%, 水分和黄酮的量稍有下降。结论 该方法有效提高了玉竹各指标的提取率, 提高了玉竹的利用价值。

关键词: 玉竹; 蜜蒸工艺; 多指标综合评分法; 抗氧化活性; 正交试验

中图分类号: R283.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2012)10-1934-05

Honey-steam processing technology of *Polygonatum odoratum* by multi-index comprehensive evaluation

WANG Dong-mei¹, LV Zhen-jiang¹, WANG Yong-hong², LIU Dan¹

1. College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China

2. Shanghai Chempartner Co., Ltd., Shanghai 201203, China

Abstract: Objective To optimize the honey-steam processing technology of *Polygonatum odoratum*. **Methods** The content and anti-oxidant activity of polysaccharides, saponins, flavonoids, ethanol extracts, water soluble substance, and water were taken into consideration. The effects of honey-moistening time, solid-liquid ratio, honey-steam time, and honey-steam temperature on each index were studied. The best extraction condition was optimized using the orthogonal test coupled with the multi-index comprehensive evaluation. **Results** The results showed that the comprehensive score was 84.07 under the optimal condition, 2 h for honey-moistening, honey-*P. odoratum* was 1:4, and honey-steam temperature was 70 ℃ for 1 h. The contents of polysaccharides, saponins, ethanol extract, and water soluble substance were raised by 32.02%, 206.95%, 55.60%, and 48.78%, respectively, compared with those of unprocessed *P. odoratum*. The contents of flavonoids and water decreased slightly. **Conclusion** This method could be used to raise the comprehensive score of all indexes and the utility value of *P. odoratum*.

Key words: *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce; honey-steam technology; multi-index comprehensive evaluation; anti-oxidant activity; orthogonal test

玉竹 *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce 为百合科黄精属多年生草本植物。玉竹含有多糖、皂苷、黄酮、挥发油等多种化学成分^[1]。其干燥根茎可入药, 性甘、微寒, 归肺、胃经, 具有养阴润肺、生津止渴等功能^[2]。药理实验研究表明, 玉竹提取物具有抑制肿瘤生长、提高机体的免疫功能、治疗和缓解糖尿病症状的作用, 同时具有扩张血管、抗急性心肌缺血、降血压、抗衰老、抗菌等作用^[3]。

玉竹为传统中药, 临床需炮制后方可入药。药

材经炮制后可以增强药效、扩大治疗范围、缓和药性、降低毒性起到解毒的作用, 同时可以提高苷元的溶解度, 促进吸收, 还可以防止药材有效成分的氧化, 从而提高药效, 保证药材的质量^[4-5]。

目前, 国内外对玉竹的研究主要集中在化学成分、药理作用、临床疗效等方面, 而对玉竹的炮制方法、炮制工艺及饮片的质量控制鲜有研究^[6-11]。虽然陈胜璜等^[12]研究表明, 在清蒸、蜜蒸、酒蒸、清炒、蜜炒等几种玉竹炮制方法中, 蜜蒸的效果最

收稿日期: 2012-03-07

基金项目: 陕西省科技攻关项目(2009K19-06); 国家林业公益性行业科研专项(200904004)

作者简介: 王冬梅, 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为天然产物化学和药用植物开发利用。E-mail: dmwli@163.com

网络出版时间: 2012-09-07 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20120907.1021.006.html>

佳, 但却未对玉竹蜜蒸工艺进行进一步的深入研究。本研究综合考虑多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水提物和水分各指标的量及其抗氧化活性, 采用多指标综合评分法, 利用正交试验优化玉竹的蜜蒸炮制工艺, 以期改善玉竹炮制品的质量, 提升玉竹在药用或保健等方面的价值提供理论依据。

1 仪器与材料

TU1810 型紫外可见分光光度计 (北京普析通用仪器有限责任公司); JA5003 型分析天平 (上海舜宇恒平科学仪器有限公司); R—GG17 型旋转蒸发仪 (上海申生科技有限公司); HHSY2—N18 型电热恒温水浴锅 (哈尔滨东联公司); SHB—III 型循环水式多用真空泵 (郑州长城科工贸有限公司); 101—1 型电热恒温鼓风干燥箱 (北京科伟永兴仪器有限公司)。

无水葡萄糖 (广东光华化学厂有限公司, 批号 20100508), 芦丁 (批号 080-9303)、薯蓣皂苷元 (批号 100001-200504) 中国药品生物制品检定所。苯酚、浓硫酸、高氯酸、甲醇、无水乙醇、亚硝酸钠、氢氧化钠、三氯化铝均为分析纯。

玉竹 *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce 根茎于 2010 年 9 月采自秦岭太白山厚畛子, 样品由西北农林科技大学林学院李登武教授鉴定为正品, 切成薄片, 自然干燥后备用。

2 方法与结果

2.1 多糖的测定^[13]

2.1.1 线性关系考察 精密称取 60 mg 无水葡萄糖, 用蒸馏水溶解定容至 100 mL, 精密吸取 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0 mL 上述溶液定容至 50 mL。分别吸取 2.0 mL 置试管中, 加入 5% 苯酚 1.0 mL、浓硫酸 7.0 mL, 摇匀, 静置 5 min, 沸水浴加热 15 min, 置冰水浴 5 min。另吸取 2.0 mL 蒸馏水重复上述操作, 做空白对照。在波长 490 nm 处测吸光度 (A) 值。以质量为横坐标 (X), A 值为纵坐标 (Y) 进行线性回归, 得回归方程 $Y=5.7333X+0.0324$, $r=0.9996$, 线性范围 0.024~0.120 mg。

2.1.2 样品中多糖的测定 称取样品 2.00 g, 加水 200 mL, 浸泡 12 h, 80 °C 浸提 1.5 h, 提取 1 次, 合并滤液, 浓缩至约 5 mL, 加无水乙醇至醇体积分数为 95%, 加入 1 mol/L NaOH 溶液调节 pH 值至 7, 静置 12 h, 滤过, 将滤渣于 60 °C 下鼓风烘干即得多糖精制品。取多糖精制品 25 mg, 加水溶解并定

容至 50 mL, 吸取 3 mL 加水定容至 50 mL, 得样品溶液。吸取样品溶液 2 mL, 按“2.1.1”项方法显色, 测定 A 值, 计算多糖的质量分数。

2.2 皂苷的测定^[14]

2.2.1 线性关系考察 精密称取 3.00 mg 薯蓣皂苷元, 用甲醇溶解并定容至 10 mL, 精密移取 0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 mL 上述溶液, 高氯酸定容至 10 mL, 漩涡混匀 1 min。置 70 °C 水浴中加热 15 min, 立即置于冰水浴中 5 min 以停止反应, 以高氯酸为空白对照, 在波长 408 nm 处测定 A 值。以质量为横坐标 (X), A 值为纵坐标 (Y) 进行线性回归, 得回归方程 $Y=3.5498X-0.077$, $r=0.9999$, 线性范围 0.06~0.24 mg。

2.2.2 样品中皂苷的测定 称取样品 5.00 g, 加 60 mL 石油醚脱脂 2 h, 加入 70% 乙醇 45 mL 浸泡 12 h, 80 °C 水浴中回流提取 2 次, 每次 1.5 h, 合并滤液, 浓缩至干。再用 50 mL 蒸馏水溶解, 用正丁醇萃取 3 次 (20、20、10 mL), 合并正丁醇部分, 浓缩至干即得皂苷粗品。用甲醇溶解粗品并定容至 50 mL, 取溶液 0.5 mL, 按“2.2.1”项方法操作, 测定 A 值, 根据回归方程计算粗提物中皂苷的质量分数。

2.3 黄酮的测定^[15]

2.3.1 线性关系考察 精密称取 4.0 mg 芦丁对照品, 用 60% 乙醇溶解, 定容至 100 mL 量瓶中, 即得对照品溶液。移取 1.0、2.0、4.0、6.0、8.0、10.0 mL 对照品溶液于 25 mL 量瓶中, 加入 0.50 mol/L NaNO₂ 溶液 1 mL, 5 min 后加 0.30 mol/L AlCl₃ 溶液 1 mL, 摇匀, 5 min 后加入 1 mol/L NaOH 溶液 5 mL, 60% 乙醇定容至刻度, 空白对照用 60% 乙醇代替对照品溶液, 在 525 nm 波长处测定 A 值。以质量为横坐标 (X), A 值为纵坐标 (Y) 进行线性回归, 得回归方程 $Y=0.5001X-0.0034$, $r=0.9993$, 线性范围 0.04~0.40 mg。

2.3.2 样品中黄酮的测定 称取样品 5.00 g, 加 70% 乙醇 60 mL, 浸泡 1 h, 在 80 °C 水浴中回流提取 2 次, 每次 2 h, 合并滤液, 定容至 250 mL。吸取溶液 5 mL, 按“2.3.1”项方法操作, 测定 A 值, 根据回归方程计算粗提物中黄酮的质量分数。

2.4 水分的测定

将蜜蒸玉竹冷却至室温, 称取样品 3 份, 均为 1.00 g, 60 °C 下鼓风烘干至恒定质量。计算失水量。

2.5 水提物的测定

称取蜜蒸玉竹样品 2.00 g 于锥形瓶中, 加水 50

mL, 静置 1 h, 80 °C 水浴浸提 1 h, 取滤液, 减压浓缩至干, 记录质量。计算水提物量。

2.6 醇提物的测定

称取样品 2.00 g 于锥形瓶中, 加 50 mL 无水乙醇, 静置 1 h, 80 °C 水浴回流 1 h, 取滤液, 减压浓缩至干, 记录质量。计算醇提物量。

2.7 权重系数的确定

采用归一化法解决指标间量纲不一致问题, 根据指标间的重要性差异给出指标的权重系数, 综合评分后进行统计分析^[16]。本研究综合考虑各指标的质量分数和抗氧化能力, 确定各指标的权重系数, 使得优选出的工艺条件更加合理。根据层次分析法原理, 以多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水提物和水分 6 个指标为评价标准, 以 6 类成分的抗氧化活性及其质量分数为基础, 反映玉竹蜜蒸工艺的总评价目标, 建立评价目标树, 确定权重系数^[17-19]分别为多糖 0.353 2、皂苷 0.042 6、黄酮 0.050 4、醇提物 0.251 0、水提物 0.163 2、水分 0.139 6。经一致性检验, 判别矩阵的一致性比例 $CR < 0.10$, 表明权重系数合理有效。

$$\text{初始权重系数 } (w_i') = (a_{i1}a_{i2}a_{i3}\cdots a_{in})^{1/m}$$

$$\text{归一化权重系数 } (w_i) = w_i' / (w_1' + w_2' + w_3' + \cdots + w_m')$$

a_{in} 为各指标成对比较判断优选矩阵的元素

2.8 单因素试验

选取影响蜜蒸工艺的几个主要参数: 蜜润时间、料液比 (炼蜜-玉竹)、蜜蒸时间、蜜蒸温度, 分别讨论各个参数对各指标的影响。

2.8.1 蜜润时间 称取 40 g 干燥玉竹各 5 份, 分别加 5 g 炼蜜, 搅拌混匀。室温下分别静置 1、2、3、4、5 h, 然后在 80 °C 下蒸 5 h 后测定各指标。结果表明 (表 1), 综合得分随蜜润时间的增加先增加后降低, 在蜜润时间为 2 h 时, 综合得分最高, 随后缓慢下降。综合得分对蜜润时间响应变化较小, 在正交试验中不再考虑该因素。

2.8.2 料液比 称取 36 g 干燥玉竹各 5 份, 分别加 18、9、6、4.5、3.6 g 炼蜜, 搅拌混匀。室温下静置 2 h, 然后在 80 °C 下蒸 5 h 后测定各指标。结果表明 (表 1), 在料液比为 1 : 6 时, 综合得分最高, 随后逐渐下降。

2.8.3 蜜蒸时间 称取 36 g 干燥玉竹各 5 份, 分别

表 1 单因素试验

Table 1 Single factor test

因素与水平	多糖 / %	皂苷 / %	黄酮 / %	醇提物 / %	水提物 / %	水分 / %	综合评分	
蜜润时间	1 h	28.22	0.277	0.106	9.50	69.88	6.60	92.14
	2 h	27.93	0.238	0.126	11.62	73.85	6.40	96.92
	3 h	22.35	0.294	0.093	11.97	74.58	6.90	91.33
	4 h	21.78	0.289	0.094	10.83	72.33	6.75	87.40
	5 h	24.06	0.246	0.095	10.58	72.73	6.80	89.34
料液比	1 : 2	21.52	0.315	0.120	5.75	59.43	6.40	72.04
	1 : 4	21.27	0.290	0.125	10.08	62.31	6.60	81.36
	1 : 6	28.08	0.310	0.165	12.45	64.28	6.70	96.66
	1 : 8	28.55	0.230	0.110	5.42	56.38	7.40	79.51
	1 : 10	28.77	0.190	0.080	5.20	57.33	8.10	79.32
蜜蒸时间	1 h	26.11	0.260	0.130	11.65	64.48	7.70	91.60
	2 h	28.47	0.250	0.140	11.25	65.69	7.75	94.22
	3 h	26.88	0.230	0.130	9.45	62.40	9.10	88.47
	4 h	17.38	0.230	0.130	8.58	62.47	11.05	77.14
	5 h	24.91	0.240	0.135	8.05	62.33	11.75	86.48
蜜蒸温度	60 °C	21.62	0.336	0.130	10.35	57.63	7.95	66.87
	70 °C	27.43	0.330	0.130	12.13	61.98	8.80	77.87
	80 °C	29.02	0.332	0.140	19.05	64.43	8.15	89.36
	90 °C	21.88	0.342	0.150	9.42	60.18	10.00	68.46
	100 °C	16.77	0.328	0.230	9.38	59.15	21.30	70.91

加6 g 炼蜜, 搅拌混匀。室温下静置2 h, 80 °C下分别蒸1、2、3、4、5 h后测定各指标。结果表明(表1), 综合得分呈现出先上升后下降再上升的趋势, 在蜜蒸时间为2 h时, 综合得分最高。

2.8.4 蜜蒸温度 称取36 g 干燥玉竹各5份, 分别加6 g 炼蜜, 搅拌混匀。室温下静置2 h, 分别在60、70、80、90、100 °C下蒸2 h后测定各指标。结果表明(表1), 随温度的增加, 综合得分先上升后下降, 在80 °C时有最大值。

2.9 工艺优化试验

根据正交试验设计原理, 利用单因素试验结果筛选的因素与水平, 选择对综合评分有较大影响的料液比(A)、蜜蒸时间(B)、蜜蒸温度(C)为考察因素, 进行 $L_9(3^4)$ 正交试验, 采用层次分析法进行多指标评价, 以各指标综合评分为考察指标, 进一步优选玉竹蜜蒸工艺^[20-21]。称取干燥玉竹9份, 均为36 g, 按正交试验设计进行试验, 试验设计与

结果见表2, 方差分析见表3。

$$V_i = v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \dots + v_{i6}$$

$$v_{ij} = 100 \times w_j \times m_{ij} / m_{j\max}$$

V_i 为第*i*次处理的综合评分, m_{ij} 为指标*j*在第*i*次处理中的量, $m_{j\max}$ 为指标*j*在所有处理中的最大值, w_j 为指标*j*的一化权重系数

直观分析结果表明, 以综合评分为评价指标, 在所选的因素水平范围内, 蜜蒸温度对玉竹各指标的提取效果影响最大, 料液比影响较小, 蜜蒸时间影响最小。方差分析结果表明, 蜜蒸温度对综合评分的影响均达到显著水平, 具有统计学意义($P < 0.05$), 料液比、蜜蒸时间影响不显著。选取最佳蜜蒸条件为 $A_1B_1C_1$, 即料液比为1:4, 蜜蒸时间1 h, 蜜蒸温度70 °C。各因素不同水平间多重比较结果显示(表4), 料液比、蜜蒸时间的3个水平之间差异不显著, 蜜蒸温度的前2个水平差异不显著, 因此从节约原料、降低成本、减少能耗等方面考虑,

表2 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 2 Result of $L_9(3^4)$ orthogonal test

试验号	A	B/h	C/°C	D(误差)	多糖 / %	皂苷 / %	黄酮 / %	醇提取物 / %	水提取物 / %	水分 / %	综合评分
1	1:4(1)	1(1)	70(1)	(1)	27.96	0.143	0.093	14.58	73.20	6.55	84.07
2	1:4(1)	2(2)	80(2)	(2)	26.56	0.150	0.097	12.73	67.55	9.20	82.22
3	1:4(1)	3(3)	90(3)	(3)	14.12	0.164	0.104	10.72	68.12	8.80	64.94
4	1:6(2)	1(1)	80(2)	(3)	27.13	0.325	0.098	11.67	65.45	10.50	83.67
5	1:6(2)	2(2)	90(3)	(1)	13.44	0.186	0.095	10.85	66.35	8.45	63.29
6	1:6(2)	3(3)	70(1)	(2)	26.77	0.281	0.086	11.53	63.28	9.75	81.77
7	1:8(3)	1(1)	90(3)	(2)	15.04	0.209	0.102	10.72	61.52	7.30	63.12
8	1:8(3)	2(2)	70(1)	(3)	25.21	0.200	0.095	9.30	62.18	8.65	74.80
9	1:8(3)	3(3)	80(2)	(1)	23.83	0.219	0.102	6.15	60.58	11.35	72.65
K_1	231.23	230.86	240.64	220.01							
K_2	228.73	220.31	238.54	227.11							
K_3	210.57	219.36	191.35	223.41							
R	20.66	11.50	49.29	7.10							

表3 方差分析

Table 3 Analysis of variance

变异来源	离均差平方和	自由度	F值	显著性
A	84.763	2	10.082	
B	27.162	2	3.231	
C	517.868	2	61.600	$P < 0.05$
D(误差)	8.407	2		

$$F_{0.05}(2, 2) = 19.00 \quad F_{0.01}(2, 2) = 99.00$$

本研究最终选取的蜜蒸条件科学合理。

2.10 验证试验

2.10.1 优选工艺与正交试验的比较 本研究最终选取的蜜蒸条件为 $A_1B_1C_1$, 与正交试验中第一组试验条件相符, 从综合评分结果可以看出, 该条件下的综合评分最高, 说明选取结果合理。

2.10.2 蜜蒸玉竹与未炮制玉竹的比较 玉竹有效成分提取、定量测定方法与蜜蒸玉竹有效成分提取、

表4 各因素不同水平间多重比较 (n=3)
Table 4 Multiple comparisons among factors at different levels (n=3)

因素	水平		
	1	2	3
A	76.65a	76.24a	70.19a
B	76.53a	73.44a	73.12a
C	79.79a	79.51a	63.78b

不同小写字母者表示同一因素不同水平间比较差异显著 (P<0.05)
Values with different lowercase letters mean significant difference at different levels of same factor (P<0.05)

表5 炮制前后玉竹中各成分的量及其变化趋势

Table 5 Ingredient content and its change trend in *P. odoratum* before and after processing

样品	水分 / %	水提物 / %	醇提物 / %	多糖 / %	黄酮 / %	皂苷 / %	综合评分
炮制后	6.55	73.20	19.58	27.96	0.092 8	0.142 9	84.07
未炮制	7.05	49.20	4.75	21.18	0.099 8	0.091 8	57.90
提高率	-7.09	48.78	206.95	32.02	-7.01	55.60	45.19

黄酮、醇提物、水提物和水分 6 个指标的量作为考察对象, 综合考虑其抗氧化能力, 采用层次分析法、多指标加权综合评分法优选了玉竹蜜蒸工艺, 符合降低能耗、节约原料的原则, 达到提高玉竹有效成分提取率的要求。

参考文献

[1] 竺平晖, 陈爱萍. GC-MS 法对湖南产玉竹挥发油成分的分析研究 [J]. 中草药, 2010, 41(8): 1264-1265.
[2] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
[3] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1977.
[4] 袁国卿. 张仲景中药炮制学术思想探析 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(6): 799-802.
[5] 熊鹏辉. 蜂蜜在中药炮制及制剂中的应用 [J]. 时珍国医国药, 2005, 16(1): 35-36.
[6] Qian Y, Liang J Y, Qu W, et al. Two new homoisoflavanones from *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce [J]. *Chin Chem Lett*, 2010, 21(6): 706-708.
[7] 王冬梅, 张京芳, 李登武. 秦岭地区玉竹根茎的高异黄酮化学成分 [J]. 林业科学, 2008, 44(9): 125-129.
[8] Kim J S, Kim J C, Lee S, et al. Biological activity of L-2-azetidincarboxylic acid isolated from *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, against several algae [J]. *Aquat Bot*, 2006, 85(1): 1-6.
[9] 王冬梅, 张京芳, 李登武. 秦岭地区玉竹根茎的脂溶性成分及其抑菌活性研究 [J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(5): 644-647.
[10] Lan G S, Chen H X, Wang Z S, et al. Extraction of

测定方法相同。定量测定结果说明, 采用优选工艺炮制后的玉竹综合评分提高了 45.19%, 多糖、醇提物、皂苷、水提物的量均上升, 其中醇提物上升比率最大为 206.95%, 水分和黄酮的量稍有下降(表 5)。

3 讨论

玉竹主要含有多糖以及少量皂苷和黄酮类化合物, 其水提物、醇提物等成分均具有抗氧化能力, 能够延缓衰老, 对免疫功能有一定的调节作用。以单一指标成分进行工艺优选与中药多组分、多靶点的作用特点有一定的距离。本研究以多糖、皂苷、

Polygonatum odoratum polysaccharides using response surface methodology and preparation of a compound beverage [J]. *Carbohydr Polym*, 2011, 86(3): 1175-1180.

[11] 彭秧锡, 陈启元, 钟世安, 等. 玉竹中总黄酮的提取工艺研究 [J]. 武汉理工大学学报, 2005, 27(12): 38-41.
[12] 陈胜璜, 蒋孟良, 周日宝. 不同炮制方法对玉竹质量的影响 [J]. 湖南中医药大学学报, 2007, 27(3): 18-19.
[13] 彭秧锡, 彭月明. 苯酚-硫酸分光光度法测定玉竹中多糖含量[J]. 化学分析计量, 2006, 15(5): 29-31.
[14] 王光忠, 刘伟伟, 葛如斌, 等. 分光光度法测定盾叶薯蓣总皂苷的含量 [J]. 湖北中医学院学报, 2008, 10(2): 44-45.
[15] 彭秧锡, 陈启元, 钟世安, 等. 分光光度法测定玉竹中黄酮类化合物的含量 [J]. 华西药学杂志, 2006, 21(6): 604-605.
[16] 任爱农, 卢爱玲, 田耀洲, 等. 层次分析法用于中药复方提取工艺的多指标权重研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4): 372-374.
[17] 阎欲晓, 石庆师. 玉竹多糖分离纯化及自由基清除能力研究 [J]. 食品工业科技, 2009, 30(2): 149-151.
[18] 徐大量, 林 辉, 李盛青, 等. 玉竹水提液体内抗氧化实验研究 [J]. 中药材, 2008, 31(5): 729-731.
[19] 张轩铭, 王冬梅, 王 瑾, 等. 不同产地玉竹黄酮提取物体外抗氧化活性研究 [J]. 西北植物学报, 2011, 31(3): 628-631.
[20] 罗 琳, 窦志华, 丁安伟, 等. 多指标正交试验优选复方五仁醇胶囊含药血清的制备方法 [J]. 中草药, 2009, 40(2): 238-241.
[21] 刘先琼, 徐腊英. 多指标综合加权评分研究乌梅炭炮制工艺 [J]. 中草药, 2009, 40(12): 1898-1900.