

## 多指标综合评价玉竹酒蒸炮制工艺

王冬梅<sup>1</sup>, 吕振江<sup>1</sup>, 王永红<sup>2</sup>, 张春孙<sup>1</sup>

(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:** 为了改善玉竹 *Polygonatum odoratum* 炮制品的质量, 提高玉竹在药用或保健食品等方面的应用价值, 在兼顾多糖、皂苷、总黄酮、醇溶物、水溶物和水分各指标的抗氧化活性和含量基础上, 采用多指标综合评分法、层次分析法和正交试验法优化了玉竹的酒蒸炮制条件。玉竹最佳酒蒸炮制工艺为: 酒润时间 2.0 h, 料液比 100:20 (玉竹:黄酒), 酒蒸温度 60 ℃, 酒蒸时间 1.0 h, 其中料液比对各指标综合得分影响最显著。该方法操作简单、经济, 有效提高了玉竹的利用率。图 1 表 6 参 31

**关键词:** 中草药学; 玉竹; 正交试验; 多指标; 酒蒸工艺

**中图分类号:** S567.2; R282.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2013)01-0100-07

## Applying grading methods of synthesizing multiple guidelines to optimizing alcohol-steam processing technology from *Polygonatum odoratum*

WANG Dongmei<sup>1</sup>, LÜ Zhenjiang<sup>1</sup>, WANG Yonghong<sup>2</sup>, ZHANG Chunsun<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Shanghai Chempartner Co., Ltd., Shanghai 201203, China)

**Abstract:** In order to improve the quality of processed products and application in the field of medicine or healthy food, we optimized the alcohol-steam processing technology of *Polygonatum odoratum*. On the basis of the content and antioxidant activity of the saponins, polysaccharose, total flavonoids, ethanol extracts and water extracts, the best extracted technology was generated using orthogonal test coupled with grading methods of synthesizing multiple guidelines. The results showed that the optimal technology was 2 h alcohol-moistening, 5 times the amount of solvent, 60 ℃ for 1 h, and the material-liquid ratio was the most significant influence factor. This method had effectively raised the utility value of *Polygonatum odoratum*. [Ch, 1 fig. 6 tab. 31 ref.]

**Key words:** Chinese herbal medicine; *Polygonatum odoratum*; orthogonal experiment; multi-index; alcohol-steam processing technology

玉竹 *Polygonatum odoratum* 为百合科 Liliaceae 黄精属 *Polygonatum* 多年生草本植物, 以干燥根茎入药<sup>[1-2]</sup>。玉竹是中国的传统中草药, 且可药食两用。该药性甘, 微寒, 能养阴润肺, 益胃生津, 用于燥热、伤阴、热伤胃阴之症<sup>[3-4]</sup>。药理研究表明, 玉竹能增强免疫力, 煎剂有扩张血管、抗急性心肌缺血、降压、抗衰老、抗菌作用, 注射液有降血脂、抗动脉粥样硬化、抗肿瘤等作用<sup>[5-6]</sup>。玉竹的药理作用与其多种活性成分有密切关系。糖类是玉竹的主要成分, 其次是黄酮类化合物和甾体皂苷<sup>[7-9]</sup>。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

收稿日期: 2011-12-31; 修回日期: 2012-04-09

基金项目: 陕西省科学技术攻关项目(2009K19-06); 国家林业公益性行业科研专项(200904004); 西北农林科技大学“青年学术骨干支持计划”资助项目(Z111020902)

作者简介: 王冬梅, 副教授, 博士, 从事天然产物化学和药用植物开发利用研究。E-mail: dmwli@163.com

及饮片的质量标准鲜有研究。玉竹为传统中药,临床需炮制后方可入药<sup>[10]</sup>。玉竹干条、干片(饮片)也是玉竹进入药材市场的主要方式<sup>[11]</sup>。《中华人民共和国药典》所颁布的玉竹炮制规范中仅涉及其除杂、水洗,润透,切厚片或段,干燥等工艺,而且对具体的工艺参数没有规范,另外,目前对玉竹生品加工的研究主要是关于药材干燥方法和去皮、切片等处理<sup>[12-14]</sup>。由于不同操作的人有不同的经验,所得产品很难一致,甚至存在误传误用,严重影响了中药的疗效。陈胜璜等<sup>[15]</sup>研究表明,玉竹的炮制方法主要有蒸法(清蒸、酒蒸、和蜜蒸)和炒法(清炒、蜜炒)2类,蒸法优于炒法,但却未说明具体的蒸制影响因素。作者在前期研究中已对玉竹蜜蒸炮制工艺进行了研究,确定了玉竹蜜蒸炮制的最优条件,但却没有对玉竹酒蒸工艺进行进一步的深入研究和比较,因此,为了进一步确定玉竹炮制的最佳方法和工艺条件,本研究以多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水溶物和水分等6个指标为评价标准,以6种成分的抗氧化活性和含量为基础,采用多指标综合评分法及正交试验优化了玉竹的酒蒸炮制工艺,以期改善玉竹炮制品的质量,提升玉竹在药用或保健食品等方面的应用价值提供基础理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、仪器与试剂

1.1.1 试验材料 玉竹根茎于2010年10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,切成薄片,自然干燥后备用。

1.1.2 仪器与试剂 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);SHB-II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);HHSY2-N18型电热恒温水浴锅(哈尔滨东联公司)。无水葡萄糖(广东光华化学厂有限公司,批号20100508),薯蓣皂苷元(中国药品生物制品检定所,批号111539-20000),芦丁(中国药品生物制品检定所,批号100080-200707),黄酒(乙醇体积分数为14.5%,总糖以葡萄糖计 $\leq 15.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ )。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。

### 1.2 方法

1.2.1 实验设计 玉竹酒蒸工艺中有4个关键因素:酒润时间、黄酒用量、蒸制时间和蒸制温度。每个因素根据实际生产选定5个水平进行单因素实验。根据单因素实验结果,再选定3个因素和3个水平进行正交实验(表1)。

表1 试验因素和水平

水平	因素			
	A 料液比(g:g)	B 酒蒸时间/h	C 酒蒸温度/°C	D 酒润时间/h
1	100:15	1	60	1
2	100:20	2	70	2
3	100:25	3	80	3
4	100:30	4	90	4
5	100:40	5	100	5

表2 指标权重

备选方案	权重
多糖	0.353 2
皂苷	0.042 6
黄酮	0.050 4
醇溶物	0.251 0
水溶物	0.163 2
水分	0.139 6

1.2.2 样品的炮制 称取玉竹药材60.00 g,置于适宜容器内,依据表1设计的炮制条件进行炮制。先用定量的黄酒(A)拌匀,闷润(D)至黄酒被吸尽后,再按蒸制时间(B)和蒸制温度(C)进行炮制。60 °C干燥4 d后,测定炮制品中各指标(表2)。

1.2.3 多糖测定<sup>[16-17]</sup> ①标准曲线的制备。精密称取无水葡萄糖标准品60.0 mg,用蒸馏水溶解定容至100.0 mL。分别精密吸取1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 mL上述标准液并定容至50.0 mL。分别吸取2.0 mL上述溶液置试管中,加入1.0 mL体积分数为5%苯酚,7.0 mL浓硫酸,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。以质量(mg)为横坐标,吸光度(A)为纵坐标绘制标准曲线,得回归方程  $y=5.733\ 33x+0.032\ 4$  ( $r=0.999\ 6$ ,线性范围 0.024~0.120 mg)。②样品中多糖测定。称取玉竹样品 2.00 g,加水 200.0 mL,浸泡 12.0 h,80 ℃回流 1.5 h,提取 1 次,合并滤液,浓缩至 5.0 mL,加无水乙醇至醇体积分数为 95%,加入 1.0 mol·L<sup>-1</sup> 氢氧化钠,调节酸碱度至 pH 7,静置 12.0 h,过滤,将滤渣于 60 ℃下鼓风烘干即得多糖精制品。取多糖精制品 25.0 mg,加水溶解并定容至 50.0 mL,吸取 3.0 mL 加水定容至 50.0 mL,得样品溶液。吸取样品溶液 2.0 mL,按标准曲线制备的方法操作,显色,测定,计算多糖。

1.2.4 皂苷测定<sup>[18]</sup> ①标准曲线的制备。精密称取 3.0 mg 薯蓣皂苷元,用甲醇溶解并定容至 10.0 mL,精密移取 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 mL 上述溶液,用高氯酸定容至 10.0 mL,旋涡混匀 1 min 后置 70 ℃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 处测定吸光度。以质量(mg)为横坐标,吸光度为纵坐标绘制标准曲线,得回归方程  $y=3.549\ 8x+0.077\ 0$  ( $r=0.999\ 9$ ,线性范围 0.060~0.240 mg)。②样品中皂苷测定。称取玉竹样品 5.00 g,加 60.0 mL 石油醚脱脂 2.0 h,加入 45.0 mL 体积分数为 70%乙醇浸泡 12.0 h,80 ℃水浴中回流提取 2 次,1.5 h·次<sup>-1</sup>,合并滤液,浓缩至干。50.0 mL 蒸馏水溶解,用正丁醇萃取 3 次,合并萃取液,浓缩至干即得皂苷粗品。用甲醇溶解皂苷粗品并定容至 50.0 mL,取溶液 0.5 mL,按标准曲线制备的方法操作,测吸光度,根据回归方程计算样品中皂苷。

1.2.5 黄酮测定<sup>[19]</sup> ①标准曲线的制备。精密称取 4.00 mg 芦丁对照品,用体积分数为 60%乙醇溶解并定容至 100.0 mL 容量瓶中,即得对照品溶液。分别移取 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0 mL 对照品溶液于 25.0 mL 容量瓶中,加入 1.0 mL 0.50 mol·L<sup>-1</sup> 亚硝酸钠(NaNO<sub>2</sub>),静置 5 min 后加 1.0 mL 0.30 mol·L<sup>-1</sup> 氯化铝(AlCl<sub>3</sub>)溶液,摇匀,5 min 后加入 5.0 mL 1.0 mol·L<sup>-1</sup> 氢氧化钠溶液,用体积分数为 60%乙醇定容至刻度,空白对照用体积分数为 60%乙醇代替对照品溶液,在 525 nm 波长处测吸光度。以质量(mg)为横坐标,吸光度为纵坐标绘制标准曲线,得回归方程  $y=0.500\ 01x-0.003\ 4$  ( $r=0.999\ 3$ ,线性范围 0.040~0.400 mg)。②样品中黄酮含量的测定。称取玉竹样品 5.00 g,加 60.0 mL 体积分数为 70%的乙醇,浸泡 1.0 h,在 80 ℃水浴中回流提取 2 次,2.0 h·次<sup>-1</sup>,合并滤液,定容至 250.0 mL。吸取溶液 5.0 mL,按标准曲线制备的方法操作,测吸光度,根据回归方程计算样品中黄酮。

1.2.6 水分测定 将各酒蒸玉竹样品冷却至室温后,精密称取 1.00 g,60 ℃下烘干至恒质量后,计算水分含量。

1.2.7 水溶物测定 称取酒蒸玉竹样品 2.00 g 于锥形瓶中,加水 50.0 mL,静置 1.0 h 后,80 ℃水浴回流 1.0 h,过滤,滤液减压浓缩至干,称量,计算水溶物。

1.2.8 醇溶物测定度 称取酒蒸玉竹样品 2.00 g 于锥形瓶中,加 50.0 mL 无水乙醇,静置 1.0 h 后,80 ℃水浴回流 1.0 h,过滤,滤液减压浓缩至干,称量,计算醇溶物。

1.2.9 层次分析法<sup>[20-21]</sup> ①层次分析法的基本思路。通过将复杂问题分解为若干层次或若干要素,并在同一层次各要素之间简单地进行比较、判断和计算,即可以得出不同方案的重要度,从而为选择最佳方案提供决策依据。②权重系数的确定。根据层次分析法原理,以多糖、皂苷、黄酮、醇溶物、水溶物和水分 6 个指标为评价标准,以 6 种成分的抗氧化活性和含量为基础<sup>[22-24]</sup>,反应玉竹酒蒸工艺的总评价目标,建立评价目标树,确定权重系数(表 2)。经一致性检验,判别矩阵的一致性比例 < 0.10,表明权重系数合理有效。

权重系数计算公式:

$$\text{初始权重系数 } w_i' = \sqrt[m]{a_{i1} a_{i2} a_{i3} \cdots a_{im}};$$

$$\text{归一化权重系数 } w_i = \frac{w_i'}{\sum_{i=1}^m w_i'}。$$

1.2.10 单因素试验<sup>[25]</sup> 选取影响酒蒸工艺的几个主要参数,酒润时间、料液比、酒蒸时间、酒蒸温度,分别讨论各参数对各指标的影响。试验因素和水平见表 1。

1.2.11 工艺优化试验 根据正交试验设计原理,在单因素试验结果的基础上,选取料液比(A)、酒蒸时间(B)、酒蒸温度(C)3 个因素,每个因素设置 3 个水平(表 1)。以多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水溶物

和水分 6 个指标为考察对象，进行  $L_9(3^4)$  正交试验，利用层次分析法进行多指标评价一步优选玉竹酒蒸工艺。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验结果

从表 3 及图 1 可以看出：4 个因素对各指标的综合得分均在第 2 水平达到最大值。即综合得分在酒润时间为 2.0 h，料液比为 100 : 20、温度为 70 °C 及蒸煮时间为 2.0 h 时分别达到最高。图 1 还显示：酒润时间各水平的综合得分变化较平缓，说明该因素对各指标的影响较小。所以在正交试验设计中不再考虑该因素。

### 2.2 工艺优选试验

根据正交试验设计原理，在单因素试验结果的基础上，选取料液比(A)，酒蒸时间(B)，酒蒸温度(C)3 个因素，每个因素设置 3 个水平(表 1)。以多糖、皂苷、黄酮、醇提物、水溶物和水分 6 个指标为考察对象，进行  $L_9(3^4)$  正交试验，利用层次分析法进行多指标评价一步优选玉竹酒蒸工艺<sup>[26-27]</sup>。

直观分析结果(表 4)表明：以综合评分为评价标准，在所选的因素水平范围内，料液比对玉竹各指标的提取效果影响最大，酒蒸时间影响较小，酒蒸温度影响最小。方差分析结果(表 5)表明：料液比对

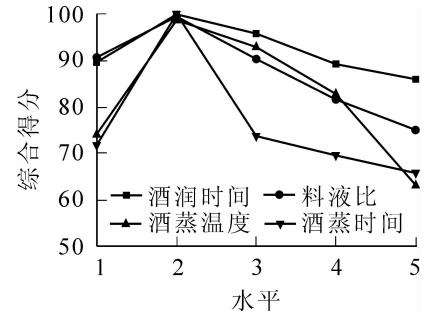


图 1 单因素试验结果

Figure 1 Result of single factor experiment

表 3 单因素试验结果

Table 3 Result of single factor experiment

因素	水平	多糖/(g·kg <sup>-1</sup> )	皂苷/(g·kg <sup>-1</sup> )	黄酮/(g·kg <sup>-1</sup> )	醇溶物/(g·kg <sup>-1</sup> )	水提物/(g·kg <sup>-1</sup> )	水分/%	综合得分
酒润时间/h	1	119.90	2.85	0.91	34.60	674.60	21.99	79.62
	2	141.00	3.05	1.14	53.60	745.20	28.87	99.97
	3	95.70	2.85	1.04	46.90	705.70	24.53	81.80
	4	86.20	2.75	0.97	45.40	684.60	23.38	77.25
	5	70.60	2.70	0.89	42.80	688.40	21.65	70.96
料液比	100 : 15	104.90	2.32	1.40	58.10	695.70	23.89	90.68
	100 : 20	103.40	2.38	1.56	65.50	732.40	37.44	99.49
	100 : 25	94.80	2.35	1.35	61.70	669.40	30.16	90.32
	100 : 30	77.90	2.28	1.13	60.60	656.00	26.22	81.59
	100 : 40	70.00	2.11	0.87	58.30	649.30	21.55	75.00
酒蒸温度/°C	60	104.60	4.50	2.77	18.10	657.20	55.56	74.11
	70	138.20	5.00	3.20	35.10	782.90	57.26	98.69
	80	143.80	3.90	2.20	31.40	672.60	58.99	92.91
	90	126.40	3.70	1.75	26.90	655.60	53.20	82.80
	100	67.30	3.60	1.46	21.20	640.20	52.23	63.10
酒蒸时间/h	1	103.60	2.36	1.78	20.80	688.80	37.01	71.74
	2	179.40	3.33	2.02	30.80	702.00	48.68	100.00
	3	115.20	3.28	1.96	19.40	683.70	34.61	73.70
	4	103.10	3.20	1.95	18.80	671.30	31.74	69.59
	5	99.00	3.10	1.85	17.60	628.70	29.56	65.79

表4  $L_9(3^4)$ 正交试验结果Table 4 Results of  $L_9(3^4)$  orthogonal test

编号	因素与水平				多糖/ (g·kg <sup>-1</sup> )	皂苷/ (g·kg <sup>-1</sup> )	黄酮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	醇溶物/ (g·kg <sup>-1</sup> )	水溶物/ (g·kg <sup>-1</sup> )	水分/%	综合评分
	A	B	C	D							
1	1	1	1	1	94.60	2.74	0.82	15.70	654.50	18.91	68.61
2	1	2	2	2	111.30	2.87	0.94	19.00	649.80	21.77	77.64
3	1	3	3	3	111.50	2.61	1.00	20.90	626.90	24.82	80.58
4	2	1	2	3	137.40	2.76	1.30	20.20	687.20	20.35	85.98
5	2	2	3	1	132.70	3.23	1.08	22.40	629.40	27.24	89.02
6	2	3	1	2	167.60	2.87	1.02	22.80	654.70	25.90	96.09
7	3	1	3	2	130.40	2.97	1.01	22.50	647.90	26.85	88.28
8	3	2	1	3	140.10	3.19	1.27	21.70	660.60	27.36	91.31
9	3	3	2	1	155.00	3.21	1.16	21.00	656.00	29.47	94.16
$k_1$	75.61	80.96	85.34	83.93							
$k_2$	90.36	85.99	85.93	87.34							
$k_3$	91.25	90.28	85.96	85.96							
R	15.64	9.32	0.62	3.41							

说明: 各指标综合得分  $v_i = \sum_{j=1}^6 v_{ij}$ ;  $v_{ij} = \frac{m_{ij}}{m_{j\max}} \times 100 \times w_j$ 。其中  $V_i$  为第  $i$  处理的综合得分;  $m_{ij}$  为  $j$  指标在  $i$  次处理中的含量;  $m_{j\max}$  为  $j$  指标在所有处理中的最大值;  $w_j$  为  $j$  指标的归一化权重系数。

综合评分的影响均达到显著水平, 具有统计学意义 ( $P=0.037$ ), 酒蒸温度、酒蒸时间影响不显著。选取最佳酒蒸条件为  $A_2B_3C_1$ ; 即料液比为 100:20, 酒蒸温度为 60 °C, 酒蒸时间为 3.0 h。

各因素不同水平间多重比较结果显示(表 6), 料液比的后 2 个水平差异不显著, 酒蒸温度、酒蒸时间的 3 个水平之间差异不显著, 因此, 从节约原料, 经济价值, 减少能耗等方面考虑, 本研究最终选取的酒蒸条件为  $A_2B_1C_1$ ; 即料液比为 100:20, 酒蒸温度为 60 °C, 酒蒸时间为 1.0 h。

表5 正交试验方差分析

Table 5 Variance analysis of orthogonal test

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
料液比	462.951	2	231.476	26.218	0.037
酒蒸时间	130.587	2	65.293	7.396	0.119
酒蒸温度	0.730	2	0.365	0.041	0.960
误差	17.658	2	8.829		

说明:  $F(2, 2)=19.00$ 。

表6 各因素不同水平间多重比较

Table 6 Multiple comparison among levels

水平	因素		
	A	B	C
1	75.61 a	80.96 a	85.34 a
2	90.36 b	85.99 a	85.93 a
3	91.25 b	90.28 a	85.96 a

说明: 显著水平为  $\alpha=0.05$ ; 表中差异表示同一因素不同水平的比较。

### 3 结论

本实验结果表明: 酒润时间对玉竹各指标综合得分的影响最小, 料液比、酒蒸时间、酒蒸温度 3 个因素对各指标综合得分影响较大, 且均在第二水平综合得分最高。正交试验分析结果表明: 料液比对各指标综合得分影响最显著, 酒蒸时间、酒蒸温度两因素均不显著。综合直观分析、方差分析、多重比较、生产成本及周期, 本研究最终选取的酒蒸条件为  $A_2B_1C_1$ , 即料液比为 100:20, 酒蒸温度 60 °C, 酒蒸时间 1.0 h。

中药炮制和制药、临床应用关系密切, 大部分药材需经过炮制才能用于临床和制剂的生产。药物在炮制过程中, 往往需要加入一些辅料与药物一起共制, 目的在于消除有害物质, 发挥有利作用。如酒、醋、盐、姜、蜂蜜等, 经过添加不同的辅料炮制后起的作用各异。如酒蒸黄精可免去生用刺激咽喉的

毒副作用<sup>[28-29]</sup>;酒蒸黄芩可阻止黄芩素酶解,利于保存药效等<sup>[30]</sup>;酒蒸后的山萸肉补肝肾作用增强,常用于眩晕耳鸣、腰膝酸软等症<sup>[31]</sup>。由于玉竹炮制前、后与药效相关的关键化学成分尚未完全明确,因此,有关玉竹酒蒸后具体的药效变化及炮制机制还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社, 2010: 78-79.
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典[S]. 上海:上海人民出版社, 1977: 1156.
- [3] 许金波, 陈正王. 玉竹多糖抗肿瘤作用及其对免疫功能影响的实验研究[J]. 深圳中西医结合杂志, 1996, 6(1): 13-15.  
XU Jinbo, CHEN Zhengwang. Study of the polygonatum polysaccharide for the anti-tumor effected and the immune function impacted [J]. *Shenzhen J Int Trad Chin Western Med*, 1996, 6(1): 13-15.
- [4] 李尘远, 刘艳华, 李淑华, 等. 玉竹提取物 B 对人结肠癌 CL-187 细胞的抑制作用[J]. 锦州医学院学报, 2003, 24(1): 40-42.  
LI Chenyuan, LIU Yanhua, LI Shuhua, et al. A poptosis in human colon cancer CL-187 cells induced by the extract B of *Polygonatum odoratum* [J]. *J Jinzhou Med Coll*, 2003, 24(1): 40-42.
- [5] 潘兴瑜, 张明策, 李宏伟. 玉竹提取物 B 对肿瘤的抑制作用[J]. 中国免疫学杂志, 2000, 16(7): 376-377.  
PAN Xingyu, ZHANG Mingce, LI Hongwei. Inhibitory action of EB-PAOA on tumor [J]. *Chin J Immunol*, 2000, 16(7): 376-377.
- [6] 李尘远, 刘玲, 潘兴瑜. 玉竹提取物 B 对 HeLa 细胞的抑制作用[J]. 锦州医学院学报, 2003, 24(5): 1-3.  
LI Chenyuan, LIU Ling, PAN Xingyu. The inhibition effect of the extract B of *Polygonatum odoratum* on HeLa cells [J]. *J Jinzhou Med Coll*, 2003, 24(5): 1-3.
- [7] 胡思玉. 玉竹保健饮料的研制[J]. 食品与机械, 1984(4): 24.  
HU Siyu. Research for *Polygonatum odoratum* aureus drink [J]. *Food & Mach*, 1984(4): 24.
- [8] WANG Dongmei, LI Dengwu, ZHU Wei, et al. A new C-methylated homoisoflavanone and triterpenoid from the rhizomes of *Polygonatum odoratum* [J]. *Nat Prod Res*, 2009, 23(6): 580-589.
- [9] WANG Dongmei, LI Dengwu, ZHU Wei, et al. Steroidal saponins from the rhizomes of *Polygonatum odoratum* [J]. *Nat Prod Res*, 2009, 23(10): 940-947.
- [10] 肖永庆, 张村, 李丽. 中药炮制研究回顾与展望[J]. 世界科学技术: 中药现代化, 2009, 11(4): 536-540.  
XIAO Yongqing, ZHANG Cun, LI Li. The review and prospect of processing Chinese materia medica [J]. *World Sci Technol Mod Trad Chin Med Mat Med*, 2009, 11(4): 536-540.
- [11] 彭秧锡, 刘士军, 郭军, 等. 玉竹的研究开发现状与展望[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(6): 120-122.  
PENG Yangxi, LIU Shijun, GUO Jun, et al. Present situation and perspective of *Polygonatum odoratum* product research and development [J]. *Food Res Dev*, 2005, 26(6): 120-122.
- [12] 张永清, 徐凌川, 王丽萍, 等. 玉竹产地直接切片晒干的可行性研究[J]. 中药材, 1996, 19(12): 620.  
ZHANG Yongqing, XU Lingchuan, WANG Liping, et al. The feasibility study of the direct slicing dried for the place of *Polygonatum production* [J]. *J Chin Med Mat*, 1996, 19(12): 620.
- [13] 张永清, 李岩坤, 蓝翠兰, 等. 玉竹去皮晒干与直接晒干的质量对比[J]. 山东中医学院学报, 1996, 20(6): 407.  
ZHANG Yongqing, LI Yankun, LAN Cuilan, et al. quality comparison between the peeled dried and directly dried of *Polygonatum* [J]. *J Shandong Coll Trad Chin Med*, 1996, 20(6): 407.
- [14] 张永清, 丁少纯. 干燥方法对玉竹药材质量的影响[J]. 基层中药杂志, 1998, 12(4): 14-16.  
ZHANG Yongqing, DING Shaochun. The impact for the quality of *Polygonatum* with different drying methods [J]. *J Primary Trad Chin Med*, 1998, 12(4): 14-16.
- [15] 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.  
CHEN Shenghuang, JIANG Mengliang, ZHOU Ribao. Different processing methods on the quality of *Polygonatum* [J]. *J Trad Chin Med Univ Hunan*, 2007, 27(3): 18-19.
- [16] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:化学工业出版社, 2005: 附录 II D.
- [17] 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.

- PENG Yangxi, PENG Yueming. Determination of polyoses in *Polygonatum* by phenol-sulfuric acid visible spectrophotometer [J]. *Chem Anal Met*, 2006, **15** (5): 29 – 31.
- [18] 王光忠, 刘伟伟. 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.  
WANG Guangzhong, LIU Weiwei. Determination of total saponins in *Dioscorea zingiberensis* C. H. wright by colorimetric analysis [J]. *J Hubei Univ Chin Med*, 2008, **10** (2): 44 – 45.
- [19] 彭秧锡, 陈启元. 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.  
PENG Yangxi, CHEN Qiyuan. Determination of flavonoids in *Polygonatum odoratum* by spectrophotometry [J]. *West China J Pharm Sci*, 2006, **21** (6): 604 – 605.
- [20] 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.  
REN Ainong, LU Ailing, TIAN Yaozhou, *et al.* AHP application to study of weighted coefficient on multicriteria optimization of extraction technology about Chinese traditional compound drugs [J]. *China J Chin Mat Med*, 2008, **33** (4): 372 – 374.
- [21] 王晖, 陈丽, 陈昱, 等. 多指标综合评价方法及权重系数的选择 [J]. 广东药学院学报, 2007, **23** (5): 583 – 589.  
WANG Hui, CHEN Li, CHEN Ken, *et al.* The choice of multi-index comprehensive evaluation method and weight coefficient [J]. *J Guangdong Coll Pharm*, 2007, **23** (5): 583 – 589.
- [22] 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.  
YAN Yuxiao, SHI Qingshi. Study on separation, purification and scavenging free radical of polysaccharide in *Polygonatum odoratum* [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2009, **30** (2): 149 – 151.
- [23] 徐大量, 林辉, 李盛青, 等. 玉竹水提液体内外抗氧化的实验研究[J]. 中药材, 2008, **31** (5): 729 – 781.  
XU Daliang, LIN Hui, LI Shengqing, *et al.* Study on in vitro and in vivo antioxidant activity of the aqueous extract from *Polygonatum odoratum* [J]. *J Chin Med Mat*, 2008, **31** (5): 729 – 781.
- [24] 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.  
ZHANG Xuanming, WANG Dongmei, WANG Jin, *et al.* In vitro antioxidative activities of *Polygonatum odoratum* flavonoids extracts from different regions in China [J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*, 2011, **31** (3): 628 – 631.
- [25] 冉懋雄, 郭建民. 现代中药炮制手册[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2002: 286 – 288.
- [26] 张彤, 徐莲英, 陶建生, 等. 多指标综合评分法优选葛根提取工艺[J]. 中草药, 2004, **35** (1): 38 – 40.  
ZHANG Tong, XU Lianying, TAO Jiansheng, *et al.* Applying grading methods of synthesizing multiple guidelines to optimizing extract technology for *Radix puerariae* [J]. *Chin Trad Herbal Drug*, 2004, **35** (1): 38 – 40.
- [27] 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.  
LIU Xianqiong, XU Laying. Processing technology for *Prunus mume* carbon by comprehensive weighted of multi-index [J]. *Chin Trad Herbal Drug*, 2009, **40** (12): 1898 – 1900.
- [28] 张洁, 杨云, 马百平. 中药黄精炮制的历史沿革及现代研究[J]. 河南中医学院学报, 2005, **20** (3): 28 – 29, 31.  
ZHANG Jie, YANG Yun, MA Baiping. The research development of processing chinese herb-rhizoma polygonti [J]. *J Henan Univ Chin Med*, 2005, **20** (3): 28 – 29, 31.
- [29] 庞玉新, 赵致, 冼富荣. 黄精的炮制研究[J]. 时珍国医国药, 2006, **17** (6): 921.  
PANG Yuxin, ZHAO Zhi, XIAN Furong. The study of processing on *Polygonatum sibiricum* [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, 2006, **17** (6): 921.
- [30] 温华珍, 肖盛元, 王义明, 等. 黄芩化学成分及炮制学研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2004, **16** (6): 575 – 580.  
WEN Huazhen, XIAO Shengyuan, WANG Yiming, *et al.* General situation of chemical constitutions and drug-processing of *Scutellaria baicalensis* Georgi [J]. *Nat Prod Resd Dev*, 2004, **16** (6): 575 – 580.
- [31] 刘波, 江崇湖, 朱冬梅. 酒蒸山萸肉炮制工艺的研究[J]. 山东中医杂志, 2007, **26** (9): 634 – 635.  
LIU Bo, JIANG Chonghu, ZHU Dongmei. Study on the processing technology of wine fried common macrocarpum fruit [J]. *Shandong J Trad Chin Med*, 2007, **26** (9): 634 – 635.