不同种植区九寨刀党综合质量比较研究

邹元锋，陈兴福*，杨文钰，刘　莎，姚入宇
四川农业大学农学院，四川 温江　611130

摘　要：目的　综合比较不同种植区九寨刀党质量，为九寨刀党种植区域规划提供依据。**方法**　采用 SPSS17.0 分析软件对来源于九寨沟县不同种植区的 38 份九寨刀党样品的主要性状及化学成分进行主成分分析及聚类分析。**结果**　筛选出特征根累计贡献率达到 85.604%的 5 个主成分；以主成分分析确定的主成分值为指标，采用组内连接聚类法对不同种植区九寨刀党质量指标进行聚类分析，将 38 份样品划分为 4 类。**结论**　通过主成分聚类分析对不同种植区九寨刀党质量进行综合评价，此方法具有较强的可行性。九寨沟县不同种植区九寨刀党质量差异较大，需要加快规范化栽培技术的研究与应用。

关键词：九寨刀党；种植区；主成分分析；聚类分析；区域规划
中图分类号：R282.2　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**0253 - 2670(2011)08 - 1600 - 05

Comprehensive quality evaluation of *Codonopsis Radix* from different planting areas in Jiuzhaigou County

ZOU Yuan-feng, CHEN Xing-fu, YANG Wen-yu, LIU Sha, YAO Ru-yu
College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, China

Abstract: Objective　To comprehensively compare the qualities of *Codonopsis Radix* from the different planting areas for regionalizing the planting areas. **Methods**　The main traits and chemical compositions of 38 samples of *Codonopsis Radix* from the different planting areas in Jiuzhaigou County were comprehensively compared by SPSS 17.0 software using principal component and cluster analysis. **Results**　Five principal components whose accumulated variance contribution rate was over 85.604% were obtained. Based on these principal components, 38 samples of *Codonopsis Radix* from the different planting areas in Jiuzhaigou County were clustered into four groups by within-groups linkage cluster methods. **Conclusion**　Principal component and cluster analysis are reliable to comprehensively evaluate the quality of *Codonopsis Radix*. Significant differences among these samples from the different planting areas in Jiuzhaigou County are obvious. The standardization of cultivation techniques and application should be speeded up.
Key words: *Codonopsis Radix* in Jiuzhaigou County; planting areas; principal component analysis; cluster analysis; regionalizing the planting areas

党参是我国常用大宗药材之一，2010 年版《中国药典》收载的党参为桔梗科党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.、素花党参 *C. pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L. T. Shen 或川党参 *C. tangshen* Oliv.的干燥根。具有补中益气、健脾益肺之功效[1-2]。

九寨沟县旧称南坪县，是党参的传统栽培区之一。九寨沟刀口坝所产党参的来源为桔梗科植物素花党参，当地俗称刀党，商品上也称西党、南坪党、晶党，大部分供出口。九寨刀党粗大、条直、纹细、化渣、味甜，为国家地理标志保护产品。而目前对九寨沟县的党参质量研究的较少，缺少系统的质量评价研究，影响了九寨刀党的开发利用。全面系统地评价九寨刀党质量，对建立九寨刀党质量标准和开发这一优质药材资源都有重要意义。

本研究在生产现状调查的基础上[3]，采集九寨刀党的主要种植区的 38 份样品，通过对鲜质量、干质量、直径、长度及内在质量等指标的测定，通过主成分分析、聚类分析等数学方法，对九寨沟县不同种植区九寨刀党的质量作了综合比较，为九寨刀

收稿日期：2011-02-13
基金项目：四川省科技富民强县专项行动计划项目
作者简介：邹元锋（1986—），男，四川安岳人，在读硕士研究生，研究方向为川产道地及特色药材生理活性与栽培。E-mail: fengzshang@163.com

党质量标准研究及种植区域规划提供理论依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

Agilent 1100 高效液相色谱仪（Agilent G1311 四元液相泵，Agilent G1314A 可变波长检测器），TU—1901 双光束紫外分光光度计（北京普析通用仪器有限公司）。KQ—400KDZ 数控超声波清洗器（昆山超声仪器有限公司），MILLI—Q 型超纯水系统（美国 Millipore 公司）。甲醇为分析纯，乙腈为色谱纯（Fisher 公司），党参炔苷对照品（上海博蕴生物科技有限公司，批号 A0002，质量分数≥98%），苍术内酯Ⅲ对照品（上海融禾医药科技发展有限公司，批号 090317，质量分数≥98%）。

1.2 供试样品

2009 年 10 月根据九寨刀党种植面积、种植历史等情况，确定采样区域及采样点数量。每个采样点分别采集多个种植点的 4 年生栽培品，混合后按药材取样法分别取样品 1.0 kg。九寨刀党样品经四川农业大学陈兴福教授鉴定为素花党参 *Codonopsis pilosula* Nannf. var. *modesta*（Nannf.）L. T. Shen 的根，各样品来源见表 1。

表 1 样品来源

Table 1 Sources of samples

编号	来源	编号	来源
1	安乐乡甲勿村柳坪里	20	永和乡联合村
2	安乐乡甲勿村曹家梁	21	永和乡斜坡村
3	安乐乡甲勿村草坡	22	永和乡草坡村
4	罗依乡麻岩	23	郭元乡沟里村华林里
5	罗依乡牛圈坑	24	郭元乡沟里村大草坡
6	罗依乡香子岩	25	郭元乡沟里村王家岭
7	罗依乡东明岩	26	郭元乡沟里村阳山里
8	永丰乡双龙村大坑	27	郭元乡沟里村小草坡
9	永丰乡中寨村 1	28	郭元乡水田村保荣垠
10	永丰乡中寨村 2	29	郭元乡水田村保盖盖
11	永丰乡中寨村 3	30	郭元乡水田村保果
12	永丰乡上寨村 1	31	郭元乡水田村伞得勒
13	永丰乡上寨村 2	32	郭元乡水田村
14	白河乡太平村 1	33	永丰乡双龙村小水沟
15	白河乡太平村 2	34	永丰乡双龙村洞子沟
16	白河乡太平村 3	35	永丰乡双龙村反山
17	永和乡城沟村 1	36	永丰乡双龙村大水沟
18	永和乡城沟村 2	37	永丰乡双龙村小水沟 2
19	永和乡联合村大湾	38	永丰乡双龙村尹家口

2 方法

2.1 九寨刀党外观性状的比较

将采集的样品洗净，晾干外表水分，随机选择 10 株，测定鲜质量，并编号。测定后，置 60 ℃恒温箱中烘干，烘干过程保持自然形状，以免扭曲影响长度测定。样品干燥后，采用游标卡尺测定直径、直尺测定长度、电子天平测定干质量。

2.2 浸出物的测定

参照《中国药典》2010 年版附录 XA 热浸法测定各样品醇溶性浸出物量[1]。

2.3 多糖、总皂苷、氨基酸量的测定

参考董立莎等[4]苯酚-浓硫酸法测定党参多糖量，参考邹静恂等[5]香草醛-冰醋酸-浓硫酸法测定党参总皂苷量。采用盐酸水解法，日立 L—8800 全自动氨基酸分析仪测定氨基酸量[6]。

2.4 党参炔苷、苍术内脂Ⅲ的测定

采用高效液相色谱法测定。样品制备参考孙庆文等[7]的甲醇超声提取法。采用 RP-HPLC 法，Agilent 1100 高效液相色谱仪，色谱柱 Symmetry C_{18}（250 mm×4.6 mm，5 μm）；流动相为乙腈（A）-水（B），梯度洗脱程序为 0～25 min，10%～40% A，25～35 min，40%～100% A。体积流量 0.8 mL/min，检测波长 220 nm，进样量 10 μL，柱温 30 ℃。

2.5 数据分析

数据分析使用 Excel 及 SPSS17.0 数据处理软件。

3 结果与分析

3.1 主成分分析

对九寨刀党的 11 个化学成分及产量、性状因子进行主成分分析，前 5 个特征根大于 1 的主成分，其累计方差贡献率达到 85.604%，可用这 5 个主成分新变量代替原来的 11 个变量，详见表 2。由主成分分析结果可知，在第 1 主成分特征向量中，载荷较高的性状包括鲜质量（X_1）、干质量（X_2）、直径（X_3）、浸出物（X_5）4 个因子，是产量和外观质量的综合，对综合质量的评价起重要作用。其载荷值均为正值，随着第 1 主成分值的增加，产量、直径、醇溶性浸出物量等指标均增加。在第 2 主成分特征向量中，载荷较高的性状包括多糖（X_6）、总皂苷（X_7）、总氨基酸（X_8）、必需氨基酸（X_9）4 个因子，则随着第 2 主成分值的增加，多糖、氨基酸量也增加。在第 3 主成分特征向量中，载荷较高的性状为长度（X_4），则随着第 3 主成分值的增加，长度增加。在第 4 主成分特征向量中，载荷值

表 2　主成分分析特征根、累计方差贡献率及特征向量

Table 2　Characteristic values, accumulated variance contribution rate, and feature vector of principal component analysis

主成分	特征根	累计方差贡献率/%	特征向量										
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
1	3.219	29.268	0.856	0.874	0.624	0.536	0.504	0.436	0.476	0.062	−0.031	−0.229	−0.564
2	2.548	52.432	−0.174	−0.319	−0.036	0.007	−0.123	0.634	0.666	0.868	0.875	0.097	0.156
3	1.371	64.892	0.143	0.144	−0.383	0.703	−0.547	0.271	0.083	−0.154	−0.205	−0.048	0.490
4	1.236	76.124	0.332	0.215	0.353	0.096	−0.450	−0.488	−0.408	0.354	0.360	0.269	0.104
5	1.043	85.604	0.071	−0.056	−0.206	0.072	−0.045	0.112	0.094	−0.106	−0.100	0.892	−0.384

较高的性状为苍术内酯 III 量（X_{11}），此为党参的有效成分之一，可作为萜类成分的代表，其载荷值为正值，随着第 4 主成分值的增加，苍术内酯III量增加。在第 5 主成分特征向量中，载荷值较高的性状为党参的有效成分之一的党参炔苷量（X_{10}），其载荷值为正值，则随着第 5 主成分值的增加，党参炔苷量增加。

根据特征向量，得到主成分线性组合表达式：

F_1=0.856 ZX_1+0.874 ZX_2+…−0.564 ZX_{11}

F_2=−0.174 ZX_1−0.319 ZX_2+…+0.156 ZX_{11}

F_3=0.143 ZX_1+0.144 ZX_2+…+0.490 ZX_{11}

F_4=0.332 ZX_1+0.215 ZX_2+…+0.104 ZX_{11}

F_5=0.056 ZX_1−0.031 ZX_2+…−0.384 ZX_{11}（ZX_j 是原始变量 X_j 的标准化值）

将 ZX_j，累计方差贡献率带入上述线性模型，可以得到各主成分值的综合评价函数：

F=0.292 68 F_1+0.231 65 F_2+0.124 60 F_3+0.112 33 F_4+0.094 83 F_5

按上述函数计算出综合主成分值并排序（表 3），根据综合主成分值可将 38 个九寨刀党样品分为 2 大类，第 1 类其综合主成分值均大于 0，主要包括 21 份九寨刀党样品，主要分布于永丰乡、郭元乡、罗依乡，其第 1、2 主成分值较大，说明此类样品含有较优的外观质量及较高的大类成分量；第 2 类包括 17 份九寨刀党样品，其综合主成分值小于 0，其中第 3、4、5 主成分值较大，此类样品较长并含有较高的党参炔苷、苍术内酯III。由此可见，综合比较各种植区九寨刀党样品的质量，以永丰乡、郭元乡、罗依乡的九寨刀党样品质量较优，永和乡、安乐乡、白河乡次之。

3.2　聚类分析

使用 SPSS 17.0 数据处理软件，以主成分分析确定的 5 个主成分值为指标，采用组内连接聚类法和平方欧氏距离系数对不同种植区九寨刀党质量指标进行聚类分析，见图 1。

当阈值介于 10～15 时，38 份九寨刀党样品可划分为 4 大类，说明不同种植区九寨刀党综合质量存在较大变异。第 1 大类包括 5、14、16、19～22 共 7 份材料，占 18.42%；第 2 大类包括 1、2、11～13、15、17、25～27 共 10 份材料，占 26.32%；第 3 大类包括 6、9、10、28、30、33～38 共 11 份材料，占 28.94%；第 4 大类包括剩余的 10 份材料，占 26.32%。各类群 11 项指标列于表 4。

由表 4 可知，第 1 类群的九寨刀党样品具有最高的党参炔苷量，其余指标处于 4 类样品中下水平；第 2 类群的九寨刀党样品以苍术内酯III量最高，总氨基酸、必需氨基酸、多糖量处于中上水平，党参炔苷量为中下水平，其余指标皆最低；第 3 类群的刀党样品的多糖、总皂苷、总氨基酸、必需氨基酸、长度等指标为最优水平，鲜质量、干质量、直径、浸出物、党参炔苷等指标为中上水平，苍术内酯III量为中下水平；第 4 类样品的鲜质量、干质量、直径、浸出物等指标为最优水平，长度、多糖、总皂苷为中上水平，总氨基酸、必需氨基酸为中下水平，党参炔苷及苍术内酯III量最低。

4　讨论

本实验的主成分分析结果与主成分值的聚类分析结果呈现相似规律。除 13 号样品外，在主成分分析中综合值大于 0 的 20 份样品均被划在聚类分析结果的第 II 区；除 31 号样品外，综合值小于 0 的 16 份样品均被划在聚类结果的第 I 区。按照主成分分析结果中各样品主成分综合值对应的党参质量优劣可将聚类分析中划分的两个区域命名为“质量较优区域（第 II 区）”和“质量较劣区域（第 I 区）”，由此可见，主成分分析与聚类分析结果存在对应关系，二者能够相互验证，说明该方法用于党参质量的综合评价是可行的。

本研究表明，所采集的 38 份样品以综合主成

表 3 主成分及综合主成分值

Table 3 Scores of principal component and comprehensive principal component value

编号	种植区	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F	综合排名
10	永丰乡中寨村	6.673 5	4.001 9	0.061 9	0.429 0	−0.002 1	2.935 9	1
24	郭元乡沟里村	6.730 1	−2.777 8	1.653 0	1.834 6	0.028 9	1.741 0	2
33	永丰乡双龙村	1.067 7	3.385 1	3.154 3	−0.256 1	1.146 2	1.569 6	3
8	永丰乡双龙村	6.508 0	−1.693 2	−1.177 7	0.008 0	0.303 8	1.395 5	4
9	永丰乡中寨村	2.318 7	0.559 4	1.323 5	0.915 0	3.139 8	1.373 6	5
28	郭元乡水田村	2.247 4	2.225 9	0.562 5	−0.574 9	−0.788 1	1.104 2	6
38	永丰乡双龙村	−0.176 3	3.164 7	1.351 3	1.669 8	−0.171 6	1.021 2	7
34	永丰乡双龙村	1.182 7	2.234 6	0.767 3	0.784 0	−0.980 8	0.954 5	8
35	永丰乡双龙村	0.795 6	1.698 5	−0.488 4	0.991 6	0.479 6	0.722 3	9
36	永丰乡双龙村	−0.015 3	2.842 7	−0.684 1	0.340 7	0.783 9	0.681 4	10
6	罗依乡香岩子	1.978 7	1.238 8	−0.836 2	0.039 8	−0.957 2	0.675 6	11
32	郭元乡水田村	3.594 7	−0.498 8	−2.102 5	0.669 6	−0.961 9	0.658 6	12
37	永丰乡双龙村	−0.261 5	1.940 3	−0.468 4	0.668 0	0.748 1	0.460 5	13
23	郭元乡沟里村	2.866 5	−1.789 6	0.687 7	−0.596 8	0.118 7	0.454 3	14
3	安乐乡甲勿村	2.801 8	−2.651 4	0.960 4	0.047 6	0.027 0	0.333 4	15
18	永和乡城沟村	2.394 1	−2.367 0	0.617 3	1.026 7	−0.432 2	0.303 7	16
4	罗依乡麻岩	2.617 3	−0.514 7	−2.120 9	−0.621 2	−0.211 8	0.292 7	17
30	郭元乡水田村	0.492 6	0.925 1	−0.252 5	−0.310 6	−0.948 6	0.202 1	18
29	郭元乡水田村	1.719 7	−0.766 1	0.669 3	−3.039 4	−0.141 5	0.054 4	19
7	罗依乡东明岩	2.001 7	0.339 1	−1.973 9	−3.283 9	−0.017 3	0.047 9	20
13	永丰乡上寨村	−1.497 7	1.844 3	−0.659 2	0.562 5	0.590 2	0.025 9	21
17	永和乡城沟村	−0.488 4	0.261 9	−0.403 8	−1.284 9	1.672 0	−0.118 4	22
2	安乐乡甲勿村	−1.253 9	2.082 4	−0.277 9	−0.958 9	−0.977 8	−0.119 7	23
26	郭元乡沟里村	−2.612 1	1.597 8	0.571 8	−0.991 0	2.058 5	−0.239 2	24
12	永丰乡上寨村	−2.270 9	1.867 9	−0.542 8	0.507 0	−0.497 1	−0.289 8	25
1	安乐乡甲勿村	−4.131 5	3.938 3	0.636 5	0.755 0	−2.301 5	−0.351 0	26
31	郭元乡水田村	1.234 6	−2.721 3	−0.358 7	−1.176 1	−0.673 7	−0.509 7	27
15	白河乡太平村	−4.976 8	2.932 5	−1.588 2	2.538 2	−0.604 3	−0.747 4	28
11	永丰乡中寨村	−2.494 7	−0.230 9	−0.410 2	−0.319 0	−0.264 1	−0.895 6	29
27	郭元乡沟里村	−4.484 2	1.722 6	1.123 4	−2.239 8	−0.419 9	−1.064 8	30
21	永和乡斜坡村	−1.576 3	−3.728 3	0.558 2	1.277 4	−0.463 4	−1.155 9	31
5	罗依乡牛圈抗	−0.383 9	−2.738 5	−2.999 3	−0.270 4	−0.503 0	−1.198 5	32
22	永和乡草坡村	−1.674 9	−4.124 1	1.539 8	0.276 3	−0.356 2	−1.256 4	33
25	郭元乡沟里村	−4.952 9	−0.194 9	2.532 6	−1.846 3	−0.515 8	−1.435 5	34
16	白河乡太平村	−4.793 5	−0.823 4	−2.308 2	0.610 3	1.271 8	−1.692 1	35
20	永和乡联合村	−2.861 7	−4.876 6	0.797 8	0.818 9	−0.601 4	−1.832 9	36
19	永和乡联合村	−2.847 1	−5.106 3	1.514 3	0.424 0	−0.735 8	−1.849 6	37
14	白河乡太平村	−5.471 6	−3.200 9	−1.429 9	0.575 2	2.158 4	−2.251 8	38

分值为评价指标，可分为 4 类。其中，以第 3 类样品质量最优，该类样品的大类成分量较高且外观质量较优，但党参炔苷及苍术内酯Ⅲ量均处于较低的水平。第 1 类样品虽含有较高的党参炔苷量，但其

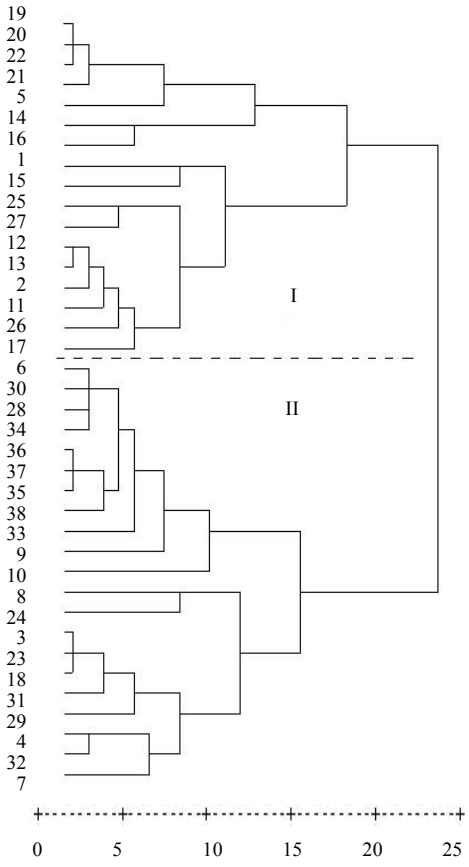

图 1　不同种植区九寨刀党样品综合聚类分析图

Fig. 1　Comprehensive cluster analysis of *Codonopsis Radix* from different planting areas in Jiuzhaigou County

余指标均处于中下水平，综合主成分值较低。由此可见，主成分聚类分析方法与传统的单以党参炔苷或苍术内酯Ⅲ为指标的质量评价有明显差异。随着人们对中药质量的不断认识，有研究者认为目前采用的某一种或某几种有效成分的量作为中药质量评价标准的方法，不够充分、客观[8]，也难以为中医药理论所接受。因此，在中药质量综合评价中，往往需要对多个指标进行考察，方能体现其综合质量，但各指标间往往存在着错综复杂的关系，在一定程度上增加了分析的难度。传统的赋值打分法难以反映真实信息，对综合评价造成较大误差[9]。主成分分析法是通过降维的方法，以少数几个综合变量来反映全部变量的大部分信息，已在药材质量综合评价中得到越来越广泛的应用[10-11]。本研究通过对鲜质量、干质量、直径、长度、大类成分、党参炔苷、苍术内酯Ⅲ等指标进行测定，采用主成分聚类分析的综合评价方法，考察九寨刀党的综合质量，较传统的单一指标评价法更能充分的反映其质量。

通过主成分分析发现，采集的不同种植区的 38 份样品综合主成分值存在较大差异，不同种植区间差异较大，相同种植区间也存在一定差异。从种植区看，以郭元乡、永丰乡、罗依乡为最优种植区，安乐乡、安乐乡、永和乡、白河乡次之。规范化栽培技术研究是确保中药材质量的重要举措，因此，要保证九寨刀党质量的优质、稳定，就必须加快规范化栽培技术的研究与运用。

表 4　各类群质量指标平均值

Table 4　Average values of quality indexes in each cluster

类群	鲜质量/g	干质量/g	直径/cm	长度/cm	浸出物/%	多糖/%	总皂苷/%	总氨基酸/%	必需氨基酸/%	党参炔苷/(mg·g^{-1})	苍术内酯 III/(mg·g^{-1})
1	31.79	10.09	1.150	21.28	58.14	31.19	0.93	5.97	2.06	0.549 2	0.035 1
2	27.26	7.17	1.080	20.40	56.59	34.65	1.02	8.34	2.78	0.474 3	0.041 4
3	42.30	12.05	1.210	24.65	58.22	35.53	1.05	9.28	2.98	0.513 0	0.029 6
4	49.04	15.43	1.285	23.08	61.07	34.65	1.03	6.67	2.22	0.316 6	0.020 8

参考文献

[1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.

[2] 邹元锋, 曹朝生, 刘　江, 等. 党参质量评价研究进展 [J]. 中草药, 2010, 41(3): 附 3-附 5.

[3] 邹元锋, 陈兴福, 曹朝生, 等. 九寨沟县党参生产现状调查 [J]. 四川农业科技, 2008(11): 43-44.

[4] 董立莎, 冯　英, 冷　泠, 等. 黔产党参多糖的含量测定 [J]. 中国中药杂志, 1995, 20(6): 329-330.

[5] 邹静恂, 席宏伟, 王　桥. 超声提取对党参皂甙成分提出率的影响 [J]. 首都医科大学学报, 1997, 18(2): 168-169.

[6] 邹元锋, 陈兴福, 杨文钰, 等. 不同生长年限党参氨基酸组分分析及营养价值评价 [J]. 食品与发酵工业, 2010, 36(6): 146-150.

[7] 孙庆文, 黄　敏, 何顺志. HPLC 测定 7 种党参类植物中的党参炔苷 [J]. 华西药学杂志, 2009, 24(3): 290-292.

[8] 钟国跃. 论发展优质中药材生产的基础研究 [J]. 中药材, 1998, 21(3): 155.

[9] 王　芳. 主成分分析与因子分子的异同比较及应用 [J]. 统计教育, 2003(5): 14-17.

[10] 高文远, 李志亮. 主成分分析法评价中药贝母的内在质量 [J]. 中草药, 1992, 23(11): 602-604.

[11] 崔红花, 郭　娇, 高幼衡, 等. 佛手及属间药用植物的主成分聚类分析及 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2010, 41(6): 978-984.