

不同居群栝楼各药用部位质量综合评价研究

温春秀¹, 刘金娜^{1,2,4#}, 张迪^{1,3}, 张存莉², 刘铭¹, 贾东升¹, 杨太新³, 谢晓亮^{1*}

1. 河北省农林科学院经济作物研究所, 河北 石家庄 050051

2. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100

3. 河北农业大学农学院, 河北 保定 071000

4. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100

摘要: 目的 对不同居群栝楼 *Trichosanthes kirilowii* 的瓜蒌子、瓜蒌皮、根(天花粉)的质量进行综合评价, 建立栝楼各药材质量评价新模式。方法 采用 AA3 连续流动分析仪、紫外可见分光光度法、硫酸-苯酚法对栝楼各药用部位蛋白、黄酮、多糖进行测定, HPLC 法对瓜蒌子中 3,29-二苯甲酰基栝楼仁三醇(3,29-DR)及天花粉中葫芦素 B 进行测定, 并采用主成分分析法和聚类分析法对栝楼各药用部位进行综合质量评价。结果 瓜蒌子质量以河南安阳黎园栝楼最优, 其 3,29-DR 和粗蛋白的量最高; 山西绛县栝楼作药材瓜蒌皮质量较佳, 其粗蛋白和多糖量较高; 安徽岳西黑大片栝楼宜作为药材天花粉种植, 其粗蛋白量较高、淀粉量较低、葫芦素 B 量适中。结论 所采用的主成分分析法和聚类分析法是栝楼各药用部位质量评价的有效方法, 所建立的多指标综合评价模式在栝楼各药材研究中具有一定的现实意义。

关键词: 栝楼; 主成分分析; 聚类分析; 瓜蒌子; 瓜蒌皮; 天花粉

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)16-2460-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.16.021

Comprehensive quality evaluation of medicinal parts of *Trichosanthes kirilowii* from different populations

WEN Chun-xiu¹, LIU Jin-na^{1, 2, 4}, ZHANG Di^{1, 3}, ZHANG Cun-li², LIU Ming¹, JIA Dong-sheng¹, YANG Tai-xin³, XIE Xiao-liang¹

1. Hebei Academy of Agriculture and Forestry Science, Shijiazhuang 050051, China

2. NorthWest A&F University, Yangling 712100, China

3. College of Agronomy, Agricultural University of Hebei Province, Baoding, 071000, China

4. Yangling vocational & technical college, Yangling, 712100, China

Abstract: Objective To analyze the quality of medicinal parts of *Trichosanthes kirilowii* from different populations and to establish a new method to evaluate the medicinal material quality. **Methods** Contents of protein, flavonoids, and polysaccharide were analyzed by AA3 Continuous Flow, ultraviolet-visible spectrophotometry, and sulfuric acid-phenol. The 3,29-dibenzoyl rouronitriol (3, 29-DR) content in *Trichosanthes Semen* and the cucurbitacin bcontent in *Trichosanthes Radix* were determined by RP-HPLC. In addition, the quality of medicinal materials was evaluated by the principal components analysis (PCA) and cluster analysis. **Results** The quality of *Trichosanthes Semen* was the best in *T. kirilowii* from Henan Anyang-Liyuan with highest contents of 3,29-DR and protein; Shanxi Jiang County *T. kirilowii* can be better used as *Trichosanthes Pericarpium* with higher contents of protein and polysaccharide; *T. kirilowii* from Anhui Yuexi-Heidapian could be regarded as *Trichosanthes Radix* for cultivating, because of higher protein content, lower starch content, and medium cucurbitacin bcontent. **Conclusion** The PCA and cluster analysis are effective in evaluating the medicinal material quality. The newly established model will bring the significant benefits for evaluating the quality of *T. kirilowii*.

Key words: *Trichosanthes kirilowii* Maxim.; principal components analysis; cluster analysis; *Trichosanthes Semen*; *Trichosanthes Pericarpium*; *Trichosanthes Radix*

栝楼 *Trichosanthes kirilowii* Maxim. 俗称吊瓜, 本, 雌雄异株, 其种子、果皮、果实及根均可药用, 属于葫芦科 (Cucurbitaceae) 植物, 多年生草质藤 入药分别为瓜蒌子、瓜蒌皮、全瓜蒌及根(天花粉),

收稿日期: 2015-01-29

基金项目: 国家科技支撑计划 (2011BA107B05)

作者简介: 温春秀 (1965—), 女, 研究员, 研究方向为药用植物遗传育种。E-mail: wenchunxiu@126.com

*通信作者 谢晓亮 (1962—), 男, 研究员, 博士生导师, 研究方向为药用植物栽培及质量监控。E-mail: xie7652137@126.com

#为并列第一作者

是传统大宗药材^[1]；富含油脂类、甾醇类、三萜类、黄酮苷类及蛋白质等多种化学成分，具有改善心血管系统功能、祛痰止咳、抗菌、抗溃疡、抗肿瘤及泻下等药理活性^[2]。世界栝楼属植物约有 80 种，我国 40 余种，多分布于安徽、山东、河南、山西、河北等地，种质资源丰富，长期的驯化栽培中形成了一系列的地方种，导致各地区种质混杂^[3]；《中国药典》2010 年版收载了栝楼及双边栝楼为其药材的基原植物，仅确定了 3,29-二苯甲酰基栝楼仁三醇(3,29-DR)可作为瓜蒌子药材的质量评价指标，而全瓜蒌、瓜蒌皮及天花粉未有明确规定，市售栝楼相关药材质量难以保证，因此栝楼种质资源的系统评价研究以及相关药材质量评价体系的建立已成为栝楼深度开发的限制因素。

前人应用传统方法以及分子标记技术对不同来源、不同产地的栝楼种质资源进行了一些研究，在种质鉴定、评价及遗传育种研究中发挥了一定的作用，但只涉及到根、皮、子中的一种，缺乏全面性、系统性^[4-6]；而栝楼各药用部位相关化学成分的研究多侧重在分离纯化和制备上，而在药材质量评价研究中报道甚少^[7-8]。本研究对搜集到河北、山东、安徽、河南、山西 5 省 21 份栝楼资源集中种植，测定了各药用部位中多糖、黄酮、粗蛋白、淀粉、3,29-DR、葫芦素 B 的量，通过主成分分析法对瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉的质量进行综合比较，并对不同居群栝楼进行聚类分析，同时建立客观反映瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉药材质量的多指标评价体系，明确不同居群栝楼各药用部位的药材质量，为栝楼资源的合理开发利用及品种选育提供理论依据。

1 材料

1.1 样品

21 份不同居群栝楼的种子分别来自于河南、河北、山西、山东、安徽等省区(表 1)，经河北省农林科学院谢晓亮研究员鉴定为葫芦科植物栝楼 *Trichosanthes kirilowii* Marim 的种子。实验材料于 2012 年 3 月分别种植在河北省农业科学院药用植物资源圃，2013 年 11 月中旬收获即得不同居群栝楼果实、果皮及种子，根于 2014 年 3 月中旬收获。所收获的瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉，60 °C 下烘干，粉碎后，备用。

1.2 仪器

1525 型高效液相色谱仪(Waters, 2487 型紫外检测器, Breeze-2 数据处理系统)；KQ 5200B

表 1 栝楼种子样品来源

Table 1 Sources of samples of *Trichosanthes Semen*

编号	来源	编号	来源
1	河北安国	12	安徽岳西黑大片
2	山东长清马山镇	13	安徽亳州
3	山东济南长清区	14	河南安阳开发区
4	山东莒县 a	15	河南安阳北关区
5	山东莒县 b	16	河南安阳文峰区
6	山东莒县 c	17	河南安阳黎园
7	安徽潜山纺锤	18	河南安阳北郊乡
8	安徽潜山皖蒌 4	19	山西绛县
9	安徽潜山皖蒌 6	20	山西侯马
10	安徽岳西皖蒌 5	21	山西新绛
11	安徽岳西皖蒌 4		

型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)；HANGPING JA1003A 电子天平(上海精密科学仪器有限公司)；AUW220D 型电子天平(SHIMADZU)；AA3 型流动分析仪(德国 SEAL 公司)；AX504 分析天平(瑞士梅特勒公司)；TDL80-2B 离心机(上海安亭科学仪器厂)；DK-98-11 型电热恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司)；spectrum 752pc 型紫外可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司)。

1.3 试药

3,29-DR 对照品(批号 120517)、葫芦素 B 对照品(批号 120713)、芦丁对照品(批号 120313)均购自中国食品药品检定研究院；葡萄糖标准品(上海国药集团化学试剂有限公司，质量分数 99.99%)。

甲醇(色谱纯)、二氯甲烷、无水乙醇、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、硫酸铵、Brij-35 30%溶液、硫酸钾、氢氧化钠、磷酸氢二钠、次氯酸钠、硝普钠、酒石酸钾钠、蒸馏水、水杨酸钠、苯酚、甲醇、其中水为超纯水，其余试剂均为分析纯。

2 方法

2.1 3,29-DR 的测定

参照《中国药典》2010 年版一部瓜蒌子项下 3,29-DR 测定方法进行测定^[1,9]，以对照品质量浓度为横坐标(X)，峰面积值为纵坐标(Y)，绘制标准曲线，得回归方程为 $Y=9\ 852.5 X+18\ 956$ ， $r=0.999\ 9$ ，3,29-DR 在 13.92~278.32 μg/mL 内线性关系良好。色谱图见图 1。

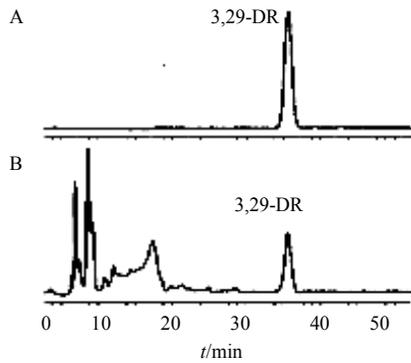


图 1 对照品 (A) 和样品 (B) 的 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC of reference substance (A) and sample (B)

2.2 粗蛋白的测定

以硫酸铵为标准品, 采用 AA3 连续流动分析仪测定氨氮质量浓度, 以峰高为 A , 氨氮的质量浓度为 C , 所得线性方程为 $A=0.9897C+0.0672$, $R^2=0.9986$, 结果表明氨氮质量浓度在 $0\sim 30\text{ mg/L}$ 内线性关系良好。粗蛋白测定参照刘金娜等^[10-11]的实验方法。

2.3 黄酮的测定

取瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉粉末各 1.0 g , 精密称定。芦丁为对照品, 510 nm 处测定其吸光度 (A), 其中以 A 值为横坐标 (X), 以黄酮质量浓度为纵坐标 (Y), 得标准曲线为 $Y=0.2402X+0.0801$, $R^2=0.9919$ ($n=6$)。黄酮的测定具体参考刘金娜等^[12]的实验方法。

2.4 多糖的测定

各药用部位多糖的提取采用水提醇沉法。取瓜蒌子粉末 1.0 g 、瓜蒌皮 0.4 g 、天花粉 0.2 g 、 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 下水提 3 次, 合并并定容至 50 mL 量瓶内。量取各药用部位提取液各 2 mL , 加 4 倍乙醇溶液, $4\text{ }^\circ\text{C}$ 下保存 24 h , 留沉淀弃上清, 2 mL 蒸馏水溶解沉淀, 即得各药用部位多糖提取液。

多糖量的测定参考李合生^[13]的实验方法, 并对该方法做了如下改进。选择 5% 的苯酚溶液进行了显色, 得到标准曲线为 $Y=0.0049X+0.0457$, $R^2=0.9886$ ($n=3$); 测定时分别吸取瓜蒌子、瓜蒌皮、天花粉多糖提取液 1.8 、 0.8 、 0.5 mL , 依次加入药品显色后, 根据标准曲线计算得到各药用部位多糖量。

2.5 淀粉的测定

取天花粉粉末 0.2 g , 参考邹琦^[11]的实验方法测定天花粉中淀粉的量。所得的标准曲线同“2.4”项下多糖的测定。

2.6 葫芦素 B 的测定

取天花粉粉末 2.0 g , 精密称定, 加入甲醇溶液 20 mL , 室温下超声处理 40 min 。色谱条件参照李晓峰等^[14]的实验方法并做了调整, 其中流动相为甲醇-水 ($62:38$), 检测波长为 227 nm 。以葫芦素 B 的质量浓度为横坐标 (X), 峰面积值为纵坐标 (Y), 得回归方程 $Y=363584X-14030$, $R^2=0.9994$, 计算出各个样品中葫芦素 B 的量。

2.7 数据处理

数据分析采用 Excel 及 SPSS 19.0 处理软件。

3 结果与分析

3.1 栝楼各药用部位化学成分测定结果

各居群瓜蒌子中 3,29-DR、粗蛋白、黄酮、多糖量; 瓜蒌皮中粗蛋白、黄酮、多糖量以及天花粉中粗蛋白、黄酮、多糖、淀粉、葫芦素 B 量的测定结果见表 2。由表 2 可知, 瓜蒌子中 3,29-DR 与粗蛋白量最高的来自河南安阳黎园, 分别为 (138.34 ± 1.52) 、 $(70.32\pm 0.15)\text{ mg/g}$, 黄酮、多糖量最高的来自山东长清马山镇和山东莒县 b, 分别为 5.86% 和 0.28% ; 瓜蒌皮中粗蛋白、黄酮、多糖量最高的分别来自山西侯马、河北安国和山西绛县, 分别为 $(93.20\pm 0.13)\text{ mg/g}$ 、 1.72% 和 2.16% ; 根中粗蛋白、黄酮、葫芦素 B 量最高的来自河北安国, 分别为 $(51.44\pm 0.05)\text{ mg/g}$ 、 10.65% 、 $(13.44\pm 0.04)\text{ mg/g}$, 多糖、淀粉量最高的分别来自安徽岳西黑大片、河南安阳北郊乡, 分别为 7.39% 和 23.39% 。

3.2 主成分分析

对不同居群栝楼各药用部位的化学指标进行了主成分分析, 结果见表 3。瓜蒌子中提取出了 3 个主成分, 累计方差贡献率达 87.534% , 瓜蒌皮和天花粉中分别提取出了 3 个主成分, 累计方差贡献率达到了 88.305% 和 88.625% , 反映出了原始数据的大部分信息, 用于各药材质量的评价。

瓜蒌子和天花粉的第 1 主成分的特征根分别为 1.382 和 2.799 , 方差贡献率达到 34.546% 和 55.973% , 分别代表了瓜蒌子中 3,29-DR 和粗蛋白因子以及天花粉中黄酮、淀粉因子。随着第 1 主成分值的增加, 瓜蒌子中 3,29-DR 和粗蛋白的量均增加, 天花粉中黄酮量增加, 淀粉量降低; 瓜蒌子和天花粉的第 2 主成分分别反映各自的黄酮和多糖的信息; 第 3 主成分分别反映各自的多糖和葫芦素 B 的信息, 且随着第 2、3 主成分值的增加, 瓜蒌子的黄酮、多糖量及天花粉中多糖和葫芦素 B 量均增加。

表 2 不同居群栝楼各药用部位多指标测定结果

Table 2 Multiple index determination results of each medicinal part of *T. kirilowii* from different populations

编号	瓜蒌子				瓜蒌皮			天花粉				
	3,29-DR/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	粗蛋白/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	黄酮/%	多糖/%	粗蛋白/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	黄酮/%	多糖/%	粗蛋白/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	黄酮/%	多糖/%	淀粉/%	葫芦素 B/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)
1	108.42±1.79	55.83±0.89	5.06±0.00	0.25±0.00	31.97±0.57	1.72±0.03	1.26±0.00	51.44±0.05	10.65±0.24	2.71±0.30	9.67±0.00	13.44±0.04
2	77.59±1.03	64.17±0.02	5.86±0.00	0.10±0.00	57.30±0.07	1.29±0.04	1.62±0.02	46.18±0.38	9.78±0.43	2.76±0.39	13.90±0.65	5.23±0.01
3	91.24±1.02	60.45±0.64	4.42±0.06	0.07±0.01	43.98±0.02	1.50±0.00	1.55±0.04	40.91±0.04	7.78±0.09	6.17±0.11	10.78±0.02	2.36±0.00
4	108.33±0.27	60.46±0.16	4.48±0.00	0.23±0.01	56.52±0.04	1.63±0.01	1.44±0.00	35.18±0.01	4.22±0.00	1.45±0.03	15.92±0.41	6.53±0.26
5	100.33±1.07	59.95±0.58	4.44±0.01	0.28±0.05	40.35±0.02	1.07±0.01	1.76±0.02	42.24±0.00	5.55±0.01	1.752±0.03	12.33±0.17	12.90±0.02
6	91.82±1.63	61.71±0.36	4.57±0.00	0.13±0.02	72.00±0.13	1.09±0.00	2.00±0.00	57.64±0.23	8.15±0.00	1.79±0.03	10.33±0.01	10.84±0.13
7	75.80±0.02	65.59±0.62	4.74±0.13	0.27±0.02	47.31±0.49	1.19±0.05	1.95±0.00	39.00±0.33	5.00±0.00	2.28±0.46	16.65±0.00	5.31±0.21
8	85.84±1.21	54.85±0.22	2.99±0.53	0.13±0.01	47.38±0.10	0.99±0.01	1.74±0.00	40.32±0.31	4.09±0.00	2.48±0.31	16.91±0.64	2.92±0.31
9	110.58±1.54	65.77±0.09	4.81±0.07	0.04±0.00	57.94±0.02	1.36±0.00	1.53±0.01	28.28±0.15	3.79±0.01	2.29±0.02	13.55±0.50	3.54±0.00
10	45.27±1.24	52.90±0.02	1.84±0.01	0.17±0.00	45.70±0.07	1.60±0.03	1.94±0.08	38.10±0.16	4.62±0.01	1.56±0.09	17.48±0.09	3.82±0.05
11	99.90±0.85	60.89±0.11	5.57±0.00	0.09±0.01	58.04±0.10	1.23±0.01	1.59±0.00	39.56±0.29	3.24±0.00	5.31±0.09	17.68±0.46	7.73±0.11
12	92.50±0.80	54.58±0.63	5.05±0.03	0.16±0.00	49.67±0.05	0.93±0.04	1.95±0.00	45.58±0.05	6.06±0.03	7.39±0.11	9.84±0.05	7.27±0.00
13	97.94±1.18	54.06±0.09	3.85±0.00	0.22±0.04	32.08±0.03	1.04±0.00	2.04±0.00	36.05±0.21	2.89±0.01	1.96±0.00	17.02±0.10	2.45±0.00
14	138.65±1.77	62.27±0.15	4.45±0.00	0.18±0.01	77.20±0.12	0.60±0.00	1.48±0.06	42.39±0.11	4.17±0.00	2.37±0.00	18.99±0.02	4.36±0.01
15	104.34±0.07	60.14±0.02	4.39±0.21	0.14±0.00	27.54±0.00	1.52±0.00	2.01±0.08	36.73±0.00	3.08±0.01	2.74±0.03	16.23±0.02	12.06±0.14
16	124.85±0.06	68.89±0.28	2.95±0.00	0.19±0.01	82.00±0.14	1.11±0.00	1.86±0.00	36.52±0.01	2.71±0.00	2.36±0.21	15.38±0.00	2.80±0.11
17	138.34±1.52	70.32±0.15	4.11±0.04	0.18±0.00	51.05±0.01	1.09±0.00	1.79±0.06	39.00±0.06	2.93±0.00	3.03±0.13	19.59±0.64	2.90±0.01
18	123.60±0.22	59.27±0.66	4.68±0.05	0.17±0.01	44.19±0.12	1.69±0.02	1.80±0.00	23.34±0.18	3.01±0.01	1.84±0.21	23.39±0.08	2.87±0.09
19	130.44±1.38	52.42±0.34	0.35±0.12	0.15±0.02	79.07±0.07	0.60±0.02	2.16±0.18	21.17±0.05	1.84±0.00	2.10±0.16	21.75±0.08	8.10±0.01
20	116.78±1.84	64.47±0.06	2.88±0.02	0.15±0.02	93.20±0.13	1.06±0.00	1.54±0.00	45.59±0.21	1.79±0.00	2.51±0.01	21.36±0.06	4.92±0.36
21	117.79±0.30	63.92±0.56	0.11±0.00	0.17±0.02	72.65±0.40	1.17±0.01	1.86±0.00	39.20±0.38	3.36±0.01	2.64±0.02	14.52±0.03	1.50±0.21

表 3 主成分的特征根、累计方差贡献率及特征向量

Table 3 Characteristic root, accumulated variance contribution rate, and characteristic vector of principal component

各药用部位	主成分	特征根	累计方差 贡献率/%	特征向量载荷值					
				3,29-DR	粗蛋白	黄酮	多糖	淀粉	葫芦素 B
瓜蒌子	1	1.382	34.546	0.544	0.629	0.144	-0.106		
	2	1.153	63.383	-0.430	0.142	0.702	-0.411		
	3	0.966	87.534	-0.045	0.080	0.480	0.893		
瓜蒌皮	1	1.625	54.159		0.466	-0.560	0.291		
	2	1.024	88.305		-0.538	-0.017	0.828		
天花粉	1	2.799	55.973		0.291	0.324	0.142	-0.321	0.210
	2	1.046	76.895		-0.051	-0.062	0.795	-0.120	-0.551
	3	0.587	88.625		-0.592	-0.225	0.621	0.133	0.949

瓜蒌皮的第 1 主成分特征根为 1.625, 贡献率最高为 54.159%, 主要反映了粗蛋白和黄酮的信息, 随着第 1 主成分值的增加, 粗蛋白量增加, 黄酮量

减少; 第 2 主成分特征根为 1.024 贡献率为 34.146%, 主要反映了多糖的信息。

根据特征值和相应的特征向量, 得到主成分线性

表达式, 计算出各自的主成分因子得分, 公式如下:

$$F_n = A \sum_{i=1}^n ZX_i$$

F_n 为各药用部位所提取出的主成分; A 为各成分的得分系数; ZX_i 为原始数据 X_i 的标准化值

由上述公式可分别得到瓜蒌子中的主成分值 F_1 、 F_2 、 F_3 ; 瓜蒌皮中的主成分值 F_1 、 F_2 及天花粉中的主成分值 F_1 、 F_2 、 F_3 。由各自主成分因子得分系数与其权重乘积之和相加, 分别得到瓜蒌子、瓜

蒌皮、天花粉的综合主成分值, 计算公式为瓜蒌子: $F=0.345\ 46\ F_1+0.288\ 37\ F_2+0.241\ 51\ F_3$; 瓜蒌皮: $F=0.541\ 59\ F_1+0.341\ 46\ F_2$; 天花粉: $F=0.559\ 73\ F_1+0.209\ 19\ F_2+0.117\ 32\ F_3$ 。

21 个不同居群栝楼各药用部位的总因子得分 F 值见表 4, 综合分值越高, 品质越好。可见河南安阳黎园栝楼、山西绛县栝楼及安徽岳西黑大片栝楼宜作药材瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉, 品质最优。

表 4 各药用部位主成分值及综合排名

Table 4 Principal component values and comprehensive ranking in each medicinal part

不同居群栝楼	瓜蒌子					瓜蒌皮					天花粉				
	F_1	F_2	F_3	F	排名	F_1	F_2	F	排名	F_1	F_2	F_3	F	排名	
1	0.518	-0.024	1.187	0.459	12	-0.529	-0.053	-0.304	21	0.806	-0.487	0.364	0.349	2	
2	0.718	0.542	0.743	0.584	2	-0.015	0.076	0.018	16	0.337	-0.096	-0.029	0.169	7	
3	0.644	0.326	0.486	0.434	14	-0.241	0.114	-0.092	19	0.478	0.512	0.099	0.375	3	
4	0.678	-0.008	1.053	0.486	8	-0.251	-0.088	-0.166	20	0.143	-0.323	0.171	0.012	14	
5	0.588	-0.077	1.261	0.485	9	0.014	0.341	0.124	11	0.451	-0.565	0.525	0.134	6	
6	0.671	0.255	0.713	0.478	10	0.312	0.314	0.276	2	0.681	-0.487	0.031	0.279	4	
7	0.656	0.136	1.283	0.576	3	0.066	0.462	0.194	6	0.183	-0.173	0.086	0.066	9	
8	0.353	0.028	0.570	0.268	18	0.099	0.267	0.145	10	0.116	-0.034	-0.080	0.058	12	
9	0.967	0.378	0.419	0.544	4	-0.079	-0.015	-0.048	18	0.095	-0.039	0.121	0.045	11	
10	0.005	0.000	0.612	0.149	20	-0.151	0.455	0.073	14	0.099	-0.204	-0.076	0.013	17	
11	0.728	0.387	0.675	0.526	5	0.011	0.046	0.022	15	0.214	0.123	0.641	0.145	5	
12	0.421	0.193	0.853	0.407	16	0.216	0.447	0.270	3	0.590	0.463	0.577	0.427	1	
13	0.377	-0.086	0.975	0.341	17	0.064	0.671	0.264	4	0.015	-0.068	-0.070	-0.006	18	
14	0.938	-0.057	0.869	0.518	7	0.424	-0.205	0.159	8	0.110	-0.137	0.008	0.033	13	
15	0.678	0.140	0.735	0.452	13	-0.217	0.679	0.115	12	0.234	-0.404	0.751	0.046	8	
16	1.046	-0.153	0.843	0.521	6	0.325	0.096	0.209	5	0.067	-0.016	-0.020	0.034	15	
17	1.211	-0.031	0.874	0.621	1	0.095	0.285	0.149	9	0.013	0.028	0.054	0.013	16	
18	0.753	0.025	0.864	0.476	11	-0.251	0.344	-0.018	17	-0.226	-0.142	0.216	-0.156	21	
19	0.455	-0.544	0.373	0.090	21	0.655	0.406	0.493	1	-0.150	-0.324	0.707	-0.152	20	
20	0.861	-0.082	0.654	0.432	15	0.323	-0.292	0.075	13	0.000	-0.136	0.069	-0.029	19	
21	0.769	-0.467	0.503	0.252	19	0.227	0.170	0.181	7	0.116	0.081	-0.161	0.082	10	

3.3 聚类分析

为了验证综合主成分分析结果的可靠性及客观性, 使用 SPSS 19.0 数据处理软件, 采用系统聚类法中组内连接聚类法和平方欧式距离系数对不同居群瓜蒌子、瓜蒌皮及天花粉各特征指标进行了聚类, 见图 2~4。

由图 2 可知, 当阈值介于 15~20 时, 21 份瓜蒌子样品可划分为 2 大类, 第 I 类包含 1~8 (排名依次为

12、2、14、8、9、10、3、18)、10~13 (排名依次为 20、5、16、17)、15 (排名 13) 共 13 份材料, 占了 57.14%, 其黄酮量较高。第 II 类包含 9 (排名 4)、14 (排名 7)、16~21 (排名依次为 6、1、11、21、15、19) 共 8 份材料, 占了 42.86%, 3,29-DR 和粗蛋白的量均较高。而 3,29-DR 量又在很大程度上影响着第 1 主成分, 第 1 主成分的累计方差贡献率较大, 对主成分分析的结果贡献也较大, 即其量越高, 综合排名越靠前。

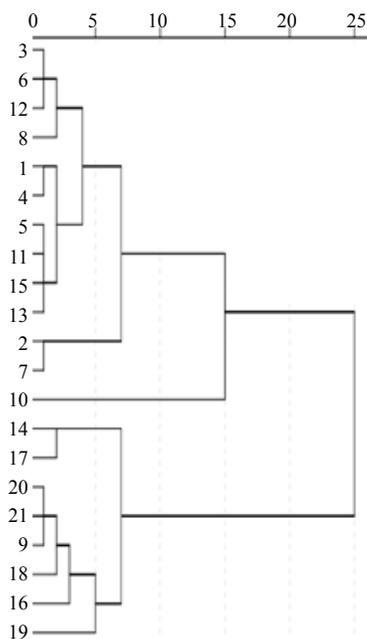


图2 瓜蒌子聚类分析图

Fig. 2 Clustering analysis diagram of *Trichosanthis Semen*

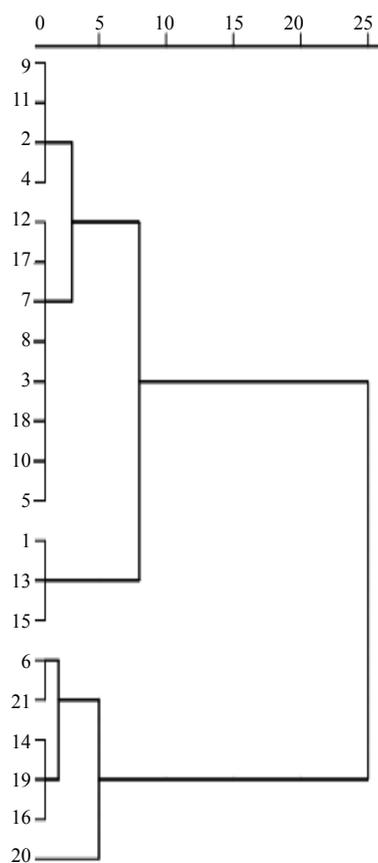


图3 瓜蒌皮聚类分析图

Fig. 3 Clustering analysis diagram of *Trichosanthis Pericarpium*

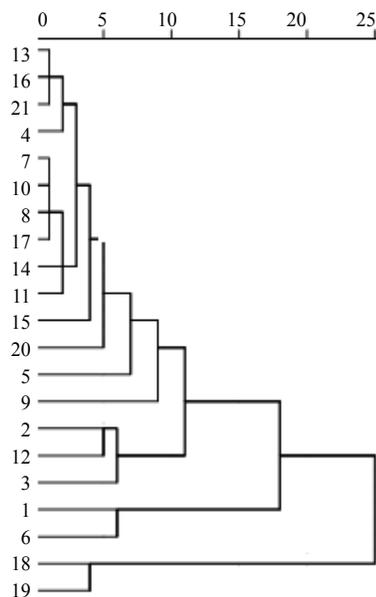


图4 天花粉聚类分析图

Fig. 4 Clustering analysis diagram of *Trichosanthis Radix*

一般排名靠前聚集的区域可称为“质量优势区域”，优势区域内排名靠前的称为最优种质来源；非“质量优势区域”内排名靠前的则称为次优种质来源。其中排名第1的河南安阳黎园瓜蒌子中3,29-DR和粗蛋白量最高，其所在的第II类可认为是瓜蒌子质量的优势区域，因此瓜蒌子质量以河南安阳黎园栝楼最优，其3,29-DR和粗蛋白的量最高，其次为安徽潜山皖蒌6和河南安阳文峰区栝楼。而药典规定瓜蒌子中3,29-DR量不得低于0.08%，第I类中排名第2、3的山东长清马山镇栝楼和安徽潜山纺锤形栝楼未与排名第1的河南安阳黎园栝楼聚为一类，其瓜蒌子中3,29-DR量不及0.08%，即使排名靠前也不能作合格的瓜蒌子使用，可见聚类分析法能对主成分分析的结果进行合理归类。

当阈值介于15~20时，21份瓜蒌皮样品可划分为2大类，第I类包含1~5（排名依次为21、16、19、20、11）、7~13（排名6、10、18、14、15、3、4）、15（排名12）、17（排名9）、18（排名17）共15份材料，占了71.43%，其黄酮量较高，第II类包含6（排名2）、14（排名8）、16（排名5）、19（排名1）、20（排名13）、21（排名7）共6份材料，占了28.57%，粗蛋白和多糖量较高。按照“质量优势区域”原则，山西绛县栝楼作药材瓜蒌皮质量较佳，多糖量最高；山东莒县c和河南安阳文峰区栝楼质量较优。

阈值介于15~20时，21份天花粉样品可划分

为 4 大类, 第 I 类包含 14 份材料, 占了 66.67%; 第 II 类包括山东长清马山镇 (排名 7)、山东济南长清区 (排名 3)、安徽岳西黑大片 (排名 1) 共 3 份材料, 占了 14.28%, 第 III 类包括河北安国 (排名 2)、山东莒县 c (排名 4) 共 2 份材料, 其黄酮、粗蛋白及葫芦素 B 量均高, 河南安阳北郊乡 (排名 21) 和山西绛县 (排名 20) 淀粉量高, 粗蛋白量低, 被聚为第 IV 类。根据“质量优势区域”原则, 安徽岳西黑大片栝楼宜作为药材天花粉种植, 其黄酮、粗蛋白、葫芦素 B 量均较高; 山东济南长清区和山东长清马山镇栝楼作药材天花粉质量次之。

4 结论

我国栝楼植物资源丰富, 分布广泛, 对不同来源的栝楼种质进行系统的分析评价存在较大的难度, 而且实验结果易受环境因子的影响, 因此大量收集栝楼种质资源于同一地区种植, 进行正确的评价, 对于栝楼种质资源的开发和利用具有重要的意义。本研究对 21 个不同居群栝楼的子、皮、根进行了综合评价, 其中河南安阳黎园栝楼瓜蒌子、山西绛县栝楼瓜蒌皮、安徽岳西黑大片栝楼天花粉药材品质最优。所建立的主成分分析法结合聚类分析法用于评价栝楼各药用部位质量优劣是有效可行的, 能真实地反映原始数据的基本信息, 弥补主成分分析法在运算过程中数据多次转换后仅对部分主成分提取造成的信息丢失; 同时分析了同组间的相似性, 比较了异组间的差异性, 从而得出正确的评价, 因此该方法用于药材质量评价具有一定的现实意义。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 刘金娜, 温春秀, 刘 铭, 等. 瓜蒌的化学成分和药理活性研究进展 [J]. 中药材, 2013, 36(5): 843-848.
- [3] 刘金娜, 谢晓亮, 杨太新, 等. 栝楼种质资源及人工栽

培现状研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(4): 125-127.

- [4] 宁志怨, 董 玲, 陈静娴, 等. 栝楼种质资源亲缘关系的 RAPD 分析 [J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34(4): 560-563.
- [5] 王现科. 不同居群栝楼的种质资源评价 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [6] 高燕会, 李慧慧, 朱玉球, 等. 基于 ISSR 的栝楼遗传多样性分析 [J]. 中草药, 2011, 42(2): 363-366.
- [7] Nishant B, Karen A, Mc Donald, *et al.* A simplified procedure for the purification of trichosanthin (a type 1 ribosome inactivating protein) from *Trichosanthes kirilowii* root tubers [J]. *Pro Exp Pur*, 1996, 7(2): 143-146.
- [8] Li A F, Sun A L, Liu R M, *et al.* An efficient preparative procedure for main flavonoids from the peel of *Trichosanthes kirilowii* Maxim. using polyamide resin followed by semi-preparative high performance liquid chromatography [J]. *J Chrom B*, 2014, 965: 150-157.
- [9] 刘金娜, 谢晓亮, 杨太新, 等. 果实成熟度及加工方式对瓜蒌子中 3, 29-二苯甲酰基栝楼仁三醇的影响 [J]. 中药材, 2014, 37(4): 581-583.
- [10] 刘金娜, 刘 铭, 杨太新, 等. 栝楼各药用部位蛋白量的比较分析 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(5): 87-89.
- [11] 邹 琦. 植物生理学试验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [12] 刘金娜, 温春秀, 杨太新, 等. 瓜蒌子提取方法和参数优化的研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(8): 2088-2090.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [14] 李晓峰, 刘克非, 邓意辉. HPLC 法同时测定葫芦素原料中葫芦素 B 和葫芦素 E 的量 [J]. 沈阳药科大学学报, 2010, 27(2): 124-125.