

基于主成分及聚类分析的川产半夏产量与品质的综合评价

刘 雷², 曹 柳¹, 杜玖珍¹, 张 美¹, 肖 特¹, 胡 平¹, 杨玉霞^{1*}

1. 四川省中医药科学院, 四川 成都 610041

2. 绵阳师范学院生命科学与技术学院, 四川 绵阳 621000

摘要: **目的** 综合评价不同产地川产半夏资源的产量和品质, 为川产半夏育种和高产栽培提供理论依据和参考。 **方法** 对22份来源于不同产地的川产半夏资源14个主要农艺性状及3个品质性状进行主成分分析, 并进一步进行综合评价及聚类分析。 **结果** 供试川产半夏样品的增产率、单株叶质量和增殖率的变异系数较大, 尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量的变异系数相对较小。主成分分析表明, 17个主要性状可用6个主成分来表述, 其累计贡献率达89.829%, 分别归纳为块茎形态因子、株型品质因子、增殖率因子、大粒率因子、增产低殖因子及增产率因子。样品6的综合得分最高, 为高产劣质型材料; 样品13的综合得分最低, 为低产优质型材料。聚类分析可将供试样品分为4类。 **结论** 通过主成分及聚类分析对川产半夏进行综合评价的方法可靠; 四川盆地半夏野生资源丰富, 可从中选择优质资源, 为川产半夏新品种选育提供基础。

关键词: 半夏; 产量; 品质; 主成分分析; 聚类分析; 综合评价

中图分类号: R282.21 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)14-2519-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.14.022

Comprehensive evaluation on yield and quality of *Pinellia ternata* from Sichuan based on principal component and cluster analysis

LIU Lei², CAO Liu¹, DU Jiu-zhen¹, ZHANG Mei¹, XIAO Te¹, HU Ping¹, YANG Yu-xia¹

1. Sichuan Academy of Traditional Chinese Medicine Sciences, Chengdu 610041, China

2. College of Life Science & Biotechnology, Mianyang Normal University, Mianyang 621000, China

Abstract: **Objective** To comprehensively compare and evaluate the yield and quality of *Pinellia ternata* from Sichuan province and provide a basis for breeding and high-yield cultivation of it. **Methods** Principal component analysis (PCA) on 14 main agronomic characters and three quality characters of 22 species of *P. ternata* came from Sichuan were analyzed, and the comprehensive evaluation and cluster analysis were carried out. **Results** The yield increase rate, leaf weight per plant, and proliferation rate had greater coefficients of variation among species, while the contents of uridine, guanosine, uridine, and guanosine had smaller coefficients of variation. PCA showed that the 17 main traits might be represented by six principal components, and the cumulative contribution rate was 89.829%, and induced that tuber morphology factor, plant type, quality factor, proliferation rate factor, large grain rate factor, high yield increase rate, low reproduction factor, and yield increase rate factor, respectively. The comprehensive score of 6 was the highest, which was the higher yield and inferior quality material, and the comprehensive score of 13 was the lowest, which was the lower yield and higher quality material. The test materials could be divided into four types by cluster analysis. **Conclusion** The comprehensive evaluation method is reliable by PCA and cluster analysis. The wild resources of *P. ternata* in Sichuan basin is rich. We can choose some high quality resources among them to provide the basis for the selection of new varieties of Sichuan.

Key words: *Pinellia ternata* from Sichuan; yield; quality; principal component analysis; cluster analysis; comprehensive evaluation

半夏 *Pinelliae Rhizoma* 为天南星科 (Araceae) 茎, 具有燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结等功效^[1]。
植物半夏 *Pinellia ternate* (Thunb.) Bteit. 的干燥块 四川为半夏主产区之一, 古今皆有记载, 其中以南

收稿日期: 2016-02-13

基金项目: 四川省科技厅科技支撑计划 (2014SZ0073)

作者简介: 刘 雷 (1980—), 男, 四川绵阳人, 讲师, 主要从事植物资源评价与利用, 以及农业产业化等方面的研究。

Tel: (0816)2578262 E-mail: 33020897@qq.com

*通信作者 杨玉霞 (1980—), 女, 四川乐山人, 博士, 副研究员, 主要从事中药材遗传育种、资源评价与利用等研究。

Tel: (028)85255011 E-mail: yangyuxia-7@163.com

充、武胜、安岳、达州等地产量大、质量较优^[2]。近年来,由于过度采挖,半夏野生资源遭受严重破坏。人工栽培成为解决半夏资源枯竭问题、满足市场需求的有效途径之一。半夏含有多种化学成分,主要包括生物碱类、有机酸类、核苷类、挥发油类等,其中核苷类成分是生物细胞维持生命活动的基本组成元素,参与 DNA 代谢过程,具有抗肿瘤、抗病毒、基因治疗等多种生物活性^[3],是半夏药材中含有的很重要的一类有效成分,量较高的有鸟苷、尿苷,国内外均有学者以鸟苷及尿苷为指标对半夏的水溶性成分的量进行检测^[4-5]。

主成分分析法是将众多指标性状转化为少数综合指标的一种统计分析方法,将复杂问题通过降维方式变得简单直观,目前已被广泛应用于果蔬品质评价因子的筛选和品质的综合评价。前人主要对半夏施肥^[6-8]、种植密度^[9-11]、种茎规格^[12-15]、生长调节剂^[16-17]、播种期^[18]及采收期^[19]等栽培措施对其产量和质量的影响进行了研究,对主要农艺性状与产量、质量的相关性研究甚少,仅见张君毅等^[20-22]的报道,且由于所考察性状、研究材料、栽培环境等有所差异,各自的结论不尽相同。目前,尚未见采用主成分和聚类分析方法综合研究四川产半夏产量和品质的报道。本实验以 22 份川产半夏作为研究对象,通过主成分及聚类分析方法对其产量和品质性状进行综合评价,以寻求川产半夏产量与品质评价的主要因素,为构建川产半夏的产量和质量综合评价体系提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料来自于四川阆中、乐山、宜宾等地,共 22 份,除材料 1 为栽培居群外,其余均为野生居群,经四川省中医药科学院舒光明研究员鉴定为半夏 *Pinellia ternate* (Thunb.) Bteit.。样品来源见表 1。

1.2 仪器与试剂

Agilent 1200 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司),UV-1800 紫外可见分光光度计(日本岛津公司),电子分析天平(德国 Sartorius BS110S 型十万分之一),KQ2200 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),DHG-9140 电热鼓风干燥箱,尿苷对照品(成都瑞芬思生物科技有限公司,批号 N-025-150730),鸟苷对照品(成都瑞芬思生物科技有限公司,批号 N-021-150730),质量分数均大于 98%。甲醇(色谱纯,Tedia company, Inc., 905900),

表 1 样品编号及来源

Table 1 Accession numbers and its sources of tested samples

编号	来源	编号	来源
1	阆中五马乡游柿垭村	12	乐山市沐川县黄丹镇茨竹乡
2	绵阳市涪城区青义镇	13	乐山市犍为县金石井镇五四村 2 组
3	凉山州普格县红军树村	14	乐山市犍为县下渡乡文碧村 1 组
4	成都市青白江区桔丰村 5 组	15	乐山市犍为县下渡乡文碧村 3 组
5	成都市大邑县出江镇香桂村 1 组	16	南充市西充县双凤镇四村 1 组
6	成都市大邑县王泗镇文笔村	17	万源市白羊乡三清庙村赵溪沟
7	自贡市荣县东佳镇南杆村 1 组	18	广安市岳池县白庙镇三教寺村 7 组
8	自贡市荣县东佳镇蓝家村 3 组	19	宜宾市屏山县高荣镇三洞村
9	自贡市荣县东佳镇蓝家村 5 组	20	绵阳市盐亭县梓潼乡千佛村 2 组
10	阿坝州汶川县绵虬镇板桥村	21	内江市资中县太平镇合乡村 1 组
11	乐山市沐川县黄丹镇高坎子	22	内江市资中县太平镇合乡村 4 组

水为超纯水其他试剂均为分析纯。

1.3 农艺性状

试验于 2015 年 3 月在四川省乐山市犍为县五四村半夏试验地进行。试验地前作为玉米,地势平坦,肥力均匀,壤土,土壤养分如下: pH 值 7.53,全钾、全氮、全磷、有机质质量分数分别为 36.77、0.62、0.10、82.40 g/kg,速效氮、有效磷及速效钾量分别为 141.40、51.27、179.33 mg/kg。用随机区组设计,3 次重复,小区面积 3 m² (3 m×1 m),株行距 3 cm×7 cm,每 3 行播种 100 粒(株),每平方米播种 500 粒(株),栽培及田间管理同大田生产。9 月下旬取样 3 行(100 株),室内考察 100 株种茎产生的大(块茎直径≥1.5 cm)、中(1.0 cm≤块茎直径<1.5 cm)、小(块茎直径<1.0 cm)块茎粒数及其块茎总鲜质量,取平均值得到大、中、小粒单粒质量及其所占比例,并结合播种量及实收产量折算得到单株产量、增产率及增殖率。另随机取样 10 株,考察株高、单株叶质量,大、中、小粒直径,并以平均值进行统计分析。

1.4 尿苷及鸟苷的测定

1.4.1 色谱条件 色谱柱为 Zorbax Eclipse C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相为甲醇-水(2:98);体积流量 0.8 mL/min;检测波长 260 nm;柱温 35 ℃;进样量 10 μL。

1.4.2 混合对照品溶液的制备 取尿苷和鸟苷对照品适量,精密称定,加水配制成每 1 mL 含尿苷 114 mg、鸟苷 0.115 mg 混合对照品溶液 I。精密吸取对照品溶液 I 1 mL 于 10 mL 量瓶中,用水定容至刻度,

摇匀, 即得混合对照品溶液 II。

1.4.3 供试品溶液的制备 取各产地的半夏粉末约 1 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 加水 20 mL, 精密称定质量, 超声处理 (功率 100 W, 频率 40 kHz) 30 min, 放冷, 用水补足减失质量, 滤过, 即得。

1.4.4 线性关系考察 分别精密吸取混合对照品溶液 0.1、0.5、1、3、5、10、15、20、25、30 μL , 注入液相色谱仪, 按“1.3.2”项下色谱条件测定尿苷和鸟苷峰面积, 以对照品进样量为横坐标 (X), 以峰面积为纵坐标 (Y) 进行回归分析, 得回归方程为尿苷: $Y=2\,471.5X-3.674\,7$, $r=0.999\,9$; 鸟苷: $Y=2\,031.2X-4.181\,6$, $r=0.999\,9$; 尿苷在 2.9~855.0 ng、鸟苷在 2.9~862.5 ng 内呈良好的线性关系。

1.4.5 样品测定 取供试材料样品适量, 按“1.4.2”项下的方法制备供试品溶液, 同时按“1.4.1”项下色谱条件测定, 采用外标一点法计算川产半夏药材中尿苷及鸟苷量。

1.5 数据统计分析

利用 Excel 进行数据平均值、标准差及变异系数的分析; 利用 DPS 7.05 软件^[23]进行相关、主成分及聚类分析; 依据方差累计贡献率 $\geq 90\%$ 的标准提取主成分, 以各主成分对应的方差贡献率作为权重, 对主成分得分和相应的权重进行线性加权, 构建川产半夏居群的评价函数; 主成分聚类分析按欧式距离类平均法进行系统聚类。

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状、尿苷及鸟苷量表现及方差分析

各材料主要农艺性状、尿苷及鸟苷量表现及变异分析结果见表 2。从表 2 可以看出, 半夏不同居群间 14 个农艺性状、尿苷及鸟苷量的变异幅度较大, 存在极显著的差异。各个性状的峰度均小于 1, 分布频率大致接近正态分布, 表明可对这 17 个性状进行相关分析。

在 22 份川产半夏中, 材料 2 的株高、单株叶质量最高, 其单株产量、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量均较高; 材料 4 单株产量最低; 材料 6 的大粒直径、中粒直径、中粒单粒质量、小粒单粒质量、单株产量和增殖率均最高, 但其尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量均最低; 材料 11 的大粒直径最小; 材料 13 的株高、单株叶质量、中粒直径、小粒单粒质量、小粒率均最低, 但其小粒率最高, 其单株产量亦很低; 材料 16 的中粒率、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量均最高; 材料 20 的小粒直径最高。

表 2 主要农艺性状、尿苷及鸟苷量的表现及方差分析

Table 2 Performance and variance analysis of main agronomic characters and contents of uridine and guanosine of *P. ternata* from Sichuan

性状	变异范围	均值	变异系数
株高 (X_1 , cm)	8.7~22.5	14.24	25.78
单株叶质量 (X_2 , g)	0.22~1.74	0.62	59.60
大粒直径 (X_3 , mm)	15.01~21.99	17.19	10.90
大粒单粒质量 (X_4 , g)	2.08~5.46	3.14	31.96
中粒直径 (X_5 , mm)	10.05~14.94	12.37	11.57
中粒单粒质量 (X_6 , g)	0.74~1.96	1.41	26.29
小粒直径 (X_7 , mm)	5.72~10.26	8.67	13.54
小粒单粒质量 (X_8 , g)	0.10~1.08	0.60	37.09
大粒率 (X_9 , %)	9.74~37.38	19.62	41.16
中粒率 (X_{10} , %)	15.75~47.18	29.40	33.01
小粒率 (X_{11} , %)	29.58~72.35	50.90	27.03
增产率 (X_{12} , %)	5.00~160.06	45.35	75.06
增殖率 (X_{13} , 倍)	0.45~3.57	1.47	58.64
单株产量 (X_{14} , g)	1.28~5.48	3.20	37.06
尿苷量 (X_{15} , $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.387 6~0.953 6	0.687 2	18.67
鸟苷量 (X_{16} , $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.296 9~0.938 9	0.696 2	22.82
尿苷+鸟苷总量 (X_{17} , $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.684 5~1.892 0	1.383 4	18.35

变异系数是衡量性状表现的差异程度、变异范围的量。供试材料 17 个性状的变异系数存在明显差异, 变异系数由大到小依次为增产率>单株叶质量>增殖率>大粒率>小粒单粒质量>单株产量>中粒率>大粒单粒质量>小粒率>中粒单粒质量>株高>鸟苷量>尿苷量>尿苷及鸟苷总量>小粒直径>中粒直径>大粒直径。增产率、单株叶质量、增殖率、大粒单粒质量、小粒单粒质量、大粒率、中粒率、单株产量的变异系数较大, 均在 30% 以上, 说明这些性状选择的潜力大, 受环境影响较大。大粒直径、中粒直径、小粒直径、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量的变异系数相对较小, 均在 25% 以下, 说明这些性状受本身内在因素决定, 受环境因素的影响较小。因此, 改善环境, 提高单株叶质量、大粒单粒质量、小粒单粒质量, 进而提高单株产量、增产率和增殖率是实现川产半夏高产的有效途径。

2.2 主要农艺性状、尿苷及鸟苷量的相关分析

相关分析表明, 其他性状与单株产量的相关系数绝对值由大到小依次为增殖率>中粒单粒质量>中粒直径>小粒单粒质量>小粒直径>大粒直径>大粒单粒质量>单株叶质量>大粒率>增产率>小粒率>株高>中粒率。即以增殖率与单株产量间的相关系数最大, 中粒率与单株产量的相关系数最小, 见表 3。

表 3 主要农艺性状、尿苷及鸟苷量的相关分析

Table 3 Correlation analysis on main agronomic characters and contents of uridine and guanosine in *P. ternata*

性状	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}
X_2	0.873**															
X_3	0.067	0.050														
X_4	0.173	0.149	0.947**													
X_5	0.075	0.132	0.758**	0.673**												
X_6	0.083	0.226	0.689**	0.681**	0.882**											
X_7	0.315	0.344	0.386	0.306	0.682**	0.658**										
X_8	0.357	0.368	0.591**	0.489*	0.722**	0.642**	0.839**									
X_9	-0.146	-0.152	-0.059	-0.105	-0.039	-0.002	-0.167	-0.082								
X_{10}	0.596**	0.503*	0.062	0.035	0.161	0.022	0.058	0.329	0.194							
X_{11}	-0.334	-0.265	-0.009	0.037	-0.091	-0.014	0.058	-0.184	-0.723**	-0.818**						
X_{12}	-0.028	0.039	-0.126	-0.021	0.013	0.073	-0.126	-0.088	-0.244	-0.037	0.169					
X_{13}	-0.201	0.074	-0.107	-0.159	0.067	0.190	0.223	0.074	-0.136	-0.332	0.313	-0.068				
X_{14}	0.021	0.251	0.394	0.328	0.575**	0.674**	0.537**	0.551**	0.176	0.013	-0.112	-0.126	0.736**			
X_{15}	0.080	0.051	-0.283	-0.247	-0.012	0.004	0.134	-0.035	-0.022	0.096	-0.055	0.201	0.160	0.110		
X_{16}	0.236	0.185	-0.693**	-0.620**	-0.482*	-0.504*	-0.219	-0.290	0.116	0.236	-0.234	0.121	-0.180	-0.371	0.558**	
X_{17}	0.188	0.142	-0.576**	-0.512*	-0.307	-0.313	-0.069	-0.199	0.062	0.196	-0.174	0.177	-0.032	-0.177	0.855**	0.908**

*和**分别表示 5%和 1%显著水平, 下表同

*and **indicated the significant level at 5% and 1%, respectively. Same for following tables

尿苷量与单株叶质量、大粒直径等 14 个农艺性状均相关而不显著, 但与鸟苷量、尿苷及鸟苷总量呈极显著正相关。鸟苷量与大粒直径、大粒单粒质量、中粒直径、中粒单粒质量呈显著或极显著的负相关。尿苷及鸟苷总量与大粒直径、大粒单粒质量呈显著或极显著的负相关。

在各性状中, 单株产量与中粒直径、中粒单粒质量、小粒直径、小粒单粒质量、增殖率等呈极显著的正相关, 但与小粒率、增产率呈负相关; 小粒单粒质量与大粒单粒质量、中粒直径、中粒单粒质量、小粒直径等呈显著或极显著的正相关, 株高与单株叶质量、中粒率呈极显著的正相关, 大粒单粒质量与中粒直径、中粒单粒质量、小粒单粒质量呈显著或极显著正相关, 中粒单粒质量与中粒直径呈极显著正相关, 小粒直径却与中粒直径及中粒单粒质量呈极显著正相关。大粒单粒质量、中粒直径、中粒单粒质量、小粒单粒质量和大粒直径呈极显著正相关。此外, 大粒率与中粒率、单株产量呈的正相关外, 与株高、单株叶质量及增殖率等其他 12 个性状均呈负相关, 且与小粒率的相关系数达到极显著水平; 小粒率亦与除大粒单粒质量、小粒直径、增产率及增殖率等 4 个性状之外的其余 9 个性状呈负相关, 且与大粒率、中粒率达极显著负相关。因此, 在性状选择时, 要充分考虑性状间的相互制约, 注重对大、中、小粒单粒质量

及增殖率的选择, 放宽对大、中、小粒直径的选择, 适当控制大粒直径、中小粒率, 只有各性状互相协调, 才能选出高产川产半夏品种。

2.3 主要农艺性状、尿苷及鸟苷量的主成分分析

对川产半夏的主要性状进行主成分分析, 结果显示前 6 个主成分的累积贡献率为 89.829% > 85% (表 4), 表明前 6 个主成分已基本包含了川产半夏性状的全部信息, 可用前 6 个主成分对其进行综合评价。第 1 主成分的特征值为 5.546, 贡献率为 32.623%。决定第 1 主成分的主要是大粒直径、大粒单粒质量、中粒直径、中粒大粒重、小粒直径、小粒单粒质量, 其载荷值均为正值, 称为块茎形态因子。第 2 主成分的特征值为 3.396, 贡献率为 19.977%, 决定第 2 主成分的主要是中粒率, 其次为株高、单株叶质量, 其载荷值均为正值, 尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量的载荷值亦为较大正值, 称之为株型品质因子。第 3 主成分的特征值为 2.319, 贡献率为 13.640%, 起决定作用的是增殖率, 称为增殖率因子。第 4 主成分的特征值为 1.776, 贡献率为 10.450%, 起决定作用的为大粒率, 其载荷值为较大负值, 称为大粒率因子。第 5 主成分的特征值为 1.339, 贡献率为 7.877%, 起决定作用的是增产率和增殖率, 其中, 增产率载荷值为正值, 增殖率载荷值为负值, 称为增产低殖因子。第 6 主成分的特征值为 0.895, 贡献率为 5.263%, 起决定作用的是增产率, 称为增产率因子。

表 4 6 个主成分的特征值、贡献百分率、累计贡献率及其特征向量

Table 4 Eigen values, contribution, accumulative contribution, and eigen vector of six principal components

分量来源	主成分					
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6
X_1	0.078	0.408	-0.073	0.339	-0.273	0.017
X_2	0.111	0.378	0.045	0.263	-0.371	0.238
X_3	0.369	-0.077	-0.165	0.063	0.190	-0.063
X_4	0.343	-0.058	-0.157	0.160	0.207	0.043
X_5	0.374	0.056	0.057	-0.052	0.270	-0.052
X_6	0.371	0.035	0.126	-0.069	0.200	0.115
X_7	0.295	0.156	0.260	0.024	-0.046	-0.379
X_8	0.337	0.195	0.065	0.021	-0.005	-0.222
X_9	-0.035	0.113	-0.273	-0.594	0.095	0.094
X_{10}	0.041	0.429	-0.274	0.001	-0.012	0.133
X_{11}	-0.008	-0.369	0.353	0.347	-0.047	-0.149
X_{12}	-0.049	0.008	0.164	0.284	0.418	0.707
X_{13}	0.073	-0.096	0.464	-0.271	-0.397	0.262
X_{14}	0.284	0.063	0.274	-0.371	-0.182	0.246
X_{15}	-0.107	0.253	0.400	-0.101	0.372	-0.110
X_{16}	-0.298	0.314	0.132	0.011	0.109	-0.137
X_{17}	-0.240	0.324	0.285	-0.044	0.256	-0.141
特征值 λ	5.546	3.396	2.319	1.776	1.339	0.895
贡献百分率/%	32.623	19.977	13.640	10.450	7.877	5.263
累计贡献百分率/%	32.623	52.600	66.240	76.689	84.567	89.829

2.4 不同川产半夏居群的综合评价

以各主成分对应的方差贡献率作为权重,对主成分得分和相应的权重进行线性加权,构建川产半夏评价函数: $F=0.322\ 6\ F_1+0.199\ 8\ F_2+0.136\ 4\ F_3+0.104\ 5\ F_4+0.078\ 8\ F_5+0.052\ 6\ F_6$, 计算各居群的综合评价分值, 分值越高表示该居群综合评价越好。

在主成分综合统计结果基础上计算出供试的 22 份川产半夏的产量和品质的综合评价得分 (表 5)。结果表明, 在所有的供试材料中, 来自成都市大邑县王泗镇文笔村的样品 6 评价得分最高 (1.231), 其次为样品 1 和 16, 样品 2、5、16、20 综合评分均在 0.700 以上, 样品 3、7、9、10、13 的评价得分均在 -1.000 以下, 样品 4、8、12、15、17 和 21 等 6 份的评价得分在 -0.700~0 内, 来自乐山市犍为县金石井镇五四村 2 组的样品 13 的评价得分最低 (-1.846)。

2.5 川产半夏产量与品质性状的聚类分析

根据不同产地川产半夏居群产量与品质性

状, 可将 22 份种质资源分成 4 类, 聚类图详见表 6 及图 1。从图 1 可以看出, 第 1 类由 3、4、7 及 17 等 8 份材料组成, 该类大粒直径、大粒单粒质量、中粒直径、中粒及大粒重、小粒直径、小粒单粒质量、单株产量均最低, 但增产率、增殖率、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量较高, 属于低产优质型材料。材料 6 单独组成, 该类大粒直径、大粒单粒质量、中粒直径、中粒单粒质量、小粒直径、小粒单粒质量、大粒率均最高, 增产率、单株产量亦较高, 但其小粒率、增殖率、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量均最低, 属于高产劣质型材料。第 3 类由材料 2 和 16 组成, 此类材料株高、单株叶质量、中粒率、增产率、尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量最高, 但大粒直径、大粒率最低, 属于高秆增产优质型材料。第 4 类由材料 1、5、11 及 22 等 11 份材料组成, 该类材料株高、中粒直径、中粒率及增产率最低, 小粒率、增殖率及单株产量最高, 尿苷量、鸟苷量、尿苷及鸟苷总量亦较高, 属于矮秆高增殖型材料。

表 5 22 份川产半夏的产量与品质的综合评价得分

Table 5 Comprehensive evaluation of 22 *P. ternata* from Sichuan province for yield and quality

材料编号	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	评价得分	位次
1	3.430	0.943	-1.387	1.099	-0.067	-0.383	1.195	2
2	0.533	4.260	-0.016	0.010	-2.526	0.341	0.841	5
3	-2.283	-0.601	-2.748	-2.027	1.020	1.310	-1.294	21
4	-2.438	0.979	-1.318	2.043	-1.381	-0.417	-0.688	17
5	1.518	-0.591	2.685	0.497	-1.182	2.307	0.818	6
6	5.743	-0.326	-3.881	-0.198	-0.081	-0.004	1.231	1
7	-3.335	0.315	-0.291	0.281	0.230	-1.258	-1.071	18
8	-0.947	0.987	-0.596	0.677	-0.698	0.273	-0.159	14
9	-2.833	0.641	-1.088	-1.734	-0.343	-0.123	-1.149	20
10	-2.258	-1.525	-0.645	1.025	-0.392	-0.554	-1.074	19
11	1.774	-1.813	1.453	0.126	-1.151	-0.650	0.297	10
12	1.144	-2.265	1.503	-2.185	-1.700	0.186	-0.231	15
13	-3.459	-3.521	-0.358	0.758	-0.525	-0.293	-1.846	22
14	1.089	-0.624	1.434	0.515	0.526	-1.298	0.449	8
15	-0.682	1.610	0.985	-3.267	1.077	-0.581	-0.051	12
16	-0.626	3.834	1.349	1.184	1.983	0.534	1.056	3
17	-1.070	-1.792	0.104	1.997	1.617	1.588	-0.269	16
18	0.369	0.709	1.301	0.021	1.126	0.107	0.535	7
19	-0.355	1.109	-0.119	-0.110	0.186	0.288	0.109	11
20	2.755	-0.516	0.947	0.570	1.221	-1.753	0.979	4
21	-0.357	-0.084	1.042	-0.849	-0.079	-0.413	-0.106	13
22	2.287	-1.730	-0.357	-0.433	1.140	0.792	0.430	9

表 6 基于主要农艺性状及尿苷和鸟苷量的分类

Table 6 Classification based on main agronomic characters and contents of uridine and guanosine

分组	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}
I	13.69	0.48	15.86	2.55	10.96	1.05	7.52	0.38	20.35	27.91	51.75	101.20	0.95	1.95	0.640 0	0.760 0	1.400 0
II	15.00	0.64	21.99	5.38	14.94	1.96	9.62	1.08	24.95	44.95	30.10	110.07	1.45	3.81	0.387 6	0.296 9	0.684 5
III	20.35	1.35	16.08	2.51	13.15	1.46	9.56	0.77	18.65	45.89	35.46	151.85	1.46	3.48	0.791 3	0.921 9	1.713 2
IV	13.45	0.58	17.92	3.49	13.02	1.61	9.25	0.68	18.78	26.08	55.14	76.58	1.95	4.01	0.730 0	0.650 0	1.370 0

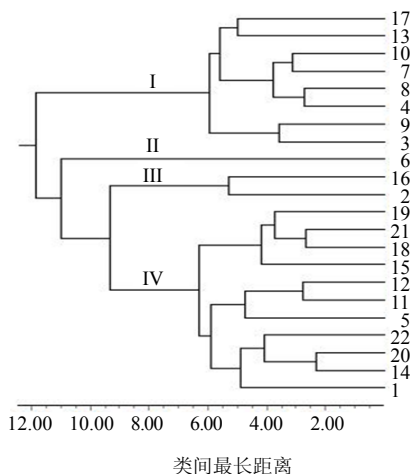


图 1 22 份川产半夏产量与品质性状的聚类图

Fig. 1 Cluster diagram based on yield and quality characters of 22 *P. ternata* from Sichuan province

3 讨论

各供试材料的单株产量性状变化较大, 在所有的供试材料中, 就产量而言, 6 号材料表现最优, 其单株产量、增殖率、小粒单粒鲜质量均最高, 大、中、小粒直径较大且其比例适中, 增产率亦较高, 值得进一步选育推广。本试验是通过各农艺性状对单株产量的分析结果, 对于群体产量结果如何, 还值得进一步探讨。

在各种问题的多指标分析中, 指标的个数多, 又有相互关联, 分析工作比较困难。多元统计的主成分分析是指在不损失或很少损失原有信息的前提下, 将原来个数较多而且彼此相关的指标转换为新的个数少而彼此独立或不相关的综合指标, 从而简化多指标分析^[24]。很多研究表明, 主成分分析方法

进行综合评价是一种有效的方法^[25-26]。川产半夏数量大、质量好,是我国半夏药材的主要生产区之一。同时,四川野生半夏也是我国半夏栽培的主要种源之一,特别是甘肃、云南、贵州、重庆几个省市栽培半夏种源的主要来源之一。但目前生产上存在栽培品种单一、混杂、种质资源退化现象,严重制约其产量和品质的提高。由于半夏育种程序较复杂,不仅要考虑其产量,而且还要考虑到有效成分量,这使得其品种选育进展缓慢,优良品种品系少。本实验采用主成分分析方法,将22份川产半夏种质资源的14个农艺性状和3个质量性状简化为彼此不相关的综合指标(主成分):即块茎形态因子、株型品质因子、增殖率因子、大粒率因子、增产低值因子和增产率因子,这6个主成分对总变异的累积贡献率约达85%以上。从主成分综合质量评价结果可以看出,4类川产半夏质资源均有各自不同的优良特性,可从中选择优质种质资源加以推广,加快川产半夏优良品种的选育工作。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 万德光. 四川道地中药材志 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2005.
- [3] Kinahan J J, Kowal E P, Grindey G B. Biochemical and antitumor effects of the combination of thymidine and 1-B-D-arabino-furanosylcytosine against leukemia L1210 [J]. *Cancer Res*, 1981, 41(2): 445-446.
- [4] 张科卫, 吴 皓, 崔小兵, 等. 不同产区半夏药材中鸟苷量的测定 [J]. 中成药, 2000, 22(11): 769-771.
- [5] 鹿野美弘, 有元良帆子, 赵昌代, 等. 小半夏加茯苓汤における [半夏] の指标物质 [J]. 生药学杂志, 1987, 41(4): 282.
- [6] 陈中坚, 孙玉琴, 赵雄廷, 等. 施肥水平对半夏产量和质量影响的研究 [J]. 中药材, 2006, 29(8): 757-759.
- [7] 申 浩, 吴 卫, 侯 凯, 等. 不同施肥水平对川产半夏产量和有效成分的影响研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(8): 963-967.
- [8] 张 美, 周先建, 陈铁柱, 等. 施肥对半夏生长、产量和质量的影响研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(17): 7473-7474.
- [9] 张雁萍, 杨志刚, 洪 勇. 不同密度对间套作半夏经济性状及产量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(12): 5041-5043.
- [10] 阮培均, 董恩省, 梅 艳, 等. 栽培密度和施肥对半夏产量与总生物碱影响的研究 [J]. 中国农学通报, 2010, 26(15): 190-194.
- [11] 陈铁柱, 张 美, 周先建, 等. 不同种植密度与种茎规格对半夏产量和质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17467-17468.
- [12] 申 浩, 吴 卫, 侯 凯, 等. 川产半夏种茎大小对产量和质量的影响 [J]. 中草药, 2011, 42(4): 788-792.
- [13] 王孝华, 王海玲, 梅 艳, 等. 半夏种茎规格对产量、品质及植株的影响 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(18): 3770-3774.
- [14] 梅 艳, 赵明勇, 阮培均, 等. 不同种茎种植对半夏产量及相关性状、品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(7): 276-280.
- [15] 裴国平, 裴建文, 雷建明, 等. 种球大小及播深对半夏产量与珠芽腐烂率的影响 [J]. 甘肃农业科技, 2013(9): 19-21.
- [16] 杜禹珊, 孙莹莹, 罗 睿. 5种植物生长调节物质对半夏经济产量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2014, 42(8): 44-47.
- [17] 孙莹莹, 杜禹珊, 罗 睿, 等不同植物生长调节剂对半夏珠芽产量及发育的影响 [J]. 贵州农业科学, 2015, 43(8): 217-219.
- [18] 刘 海, 沈志君, 吴明开, 等. 不同播种期对半夏生物学性状及产量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2012, 40(4): 97-99.
- [19] 王孝华, 梅 艳, 王海玲, 等. 不同采收期对半夏块茎产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(13): 285-289.
- [20] 阮培均, 梅 艳, 王孝华, 等. 喀斯特山区半夏产量与4个经济性状的相关研究 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 200-203.
- [21] 张君毅, 郭巧生, 卫新荣, 等. 半夏不同居群主要经济性状比较研究 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(12): 1145-1148.
- [22] 曾小群, 彭正松. 野生半夏人工栽培条件下的生长与繁殖 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(8): 878-883.
- [23] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [24] 盖钧镒. 作物育种学各论 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [25] 袁志文, 周静宇. 多元统计分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [26] 谭远德, 鲁 成, 向仲怀. 品种综合评价的数学方法 [J]. 生物数学学报, 2000, 15(4): 457-466.