



不同种源三叶青的农艺性状和品质性状的因子分析和聚类分析

徐帆^{1a}, 蒋梦丹^{1a}, 柴伟国², 许鑫瀚³, 金美艳⁴, 梁宗锁^{1b}, 韩蕊莲^{1a}

(1. 浙江理工大学, a. 建筑工程学院; b. 浙江省植物次生代谢调控重点实验室, 杭州 310018;

2. 杭州市农业科学院生物技术研究, 杭州 310024; 3. 杭州市三叶青农业科技有限公司,

杭州 310029; 4. 浙江万寿康生物科技有限公司, 浙江武义 321200)

摘要: 对 2018 年采集到的 15 个种源三叶青的农艺性状和品质相关性状进行系统测定, 通过因子分析和聚类分析对不同种源的三叶青进行综合评价。结果表明: 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状存在显著性差异, 其性状变异系数范围为 14.029%~55.858%, 变异系数最大的性状为茎叶总重; 三叶青地下部分总重和总黄酮含量与叶长、叶宽和茎叶总重呈现极显著正相关, 三叶青块根的总酚含量与三叶青茎长、茎粗、叶长、叶宽和茎叶总重呈现极显著正相关; 8 个性状可由 3 个主因子来表述, 其贡献率达 84.798%, 分别归纳为产量因子、成分因子和株型因子; 综合评价和聚类分析的结果表明, 种源为三元(福建)、始兴(广东)、乐业(广西)、竹洋(浙江)和百丈(浙江)的三叶青具有较高的产量和有效成分含量。该结果可为三叶青良种繁育提供理论依据, 为栽培技术优化提供指导。

关键词: 三叶青; 种源; 农艺性状; 品质性状; 因子分析; 聚类分析

中图分类号: S567.239

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2021)05-0408-08

Factor analysis and cluster analysis of agronomic traits and quality traits of *Tetrastigma hemsleyanum* from different provenances

XU Fan^{1a}, JIANG Mengdan^{1a}, CHAI Weiguo², XU Xinhan³, JIN Meiyang⁴, LIANG Zongsuo^{1b}, HAN Ruilian^{1a}

(1a. School of Civil Engineering and Architecture; 1b. Key Laboratory of Plant Secondary Metabolism and Regulation of Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;

2. Biotechnology Research Institute, Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310024, China; 3. Hangzhou Sanyeqing Agricultural Technology Co., Ltd., Hangzhou 310029, China;

4. Zhejiang Wanshoukang Biological Technology Co., Ltd., Wuyi 321200, China)

Abstract: The agronomic traits and quality-related traits of *Tetrastigma hemsleyanum* from 15 provenances collected in 2018 were systematically determined, and *T. hemsleyanum* from different provenances were evaluated comprehensively through factor analysis and cluster analysis. The results showed that there were significant differences among *T. hemsleyanum* from different provenances in agronomic traits and quality traits, and the coefficient of variation of traits ranged from 14.029% to 55.858%. The trait with the largest coefficient of variation was the total weight of stems and leaves. The total weight of underground parts of *T. hemsleyanum* and total flavonoid content were extremely significantly positively correlated with leaf length, leaf width, and total weight of stems and leaves. The

收稿日期: 2021-01-06 网络出版日期: 2021-03-08

基金项目: 浙江省农业重大技术协同推广计划项目(2018XTTGYC03); 浙江省重点研发计划项目(2017C02034); 浙江省基础公益研究计划项目(CN)(LGN19H280004)

作者简介: 徐帆(1996—), 女, 浙江绍兴人, 硕士研究生, 主要从事药用植物资源方面的研究。

通信作者: 韩蕊莲, E-mail: hanrl@nwsuaf.edu.cn

total phenol content in the tuberous root of *T. hemsleyanum* was extremely significantly positively correlated with stem length, stem thickness, leaf length, leaf width and total weight of stems and leaves. 8 traits can be expressed by 3 principal factors with a contribution rate of up to 84.798%, which can be summarized as yield factor, composition factor and plant type factor respectively. The results of comprehensive evaluation and cluster analysis showed that *T. hemsleyanum* from the provenances of Sanyuan (Fujian), Shixing (Guangdong), Leye (Guangxi), Zhuyang (Zhejiang) and Baizhang (Zhejiang) had higher yields and active ingredient content. The results of this article can provide a theoretical basis for the stock breeding of *T. hemsleyanum* and guide the optimization of its cultivation techniques.

Key words: *Tetrastigma hemsleyanum*; provenance; gronomic traits; quality traits; factor analysis; cluster analysis

0 引 言

三叶青 (*Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg), 为葡萄科崖爬藤属植物, 是中国特有的珍稀药用植物, 别名有角乌菟莓、金线吊葫芦、蛇附子、土抱子以及雷胆子等^[1-2]。三叶青主要生长在浙江、广西、福建和贵州等地, 广泛分布在中国南方地区。在民间, 多用三叶青块根入药, 主要用于肺炎、肝炎、湿疹、蛇毒以及小儿高热等症的治疗^[3]。三叶青中含有酚类、黄酮类、糖类、甾体类和氨基酸类等成分^[4-6]。药理学研究表明, 三叶青具有抗病毒、抗肿瘤、保肝以及调节免疫等作用^[7-11]。三叶青于 2018 年同铁皮石斛、覆盆子、灵芝等一同入选了新“浙八味”, 推进了浙江中药产业的传承发展。

目前三叶青临床需求量巨大, 野生资源已无法满足药用需求, 因此其人工栽植技术和良种选育的工作已经迫在眉睫。不同种源的三叶青在叶片大小、植株形态、块根产量及有效成分含量等性状上表现出了较大的差异^[12-13], 不同种源的三叶青品质参差不齐。

本文通过因子分析和聚类分析, 对 15 份三叶青种源的样本进行农艺性状和品质性状的测定和综合评价, 以期在三叶青良种选育提供依据。

1 材料与方法

本文不同种源的三叶青样品采集于浙江省杭州市余杭区百丈镇(杭州三叶青农业科技有限公司)三叶青种植基地, 均于 2018 年 12 月上旬采挖, 为 3 年生植株。经鉴定所有样品均为三叶青正品。每个种源随机选取 10 个单株, 分离其地上部分和地下部分, 地下部分洗净泥土, 擦干表面水分, 用电子天平分别测定其茎叶总重和地下部分总重; 用游标卡尺测量其茎粗, 直尺测量其茎长; 每株选取 3 个顶端叶

片, 用直尺测量其叶长和叶宽。三叶青块根切厚片, 于 60 ℃烘箱内低温烘干, 再用高速粉碎机粉碎, 过 60 目筛得三叶青块根粉末。不同种源三叶青的样品信息见表 1。

表 1 不同种源三叶青的样品信息

样品编号	种源地	经度	纬度
ZJBZ	百丈(浙江)	30°31'25"N	119°45'04"E
ZJHH	黄湖(浙江)	30°28'25"N	119°49'51"E
ZJXD	新登(浙江)	30°00'26"N	119°44'01"E
ZJYK	场口(浙江)	29°54'25"N	119°52'26"E
ZJZY	竹洋(浙江)	27°41'35"N	118°59'41"E
ZJYZ	鄞州(浙江)	29°48'18"N	121°47'19"E
ZJHY	黄岩(浙江)	28°64'25"N	121°27'49"E
CQJF	金佛山(重庆)	29°06'47"N	107°19'25"E
GDSX	始兴(广东)	24°45'95"N	114°16'84"E
FJSY	三元(福建)	26°16'24"N	117°18'59"E
GZMT	湄潭(贵州)	27°31'71"N	107°24'52"E
GZLS	龙胜(广西)	25°38'20"N	109°50'18"E
GZLY	乐业(广西)	27°47'16"N	106°33'38"E
JXSC	遂川(江西)	26°31'04"N	114°19'58"E
JXJG	井冈山(江西)	26°44'51"N	114°16'43"E

1.1 试剂与仪器

对照品芦丁(Rutin, 批号 Y06J8S37439, 纯度不小于 98%)、对照品没食子酸(Gallic acid, 批号 Y19M8C36143, 纯度不小于 98%)均购自上海源叶生物科技有限公司, 生化试剂均购于杭州科德诺生物技术有限公司。

BT25S 电子天平(赛多利斯科学仪器有限公司)、Eppendorf Centrifuge 5804R 离心机(德国 Eppendorf 公司)、Synergy HTX 全自动酶标仪(美国 BioTek Instrument)、纯水仪 Heal Force(上海康雷分析仪器有限公司)、GXZ-9070MBE 电热鼓风干燥箱(上海博讯实业有限公司医疗设备厂)。

1.2 不同种源三叶青总黄酮总酚含量测定

采用亚硝酸钠-硝酸铝比色法^[14]测定三叶青总

黄酮含量,以芦丁为标准品,根据标准曲线计算含量。准确称取 0.1 g 三叶青块根粉末,加入 5 mL 的 70%乙醇,在 60 ℃下 400 W 超声波处理 30 min,再经离心机 12000 r/min、4 ℃离心 10 min,倒出上清液备用,重复两次提取,合并滤液。取 5 mL 稀释后的滤液,加入 5% NaNO₂ 溶液 300 μL,摇匀,静置 5 min后加入 10% Al(NO₃)₃ 溶液 300 μL 的,摇匀,静置 5 min,再加入 10% NaOH 溶液 4 mL,摇匀。最后加 70%乙醇定容至 10 mL,静置 15 min。在 510 nm 处测定吸光度。根据标准曲线计算总黄酮含量。每个样品设置 3 个重复。

总酚含量的测定参照福林酚比色法^[15],稍加修改,以没食子酸为标准品,根据标准曲线计算含量。称取 0.1 g 三叶青块根粉末,加入 5 mL 70%乙醇,水浴加热 30 min,12000 r/min 离心 10 min,倒出上清液备用,重新加入 5 mL 浓度为 70%乙醇,重复提取一次,合并两次滤液。取 1 mL 三叶青样品提取液,进行适当地稀释。取 1 mL 稀释后的三叶青提取液,加入 7 mL 去离子水,摇匀,依次加入 0.5 mL Folin-Cioealte 显色剂,1.5 mL 浓度为 20% 的 Na₂CO₃ 溶液,避光放置 30 min。在 740 nm 处测定

吸光度。根据标准曲线计算总酚含量。每个样品设置 3 个重复。

1.3 数据分析

采用 Excel 进行数据统计,计算平均值、标准差以及变异系数;用 SPSS 23.0 进行相关统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状比较分析

不同种源三叶青的农艺性状和品质性状差异见表 2、表 3 和图 1、图 2。由表 2 和图 1 可知,15 个种源三叶青的茎长范围为 85.00~307.25 cm,其中,场口(浙江)的种源茎最长,龙胜(广西)的种源茎最短;15 个种源三叶青的茎粗范围为 2.18~3.63 mm,其中,始兴(广东)的种源茎最粗,金佛山(重庆)的种源茎最细;15 个种源三叶青叶片长度范围为 4.60~11.00 cm,其中,龙胜(广西)的种源叶片最短,三元(福建)的种源叶片最长;15 个种源的三叶青叶片宽度范围为 1.90~3.73 cm,其中,鄞州(浙江)种源的叶片最窄,三元(福建)的种源叶片最宽。

表 2 不同种源三叶青的农艺性状

样品编号	种源地	茎长/cm	茎粗/mm	叶长/cm	叶宽/cm
ZJBZ	百丈(浙江)	133.50±6.56h	2.74±0.13ef	7.20±0.30d	3.03±0.15b
ZJHH	黄湖(浙江)	247.75±4.79b	3.01±0.50bcd	6.40±0.20ef	2.43±0.15def
ZJXD	新登(浙江)	155.00±7.70ef	2.73±0.05ef	6.20±0.20fg	1.97±0.06h
ZJYK	场口(浙江)	307.25±9.14a	3.16±0.12b	5.20±0.20h	2.03±0.06h
ZJZY	竹洋(浙江)	209.25±7.80c	3.12±0.09bc	8.90±0.20bc	2.70±0.20cd
ZJYZ	鄞州(浙江)	104.75±4.57i	2.58±0.08fg	4.67±0.21i	1.90±0.20h
ZJHY	黄岩(浙江)	139.75±5.74gh	2.22±0.14h	6.70±0.35e	2.67±0.15cde
CQJF	金佛山(重庆)	151.00±7.83efg	2.18±0.03h	5.13±0.29h	2.43±0.15def
GDSX	始兴(广东)	215.25±22.90c	3.63±0.15a	8.93±0.32b	2.77±0.21bc
FJSY	三元(福建)	139.50±6.19gh	2.92±0.09bcde	11.00±0.17a	3.73±0.21a
GZMT	湄潭(贵州)	184.25±6.95d	2.36±0.14gh	6.27±0.32efg	2.00±0.26h
GZLS	龙胜(广西)	85.00±8.04j	2.57±0.11fg	4.60±0.10i	2.23±0.15fgh
GZLY	乐业(广西)	248.25±10.28b	2.81±0.07def	8.50±0.10c	2.87±0.25bc
JXSC	遂川(江西)	144.25±6.70fgh	2.76±0.06def	5.90±0.26g	2.37±0.21efg
JXJG	井冈山(江西)	164.50±3.32e	2.89±0.07cde	6.30±0.20efg	2.10±0.10gh

注:同一性状不同字母间表示有显著性差异($p<0.05$)。

由表 3 和图 2 可知,15 个种源三叶青的茎叶总重范围为 43.10~284.62 g,其中,龙胜(广西)种源的茎叶总重最轻,三元(福建)种源的茎叶总重最重;15 个种源三叶青的地下部分总重范围为 13.00~84.33 g,其中,黄湖(浙江)的种源地下部分总重最轻,三元(福建)种源的地下部分总重最重;15 个种源三叶青块根总黄酮含量范围为

12.52~87.59 mg/g,其中,鄞州(浙江)种源的块根黄酮含量最低,竹洋(浙江)种源的块根黄酮含量最高;15 个种源三叶青块根总酚含量范围为 3.18~21.71 mg/g,其中,鄞州(浙江)种源的块根总酚含量最低,始兴(广东)的种源块根总酚含量最高。15 个种源三叶青农艺性状和品质性状差异显著。

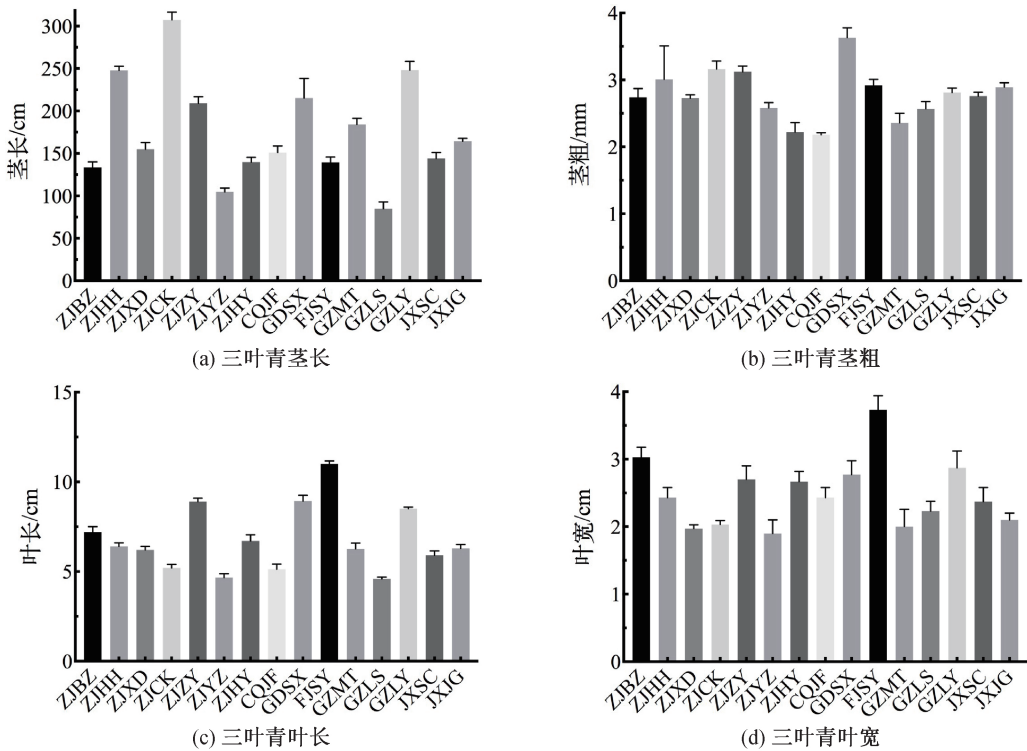
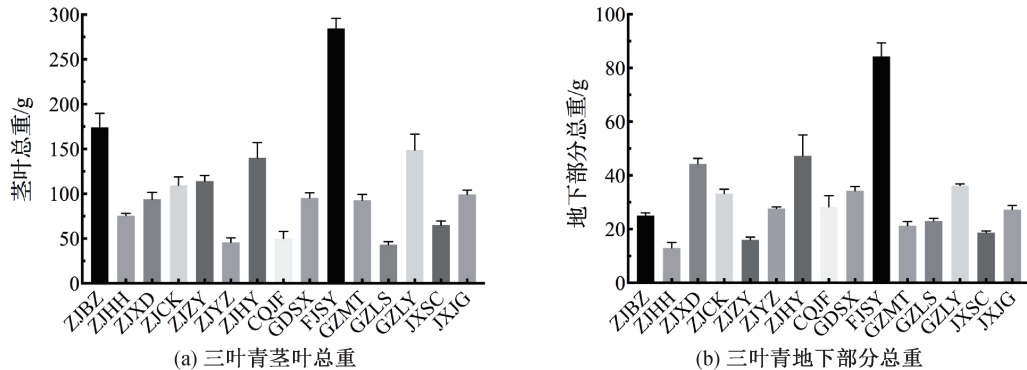


图 1 不同种源三叶青的农艺性状比较

表 3 不同种源三叶青的品质性状

样品编号	种源地	茎叶总重/g	地下部分总重/g	总黄酮含量/(mg·g ⁻¹)	总酚含量/(mg·g ⁻¹)
ZJBZ	百丈(浙江)	174.12±15.74b	25.00±1.00def	62.69±2.10d	14.51±0.90d
ZJHH	黄湖(浙江)	75.72±2.50f	13.0±02.00i	52.71±0.65f	10.38±0.72f
ZJXD	新登(浙江)	93.98±7.73e	44.33±2.08b	45.80±0.61g	8.36±0.01h
ZJYK	场口(浙江)	109.35±9.47de	33.33±1.53c	21.96±0.95l	5.82±0.56k
ZJZY	竹洋(浙江)	114.11±6.32d	16.00±1.00hi	87.59±2.73a	18.17±0.38b
ZJYZ	鄞州(浙江)	45.87±5.11h	27.67±0.58de	12.52±0.10m	3.18±0.07l
ZJHY	黄岩(浙江)	140.11±17.06c	47.33±7.77b	40.80±2.85h	9.16±0.21g
CQJF	金佛山(重庆)	50.22±7.72gh	28.33±4.16d	83.48±1.40b	6.58±0.01j
GDSX	始兴(广东)	95.35±5.77e	34.33±1.53c	30.56±1.00ij	21.71±0.21a
FJSY	三元(福建)	284.62±11.23a	84.33±5.03a	66.72±1.33c	14.77±0.48d
GZMT	湄潭(贵州)	92.81±6.59e	21.33±1.53fg	31.34±0.55i	7.72±0.25i
GZLS	龙胜(广西)	43.10±3.56h	23.00±1.00efg	26.49±1.24k	7.51±0.53i
GZLY	乐业(广西)	148.88±17.79c	36.33±0.58c	64.00±0.47d	17.29±0.11c
JXSC	遂川(江西)	65.00±4.67fg	18.67±0.58gh	55.93±0.78e	12.94±0.15e
JXJG	井冈山(江西)	99.25±4.85de	27.33±1.53de	28.63±1.04jk	7.71±0.07i

注：同一性状不同字母间表示有显著性差异($p<0.05$)。



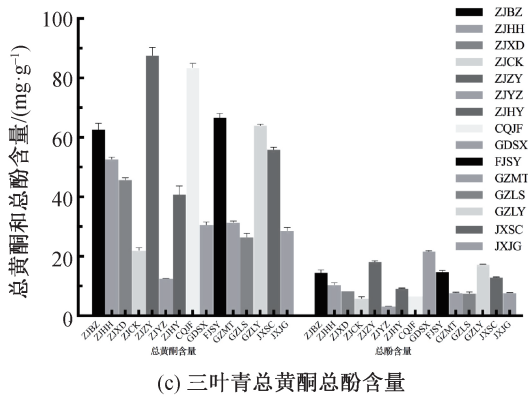


图2 不同种源三叶青的品质性状比较

2.2 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状变异系数分析

不同种源三叶青的农艺性状和品质性状变异系数分析见表4。由表4可知,不同种源三叶青的农艺性状和品质性状存在着丰富的变异,变异系数也存在明显差异,变异系数由大到小依次为茎叶总重(55.858%)、地下部分总重(53.654%)、总黄酮含量

(47.767%)、总酚含量(46.516%)、茎长(33.626%)、叶长(26.362%)、叶宽(20.565%)、茎粗(14.029%)。茎叶总重、地下部分总重、总黄酮含量、总酚含量、茎长的变异系数较大,均大于30%。叶宽、茎粗的变异系数较小,均小于25%,属于较稳定的性状,说明以上性状不易受环境因子影响,主要由自身决定。

表4 三叶青的农艺性状和品质性状变异系数分析

性状	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数/%
茎长(X ₁)/cm	75.00	319.00	175.28	58.94	33.626
茎粗(X ₂)/mm	2.06	3.78	2.78	0.39	14.029
叶长(X ₃)/cm	4.50	11.10	6.79	1.79	26.362
叶宽(X ₄)/cm	1.70	3.90	2.48	0.51	20.565
茎叶总重(X ₅)/g	39.89	294.24	108.83	60.79	55.858
地下部分总重(X ₆)/g	11.00	89.00	32.02	17.18	53.654
总黄酮含量(X ₇)/(mg·g ⁻¹)	12.37	90.36	47.46	22.67	47.767
总酚含量(X ₈)/(mg·g ⁻¹)	3.10	21.90	11.05	5.14	46.516

2.3 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状相关分析

不同种源三叶青的农艺性状和品质性状的相关分析见表5。表5结果表明:三叶青茎长与茎粗呈现极显著正相关,且茎长与总酚含量呈现显著正相关;三叶青茎粗与叶长、总酚含量呈现极显著正相关;叶长与叶宽、茎叶总重、地下部分总重、总黄酮含量、总酚含量呈现极显著正相关;三叶青叶宽与茎叶总重、地下部分总重、总黄酮含量、总酚含量呈现极

显著正相关;三叶青茎叶总重与地下部分总重、总酚含量呈现极显著正相关,与总黄酮含量呈现显著正相关;三叶青地下部分总重与总黄酮含量、总酚含量呈现正相关;三叶青总黄酮含量与总酚含量呈现极显著正相关。因此,三叶青叶片大小与茎叶总重对三叶青中有效成分含量具有重要影响,茎长等的农艺性状均对总酚含量具有重要影响,除茎粗外的农艺性状对总黄酮含量起重要作用。

表5 三叶青农艺性状和品质性状间的相关性分析

编号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
X ₂	0.510**						
X ₃	0.197	0.442**					
X ₄	-0.016	0.155	0.804**				
X ₅	0.059	0.156	0.790**	0.795**			
X ₆	-0.154	0.031	0.548**	0.549**	0.759**		
X ₇	0.023	-0.110	0.475**	0.559**	0.344*	0.073	
X ₈	0.259*	0.574**	0.806**	0.657**	0.434**	0.112	0.457**

注: * 表示 0.05 水平上显著; ** 表示 0.01 水平上显著。

2.4 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状因子分析

通过对 15 个种源三叶青的 8 个农艺性状和品质性状进行因子分析,结果如表 6 所示。表 6 可知,前 3 个主成分的累积贡献率为 84.798%>80%。表明前 3 个主因子已基本包含了三叶青农艺性状和品质性状的全部信息,可用前 3 个主成分对其进行综合评价。因子载荷不够清晰,需要对公共因子进行旋转,采用反差极大正交旋转,得到旋转后的因子

表 6 主因子的特征根、贡献率及累积贡献率

主因子	提取平方载荷总和			旋转平方载荷总和		
	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
F1	3.968	49.602	49.602	2.765	34.564	34.564
F2	1.722	21.526	71.127	2.086	26.074	60.637
F3	1.094	13.670	84.798	1.933	24.160	84.798

表 7 旋转后的因子载荷矩阵

编号	F1	F2	F3
X ₆	0.939	−0.083	−0.120
X ₅	0.890	0.296	0.083
X ₃	0.696	0.536	0.396
X ₄	0.694	0.626	0.067
X ₇	0.064	0.927	−0.103
X ₈	0.282	0.671	0.562
X ₁	0.153	−0.020	0.904
X ₂	−0.132	0.045	0.779

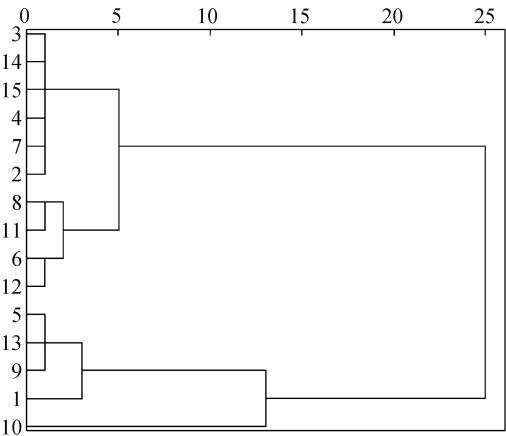
2.5 不同种源三叶青的农艺性状和品质性状综合分析

利用 3 个主因子对不同种源地的三叶青进行综

合分析,建立综合评价数据模型。利用该模型计算不同种源三叶青的农艺性状和品质性状综的综合得分,通过综合得分进行优良排序,结果如表 8 所示;利用系统聚类法,对 15 个种源表现性状的综合得分进行聚类分析(图 3)。聚类分析结果显示,15 个种源的三叶青分为两个类群。第Ⅰ类群的包括 5 个三叶青种源,分别来自三元(福建)、始兴(广东)、乐业(广西)、竹洋(浙江)和百丈(浙江),种源具有良好的农艺性状和品质性状综,适宜在浙江地区种植;其他 10 个种源的三叶青为第Ⅱ类群。

表 8 不同种源三叶青各主因子得分、综合得分及排序

样品编号	种源地	F1	F2	F3	综合得分	排序
ZJBZ	百丈(浙江)	0.266	1.006	−0.384	0.308	5
ZJHH	黄湖(浙江)	−0.920	0.267	0.862	−0.047	6
ZJXD	新登(浙江)	0.115	−0.634	−0.336	−0.244	10
ZJYK	场口(浙江)	−0.119	−1.615	1.433	−0.137	8
ZJZY	竹洋(浙江)	−0.652	1.851	0.864	0.549	4
ZJYZ	鄞州(浙江)	−0.335	−1.543	−0.837	−0.849	15
ZJHY	黄岩(浙江)	0.742	−0.222	−1.158	−0.096	7
CQJF	金佛山(重庆)	−0.957	1.052	−1.540	−0.505	13
GDSX	始兴(广东)	0.363	−0.060	2.119	0.733	2
FJSY	三元(福建)	3.143	0.455	−0.309	1.333	1
GZMT	湄潭(贵州)	−0.470	−0.491	−0.412	−0.460	12
GZLS	龙胜(广西)	−0.542	−0.657	−0.958	−0.696	14
GZLY	乐业(广西)	0.275	0.923	0.724	0.602	3
JXSC	遂川(江西)	−0.811	0.543	−0.206	−0.222	9
JXJG	井冈山(江西)	−0.096	−0.875	0.137	−0.269	11



注:1.ZJBZ;2.ZJHH;3.ZJXD;4.ZJCK;5.ZJZY;6.ZJYZ;
7.ZJHY;8.CQJF;9.GDSX;X10.FJSY;11.GZMT;
12.GXLS;13.GZLY;14.JXSC;15.JXJG

图3 不同种源三叶青的聚类分析图

3 讨论

三叶青人工栽植以及良种繁育工作进展与发现利用其关键性种质资源密切相关,不同种源三叶青之间的产量和存活率存在显著差异^[16],因此若要在实际生产应用中获得稳产丰产,需选择高品质性状的优质品种。变异系数是衡量性状的变异范围及差异程度的量^[17]。邵镭钎等^[18]对25份不同产地的川明参进行表现性状变异系数的对比分析,结果发现变异系数最大的性状分别为茎叶鲜质量和茎叶干质量,魏艳秀等^[19]比较了不同种质杜仲叶中黄酮及多酚含量的差异性,其变异系数分别为19.35%和23.72%,张以忠等^[20]比较了不同处理下半夏的农艺性状,结果表明遮荫条件下,空白对照组的叶长、宽和叶面积以及株高的变异系数大于经赤霉素处理的实验组和遮荫对照组。

药用植物的农艺性状与有效成分含量之间存在着一定的相关性^[21],其相关性有利于药用植物的选育。曾吴静等^[22]研究发现穿心莲内酯含量与叶片数及一级分蘖数呈显著负相关,去氧穿心莲内酯含量与叶重比呈极显著负相关。三叶青表现性状和有效成分含量之间的相关性是否可作为其品种筛选的初步依据还需进一步的研究。

因子分析方法是一种多元分析评价方法,可将大量相关的性状归结为少数的几个主因子,通过农艺性状和品质性状的因子分析能够寻找到提高品质的关键途径^[23]。余文霞等^[24]测定392份铁皮石斛种质资源的14个农艺性状,对其进行因子分析发现,14个农艺性状可由4个主因子来表述。张盼盼

等^[25]对55分绿豆种质资源的10个农艺性状进行因子分析,将其归纳为5个主因子,并结合聚类分析综合评价,能够得出科学客观的结果。

4 结论

本文通过对15个种源三叶青的农艺性状和品质性状综合研究发现,15个种源三叶青的农艺性状和品质性状存在显著差异,主要结论如下:

a)三叶青叶片大小与茎叶总重对三叶青中有效成分含量具有重要影响,茎长等农艺性状均对总酚含量具有重要影响;除茎粗外的农艺性状对总黄酮含量起重要作用。

b)8个表现性状可由3个主因子来表述,其贡献率达84.798%,分别归纳为:产量因子、成分因子和株型因子,其中产量因子(即地下部分总重、茎叶总重、叶长和叶宽)起到关键作用,这将为今后三叶青的优良品种的选育提供参考。

c)种源为三元(福建)、始兴(广东)、乐业(广西)、竹洋(浙江)和百丈(浙江)的三叶青具有较高的产量和有效成分含量,可作为今后三叶青良种繁育的优质材料。

参考文献:

[1] 李朝鑫. 中国植物志(葡萄科)[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 122-123.

[2] 江苏新医学院. 中药大辞典: 下册[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977: 2123.

[3] 资古明, 古兰. 金线吊葫芦消炎镇痛的药理研究[J]. 中草药, 1989, 20(2): 27-28.

[4] 林婧, 纪明妹, 黄泽豪, 等. 三叶青的化学成分及其体外抗肿瘤活性研究[J]. 中国药学杂志, 2015, 50(8): 658-663.

[5] 李瑛琦, 陆文超, 于治国. 三叶青的化学成分研究[J]. 中草药, 2003, 34(11): 982-983.

[6] 刘东, 杨峻山. 中国特有植物三叶青化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 1999, 24(10): 611-612.

[7] Cai C J, Ding G Q, Fu J Y, et al. Immunoregulatory effects of ethyl-acetate fraction of extracts from *Tetragium Hemsleyanum* Diels et. Gilg on immune functions of ICR mice[J]. Biomedical & Environmental Sciences, 2008, 21(4): 325-331.

[8] 任泽明, 戴关海, 童晔玲, 等. 三叶青冻干粉抗炎作用的实验研究[J]. 中国现代医生, 2013, 51(30): 13-14.

[9] 丁钢强, 徐彩菊, 孟佳, 等. 三叶青对小鼠细胞因子及免疫功能影响研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(9): 1724-1726.

[10] 杨雄志. 中药三叶青的药理作用与临床应用[J]. 吉林中医药, 2009, 29(6): 517-518.

[11] 杨学楼, 罗经, 孙松柏, 等. 中药三叶青抗病毒作用的研究[J]. 湖北中医杂志, 1989 卷号 40-41.

[12] 杨旭, 杨志玲, 程小燕, 等. 不同种源三叶崖爬藤表型多样性分析[J]. 植物资源与环境学报, 2019, 28(3): 78-83.

[13] 朱波, 华金渭, 程文亮, 等. 不同种源三叶青农艺性状比较[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(10): 1752-1756.

[14] 余乐, 刘敏, 陈张金, 等. 浙产三叶青的质量控制研究[J]. 中国现代应用药学, 2018, 8(35): 1194-1198.

[15] Wojdyło A, Oszmiański J, Czemerys R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs [J]. Food Chemistry, 2007, 105(3): 940-949.

[16] 刘雷, 曹柳, 杜玖珍, 等. 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[J]. 中草药, 2016, 47(14): 2519-2525.

[17] 严志伟, 徐志恒, 钟子龙, 等. 不同种源和不同基质对三叶青产量的影响[J]. 南方林业科学, 2019, 47(4): 27-30.

[18] 邵镔钎, 李丹, 蒋攀, 等. 基于主成分及聚类分析的川明参的综合评价[J]. 中草药, 2018, 49(14): 3389-3396.

[19] 魏艳秀, 刘攀峰, 杜庆鑫, 等. 不同种质杜仲叶中多酚和黄酮含量差异性分析[J]. 林业科学研究, 2016, 29(4): 529-535.

[20] 张以忠, 卯光耀, 邓琳琼. 遮荫条件下赤霉素处理对半夏农艺性状及品质性状的影响[J]. 现代农业科技, 2018(23): 71-72.

[21] 杨小艳, 李敏, 卢道会, 等. 半夏的数量性状变异及相关性分析[J]. 中国现代中药, 2013, 15(4): 298-302.

[22] 曾吴静, 许玲, 何秋伶, 等. 穿心莲农艺性状及其与二萜内酯成分相关性研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(15): 3233-3238.

[23] 张维城, 胡瑞法, 杨永光. 河南省小麦品质性状与农艺性状的因子分析[J]. 河南职技师院学报, 1988, 16(4): 36-40.

[24] 余文霞, 董晓曼, 雷胄熙, 等. 铁皮石斛栽培居群农艺性状的聚类分析[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(1): 53-58.

[25] 张盼盼, 张洪鹏, 张敬禹, 等. 绿豆种质资源农艺性状的因子分析及综合评价[J]. 中国农学通报, 2017, 33(6):34-41.

(责任编辑:唐志荣)