

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.09.004

三叶木通种质资源形态学标记的 遗传多样性分析

杨西萌, 李桂香, 潘玉芳, 石多丽,
孙正琼, 眭顺照, 李名扬

西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715

摘要: 以96份来源于贵州、湖南、秦岭地区的三叶木通实生种质资源为材料, 对其19个表型性状进行遗传多样性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析。结果表明, 10个数量性状变异系数范围为12.9%~41.4%, 9个质量性状的遗传多样性指数范围为0.59~1.85; 通过相关分析可知, 大部分性状之间都有显著相关性; 主成分分析将表型性状整合为4个主成分, 累积贡献率达到64.714%, 第1主成分主要与果实性状有关, 第2和第3主成分都主要与叶片长宽和形态有关, 第4主成分主要与植株染病情况有关; 聚类分析将96份资源划分为3个类群, 第Ⅰ类为果实、叶片较大的类群, 第Ⅱ类为果实抗病性较强类群, 第Ⅲ类为无果实着生、株型疏散类群。综合分析三叶木通种质资源遗传多样性, 为三叶木通种质资源的利用及品种选育等提供重要参考。

关键词: 三叶木通; 种质资源; 表型性状; 遗传多样性

中图分类号: S603.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2022)09-0032-09

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Genetic Diversity of Morphological Traits of *Akebia trifoliata* Germplasm Resources

YANG Ximeng, LI Guixiang, PAN Yufang, SHI Duoli,
SUN Zhengqiong, SUI Shunzhao, LI Mingyang

School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Based on 96 germplasm resources of *Akebia trifoliata* from Guizhou, Hunan and Qinling, the genetic diversity analysis, correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis of 19 phenotypic characters of *A. trifoliata* were carried out. The results showed that the CV (coefficient variation) of 10 quantitative traits were ranged from 12.9% to 41.4%, and the genetic diversity index of 9 quality traits were ranged from 0.59 to 1.85. The correlation analysis showed that there were significant correlations between most of the traits. The principal component analysis integrated the phenotypic traits

收稿日期: 2021-07-05

基金项目: 重庆市技术创新与应用发展专项面上项目(cstc2020jscx-msxmX0024).

作者简介: 杨西萌, 博士研究生, 主要从事园林植物遗传育种的研究。

通信作者: 眭顺照, 博士, 研究员, 博士研究生导师。

into 4 principal components, and the cumulative contribution rate reached 64.714%. The first principal component was mainly related to fruit characters, both second and third principal component were mainly related to the leaf shape, and the fourth principal component was mainly related to plant disease infection. The 96 resources were divided into three groups by cluster analysis. The first group was the group with larger fruit and leaves, the second group was the group with better fruit disease resistance, the third group was the group with no fruit set and loose plant architecture. Comprehensive analysis of genetic diversity of germplasm resources of *A. trifoliata* provided important reference for its utilization and breeding.

Key words: *Akebia trifoliata*; germplasm resources; phenotypic traits; genetic diversity

三叶木通(*Akebia trifoliata*)为木通科(Lardizabalaceae)木通属(*Akebia*)落叶木质藤本植物,茎蔓柔软多姿,花紫红色,花期长达2个月之久,具有很好的观赏和园林应用价值^[1-3]。此外,三叶木通为中国传统的中药材,其根、藤茎、果实等具有通筋活络、解毒和消炎等功效,其果实为肉质蓇葖果,色香味俱全,是珍稀的绿色水果和保健食品,是极具发展前景的经济树种^[1-3]。

对三叶木通的研究目前集中在种质资源调查^[4]、栽培种植^[5]、病原菌鉴定^[6]、药用价值^[7]、果实化学成分和果实贮藏保鲜^[8]、应用分子标记开展遗传多样性分析^[9-10]、指纹图谱研究^[11]等方面,最近有文献报道三叶木通染色体水平的基因组序列^[12]。尽管在三叶木通种质资源遗传多样性评价上已有部分研究,但研究涉及到的三叶木通种质资源不够全面^[13],并且还未能建立官方的“三叶木通描述规范和数据标准”。

形态学标记是种质资源遗传多样性评价较为简单有效,且表现直观的方法^[14]。其结合主成分、相关性和聚类分析等方法^[15],已广泛运用于经济植物的种质资源研究^[16-21]。本研究运用形态学标记方法,以贵州、湖南、秦岭地区收集的96份三叶木通实生种质资源为样本,对19个性状进行相关性分析、主成分分析和聚类分析,综合分析其表型遗传多样性,为三叶木通种质创新奠定一定的物质基础和数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

96份供试材料为实生种质资源,2015—2018年间从湖南、贵州、秦岭片区采集的野生三叶木通资源,采集后种植于重庆郑清紫藤公园。

1.2 数据采集整理

1.2.1 形态记载标准

试验于2019年7—10月进行,每份种质资源在约4 m²的小区,以行距2 m、株距2 m的密度种植;2019年未喷施农药。参考李秀华等^[22]的调查方法,对三叶木通表型性状记载标准进行整理(表1和表2)。对每份实生种质资源的10个数量性状和9个质量性状进行田间调查,以此分析三叶木通实生资源的表型遗传多样性。

表1 三叶木通表型数量性状记载标准

性状	记载标准
果纵径	果实即将裂口时,纵剖面最长处纵径(cm),每份种质测量3个果实的纵径,取其平均值
果横径	果实即将裂口时,横剖面最宽处横径(cm),每份种质测量3个果实的横径,取其平均值
小叶长	生长盛期植株表面叶片的小叶长度(cm),每份种质测量3片小叶,取其平均值
小叶宽	生长盛期植株表面叶片的小叶宽度(cm),每份种质测量3片小叶,取其平均值
顶叶长	生长盛期植株表面叶片的顶叶长度(cm),每份种质测量3片顶叶,取其平均值
顶叶宽	生长盛期植株表面叶片的顶叶宽度(cm),每份种质测量3片顶叶,取其平均值
叶柄长	生长盛期植株表面叶片的叶柄长(cm),每份种质测量3片叶叶柄长,取其平均值
小叶长宽比	小叶长/小叶宽,每份种质测量3片小叶,取其平均值
顶叶长宽比	顶叶长/顶叶宽,每份种质测量3片顶叶,取其平均值
果纵横径比	果纵径/果横径,每份种质测量3个果实的横径,取其平均值

表 2 三叶木通表型质量性状记载标准

性状	记载标准描述	赋值
果量	果实成熟期果实数量 > 20 颗	3
	果实成熟期果实数量 10~20 颗(含 10 和 20 颗)	2
	果实成熟期果实数量 < 10 颗	1
果色	果实即将裂口时期, 果实颜色为紫色	3
	果实即将裂口时期, 果实颜色为黄色	2
	果实即将裂口时期, 果实颜色为粉色	1
坐果类型	穗状	3
	成簇	2
	分散	1
果染病率	染病果实数量占整株果实数量的比例在 0~25%	4
	染病果实数量占整株果实数量的比例在 25%~50%	3
	染病果实数量占整株果实数量的比例在 50%~75%	2
	染病果实数量占整株果实数量的比例在 75%~100%	1
叶色	生长盛期植株表面叶片叶色为亮绿色	3
	生长盛期植株表面叶片叶色为绿色	2
	生长盛期植株表面叶片叶色为暗绿色	1
叶片质地	生长盛期植株外围叶片厚度在 0.40~0.49 mm(厚革质)	3
	生长盛期植株外围叶片厚度在 0.30~0.39 mm(革质)	2
	生长盛期植株外围叶片厚度在 0.20~0.29 mm(薄革质)	1
叶形	生长盛期植株外围成熟叶为卵形, 先端凹入	4
	生长盛期植株外围成熟叶为卵形, 边缘浅裂	3
	生长盛期植株外围成熟叶为阔卵形	2
	生长盛期植株外围成熟叶为卵形	1
叶染病率	病叶面积占植株表面积比例在 0~25%	4
	病叶面积占植株表面积比例在 25%~50%	3
	病叶面积占植株表面积比例在 50%~75%	2
	病叶面积占植株表面积比例在 75%~100%	1
株型	紧凑	3
	一般	2
	疏散	1

1.2.2 数据标准化处理及统计分析

通过 excel 软件对 96 份实生种质资源的表型性状进行汇总, 对 10 个数量性状进行描述统计, 计算 9 个质量性状的频率分布与遗传多样性指数(Shannon-Wiener index, H'). 利用 SPSS 23.0 软件对数据进行相关性分析、主成分分析和聚类分析, 聚类分析采用平方欧氏距离瓦尔德法的系统聚类分析方法, 遗传距离为平方欧式距离^[23].

2 结果与分析

2.1 数量性状差异分析

依据三叶木通实生种质资源的果纵径、果横径、小叶长、小叶宽、顶叶长、顶叶宽、叶柄长、小叶长宽比和顶叶长宽比等 10 个数量性状的数据分析(表 3), 在不同三叶木通实生种质资源间, 变异系数均大于 10%, 范围在 12.9%~41.4%之间. 10 个数量性状变异系数由大到小依次为: 叶柄长 41.4%、顶叶宽

17.6%、果纵径 16.8%、顶叶长宽比 16.5%、小叶宽 16.4%、小叶长 15.8%、顶叶长 15.6%、果纵横径比 14.5%、小叶长宽比 13.3%、果横径 12.9%。

表 3 三叶木通种质资源的数量性状的差异与多样性

性状	平均值	最大值	最小值	极差	标准差	变异系数/%
果纵径/cm	9.3	14.7	5.5	9.2	1.6	16.8
果横径/cm	4.4	5.9	3.5	2.4	0.6	12.9
小叶长/cm	8.0	11.3	5.1	6.3	1.3	15.8
小叶宽/cm	4.3	6.1	2.5	3.6	0.7	16.4
顶叶长/cm	8.5	11.7	5.6	6.2	1.3	15.6
顶叶宽/cm	5.0	7.1	2.4	4.7	0.9	17.6
叶柄长/cm	7.3	16.3	2.3	14.0	3.0	41.4
小叶长宽比	1.9	2.6	1.4	1.2	0.3	13.3
顶叶长宽比	1.7	3.3	1.2	2.1	0.3	16.5
果纵横径比	2.1	2.9	1.5	1.4	0.3	14.5

2.2 质量性状遗传多样性分析

依据表 4, 三叶木通实生种质资源的果实性状, 果量在 10~20 颗(含 10 和 20 颗)占比较多, 有 39.5%, 其次是小于 10 颗的果量, 占 36.0%, 大于 20 颗的占 24.4%; 果色有 66.3% 是黄色, 紫色与粉色的占比分别是 17.4% 与 16.3%; 坐果类型, 分散着生与成簇着生的占比为 51.2% 与 46.5%, 穗状着生的比例为 2.3%; 果染病率在 75%~100% 之间的占比较多, 为 44.2%, 接下来依次是果染病率 0~25%, 25%~50%, 50%~75%, 分别占比 24.4%, 19.8%, 11.6%。三叶木通实生种质资源的叶片性状, 不同叶色频率从高到低依次是绿、暗绿、亮绿, 频率分别为 63.5%, 27.1%, 9.4%; 不同叶片质地频率从高到低依次是革质、厚革质、薄革质, 频率分别为 88.5%, 9.4%, 2.1%; 不同叶形频率从高到低依次是阔卵形、卵形、尖端凹入卵形、边缘浅裂卵形, 频率分别为 45.8%, 22.9%, 20.8%, 10.4%; 不同叶染病率频率从高到低依次是 50%~75%, 25%~50%, 0~25%, 75%~100%, 频率分别为 36.5%, 30.2%, 19.8%, 13.5%。三叶木通实生种质资源的株型性状, 一般株型占比较高为 43.8%, 其次是疏散株型的占比为 36.5%, 再次是紧凑株型的占比为 19.8%。

Shannon 遗传多样性指数范围在 0.59~1.85, 除了株型外的 8 个质量性状都大于 1.00。

表 4 三叶木通种质资源质量性状的分布频率与遗传多样性指数

性状	Shannon 遗传多样性指数 H'	频率/%			
		1	2	3	4
果量	1.56	36.0	39.5	24.4	—
果色	1.26	16.3	66.3	17.4	—
坐果类型	1.13	51.2	46.5	2.3	—
果染病率	1.84	44.2	11.6	19.8	24.4
叶色	1.25	27.1	63.5	9.4	—
叶片质地	0.59	2.1	88.5	9.4	—
叶形	1.81	22.9	45.8	10.4	20.8
叶染病率	1.85	19.8	19.8	36.5	13.5
株型	1.52	36.5	43.8	19.8	—

注: “—”表示该性状此赋值。

2.3 三叶木通表型性状的相关性分析

由表 5 可知, 果量与果色、坐果类型、果染病率、株型、果纵径、果横径、果实纵横径比呈极显著正相

关,与叶染病率呈显著正相关;果色与坐果类型、果纵径、果横径、果实纵横径比呈极显著相关,与株型呈显著相关;坐果类型与果染病率、株型、果纵径、果横径、果纵横径比呈极显著正相关;果染病率与果纵径、果横径、果纵横径比呈极显著正相关,与叶染病率呈显著正相关;叶色与叶染病率呈极显著正相关;叶质与叶形、小叶长、小叶宽、顶叶长呈显著正相关;叶形与小叶长、叶柄长、小叶长宽比呈极显著正相关,与顶叶长呈显著正相关;叶染病率与株型呈极显著正相关;株型与小叶长、小叶宽、顶叶长、顶叶宽、果实纵横径比呈极显著正相关,与叶柄长呈显著正相关;果纵径与果横径、小叶宽、顶叶宽、果实纵横径比呈极显著正相关,与小叶长呈显著正相关;果横径与小叶宽、果实纵横径比呈极显著正相关;小叶长与小叶宽、顶叶长、顶叶宽、小叶长宽比呈极显著正相关,与叶柄长、果实纵横径比呈显著正相关;小叶宽与顶叶长、顶叶宽、小叶长宽比、顶叶长宽比呈极显著正相关,与果实纵横径比呈显著正相关;顶叶长与顶叶宽、小叶长宽比呈极显著正相关,与叶柄长、顶叶长宽比呈显著正相关;顶叶宽与叶柄长、顶叶长宽比呈极显著正相关,与小叶长宽比、果实纵横径比呈显著正相关;小叶长宽比与顶叶长宽比呈极显著正相关。根据对三叶木通实生种质资源的 19 个性状进行相关性分析的结果,各个性状相互联系,在利用资源的时候要对各个性状进行综合考量。

表 5 三叶木通种质资源 19 个表型性状相关性分析

	果量	果色	坐果类型	果染病率	叶色	叶片质地	叶形	叶染病率	株型	果纵径	果横径	小叶长	小叶宽	顶叶长	顶叶宽	叶柄长	小叶长宽比	顶叶长宽比	
果量																			
果色	0.505 **																		
坐果类型	0.692 **	0.415 **																	
果染病率	0.389 **	0.205 *	0.470 **																
叶色	0.150	0.058	0.131	-0.024															
叶片质地	0.040	-0.023	0.024	-0.163	-0.151														
叶形	-0.089	-0.078	-0.057	0.057	-0.018	-0.213 *													
叶染病率	0.225 *	0.150	0.128	0.212 *	0.386 **	0.031	-0.066												
株型	0.353 **	0.256 *	0.364 **	0.106	0.152	0.180	-0.183	0.268 **											
果纵径	0.565 **	0.584 **	0.577 **	0.435 **	0.013	0.026	0.022	0.112	0.198										
果横径	0.531 **	0.684 **	0.554 **	0.499 **	0.041	-0.067	0.107	0.103	0.175	0.919 **									
小叶长	-0.028	-0.025	0.125	-0.107	-0.064	0.255 *	-0.303 **	-0.094	0.266 **	0.227 *	0.115								
小叶宽	-0.018	0.076	0.157	-0.028	0.084	0.256 *	-0.059	-0.005	0.302 **	0.302 **	0.275 **	0.678 **							
顶叶长	-0.028	-0.0021	0.046	-0.185	0.037	0.213 *	-0.207 *	-0.066	0.318 **	0.191	0.065	0.874 **	0.582 **						
顶叶宽	0.004	0.076	0.150	-0.197	0.181	0.199	-0.100	-0.028	0.375 **	0.263 **	0.160	0.639 **	0.779 **	0.645 **					
叶柄长	0.013	-0.083	0.051	-0.144	0.146	0.200	-0.358 **	0.118	0.219 *	0.090	-0.031	0.257 *	0.146	0.232 *	0.315 **				
小叶长宽比	0.003	-0.124	-0.013	-0.048	-0.178	-0.005	-0.285 **	-0.106	-0.063	-0.089	-0.193	0.357 **	-0.433 **	0.324 **	-0.201 *	0.103			
顶叶长宽比	0.017	-0.107	-0.067	0.097	-0.138	-0.005	-0.063	-0.059	-0.096	-0.109	-0.101	0.105	-0.299 **	0.236 *	-0.551 **	-0.181	0.509 **		
果实纵横比	0.630 **	0.616 **	0.662 **	0.415 **	0.036	0.075	-0.126	0.158	0.269 **	0.933 **	0.811 **	0.217 **	0.210 *	0.178	0.253 *	0.153	0.017	-0.105	

注: **、* 在 0.01 水平上(双尾),相关性显著; *、* 在 0.05 水平上(双尾),相关性显著。

2.4 三叶木通表型性状的主成分分析

主要信息集中在前 4 个主成分中(表 6),累积贡献率为 64.714%,第 1 主成分特征值为 5.057,贡献率为 26.616%,果实纵横径比、果纵径、果横径、坐果类型、果量、果色是主要指标,此类性状主要与果实性状有关;第 2 主成分特征值为 3.413,贡献率为 17.965%,小叶长、顶叶长、顶叶宽、小叶宽是主要指标,此类性状主要与叶片长宽有关;第 3 主成分特征值为 2.189,贡献率为 11.519%,小叶长宽比、顶叶长宽比是主要指标,此类性状主要与叶片形态指标有关;第 4 主成分特征值为 1.637,贡献率为 8.614%,叶染病率与叶色、叶柄长是主要指标,此类性状主要与植株染病情况有关;第 2,3,4 主成分都与叶片性状相关。

表 6 三叶木通种质资源 19 个表型性状的主成分分析

	成分			
	1	2	3	4
果量	0.674	-0.379	0.171	0.226
果色	0.644	-0.330	-0.003	-0.036
坐果类型	0.732	-0.255	0.115	0.097
果染病率	0.422	-0.507	0.141	-0.039
叶色	0.159	0.005	-0.327	0.559
叶片质地	0.133	0.384	0.077	0.100
叶形	-0.139	-0.320	-0.364	-0.445
叶染病率	0.230	-0.155	-0.143	0.648
株型	0.500	0.237	-0.029	0.390
果纵径	0.879	-0.206	0.064	-0.232
果横径	0.828	-0.336	-0.019	-0.276
小叶长	0.398	0.782	0.316	-0.177
小叶宽	0.498	0.627	-0.368	-0.256
顶叶长	0.350	0.772	0.317	-0.129
顶叶宽	0.488	0.714	-0.379	-0.087
叶柄长	0.195	0.414	0.018	0.462
小叶长宽比	-0.127	0.142	0.861	0.099
顶叶长宽比	-0.199	-0.100	0.782	-0.040
果实纵横径比	0.888	-0.200	0.152	-0.066
特征值	5.057	3.413	2.189	1.637
贡献率/%	26.616	17.965	11.519	8.614
累积贡献率/%	26.616	44.581	56.100	64.714

2.5 三叶木通表型性状的聚类分析

对三叶木通实生种质资源的 19 个性状进行聚类分析(图 1), 在遗传距离为 7.5 时, 96 份三叶木通实生种质资源被分成 3 类(表 7 和表 8)。

第 I 类, 有 42 份三叶木通实生种质资源, 果叶较大、果染病率较高为该实生种质资源的特征; 第 II 类, 包含 44 份三叶木通实生种质资源, 此类实生种质资源的果实与叶片比第 I 类小, 且果染病率较低; 第 III 类, 有 10 份三叶木通实生种质资源, 该类实生种质资源在调查期间无果实着生、叶片较小且株型较为松散。

表 7 不同类群数量性状的平均值与变异系数

性状	全部		I 类		II 类		III 类	
	平均	变异系数	平均	变异系数	平均	变异系数	平均	变异系数
果纵径	9.3	16.8	9.8	16.2	8.7	15.4	—	—
果横径	4.4	12.9	4.5	13.9	4.4	11.8	—	—
小叶长	8.0	15.8	8.7	11.2	7.5	15.4	7.7	20.2
小叶宽	4.3	16.4	4.8	11.0	3.9	14.0	3.9	16.6
顶叶长	8.5	15.6	9.1	13.2	8.0	14.8	8.3	17.8
顶叶宽	5.0	17.6	5.6	13.3	4.5	14.4	4.6	17.6
叶柄长	7.3	41.4	8.4	38.2	6.3	37.5	7.0	50.3
小叶长宽比	1.9	13.3	1.8	10.0	1.9	15.3	2.0	12.1
顶叶长宽比	1.7	16.5	1.7	13.9	1.8	18.3	1.8	12.0
果实纵横径比	2.1	14.5	2.2	13.0	2.0	14.8	—	—

注: “—”表示无果实着生。

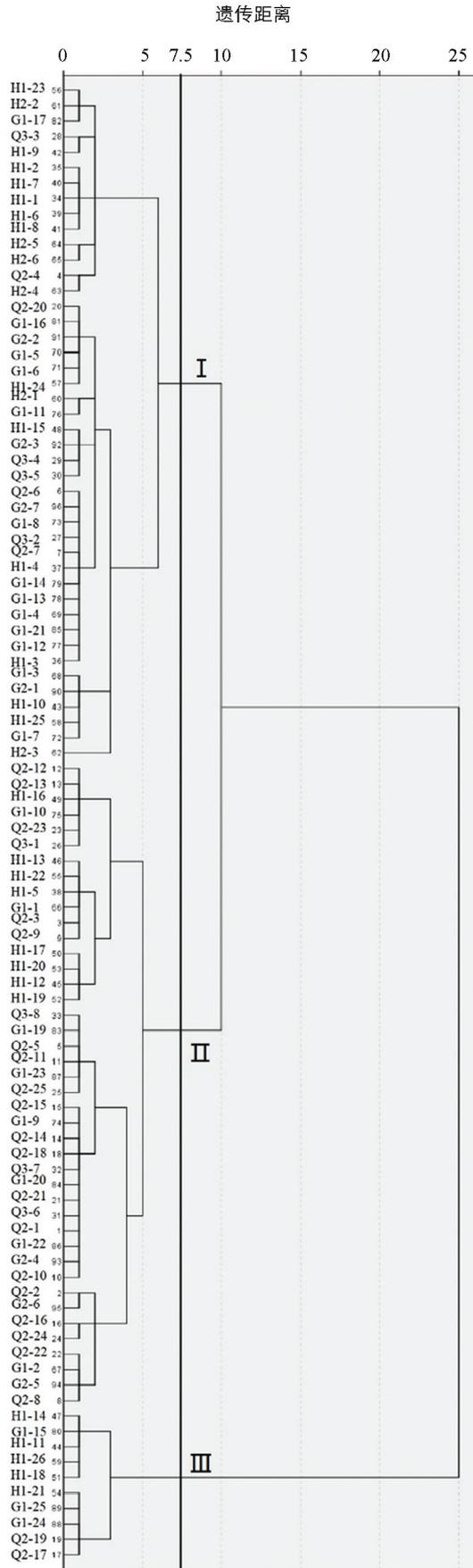


图 1 三叶木通种质资源表型性状聚类分析

表8 不同类群果染病率与株型的分布频率

性状	分类	频率/%			
		1	2	3	4
果染病率	I	61.9	9.5	14.3	14.3
	II	27.3	13.6	25.0	34.1
株型	I	26.2	45.2	28.6	—
	II	36.4	50.0	13.6	—
	III	80.0	10.0	10.0	—

注：“—”表示该性状无此赋值。

3 讨论

三叶木通作为我国的特有种,分布较广、遗传资源丰富,是一种极具药用价值、食用价值、观赏价值和园林应用价值的经济植物。但三叶木通当前开发度不高,并且因不合理的采伐,其种质资源遭到一定程度的破坏。因此需要加强对三叶木通植物资源的保护力度,进行种质资源的调查、收集、整理、鉴定、评价^[4]。但目前,因为没有官方推出的“三叶木通描述规范和数据标准”,所以对三叶木通种质资源的研究而言,不论是前期种质的鉴定、评价,还是后期针对目标性状的育种创新,都会有所限制。本研究在李秀华^[23]制定的“三叶木通种质资源特性描述规范表”的基础上,结合本研究供试材料的表型特征,补充叶片质地、叶形、叶色、叶染病率、果实数量、坐果类型、果染病率等性状描述,为“三叶木通描述规范和数据标准”的推出,提供一定程度的参考依据。

对三叶木通种质资源表型性状进行测定与分析,10个数量性状变异系数均大于10%。李秀华^[23]对73份三叶木通种质16个数量性状的研究结果表明,叶片指标变异较小,遗传比较稳定。本研究的叶柄长、顶叶宽是变异系数最高的2个数量性状,叶柄长变异系数达41.4%,表明本批种质在叶片指标上变异较为丰富。9个质量性状的遗传多样性指数除叶片质地外,都大于1.00,3个遗传多样性指数最大的是叶染病率、果染病率和叶形。结合数量性状与质量性状多样性的分析,本研究供试种质资源材料变异系数、遗传多样性指数较高,遗传多样性较丰富,为三叶木通种质创新育种的理想材料。

统计得到48对性状极显著相关,由此可见,确定目标性状后有针对性地三叶木通种质资源进行评价筛选时,要结合多种性状指标综合评价。主成分分析将96份三叶木通种质资源的19个表型性状整合为4个主成分,累积贡献率达到64.714%。第1—4主成分分别主要与果实性状、叶片长宽、叶片形态、植株染病情况相关。此4类主成分相关的主要性状特征即为本研究供试材料表型多样化的主要因素^[25]。结合相关性分析,4个主成分的主要性状,彼此间是具有一定相关性,在进行种质创新育种工作期间,可以利用本研究得到的4个主成分因子,提升育种创新的效率。

聚类分析将96份三叶木通种质资源划分为3大类群。第I类群下的种质特征为果实、叶片较大,第II类为果实染病率较低,或是比较有抗病能力的类群,第III类为无果实着生、株型疏散类型。各类群别特征明显,为不同育种目标提供更有针对性的种质基础。例如,若是针对培育观果的种质,可以在第I类种质中筛选;若是注重果实品质,有助于果实的产量销售等,则可在第II类群体中;若是作为藤本植物运用于城市绿化中,无果实着生的材料或更有利于城市环境(第III类)。聚类分析较好地供试材料进行区分与整理,为其以后的创新利用提供依据。

本研究通过对96份三叶木通种质资源19个表型性状的调查观测、表型多样性分析,为“三叶木通种质资源的描述规范与数据标准”的制定提供一定的参考。研究发现供试资源类型较丰富,变异较大,对丰富我国三叶木通资源种质库的多样性和三叶木通优质种质的选育具有较高价值。但缺少对本批三叶木通种质资源花、种子相关性状表型的观测,后续还应加大力度完善;表型性状的观测受外界环境的影响较大,还应进行多年监测以及结合分子标记对种质资源进行更完整的遗传多样性评价。

参考文献:

- [1] 马玉华,王荔. 三叶木通特性研究进展 [J]. 江西农业学报, 2011, 23(5): 71-73.
- [2] 王乐乐,周绍琴,宋小娟. 三叶木通及其果实研究进展 [J]. 现代农业科技, 2018(22): 252-253.
- [3] 李伟业,于华忠. 三叶木通研究进展 [J]. 现代农业科技, 2021(1): 70-72.
- [4] 张燕君,党海山,杨路路,等. 药用植物三叶木通(*Akebia trifoliata* subsp. *trifoliata*)野生资源的地理分布与调查 [J]. 中国野生植物资源, 2013, 32(3): 58-62.
- [5] 覃大吉,向极钎,杨永康,等. 三叶木通播种育苗技术操作规程 [J]. 湖北农业科学, 2017, 56(18): 3497-3500, 3505.
- [6] HONG X J, CHEN S J, WANG L C, et al. First Report of *Nigrospora Sphaerica* Causing Fruit Dried-Shrink Disease in *Akebia Trifoliata* from China [J]. *Plant Disease*, 2021, 105(8): 2244.
- [7] 张可兰,韦日明,蒯博婷,等. 三叶木通总黄酮对急性肝损伤小鼠的保护作用及机制研究 [J]. 中药材, 2018, 41(3): 707-710.
- [8] 郑勇,廖勤俭,周韩玲,等. 三叶木通果皮活性成分的研究 [J]. 食品与发酵科技, 2018, 54(6): 57-60.
- [9] 张铮,蹇君艳,王喆. 陕西秦岭地区三叶木通遗传多样性的 AFLP 分析 [J]. 中草药, 2016, 47(21): 3890-3895.
- [10] 李红英,王晓辉,覃大吉,等. 湘鄂地区三叶木通野生资源的 RAPD 亲缘关系分析 [J]. 湖北农业科学, 2018, 57(23): 148-152.
- [11] 黄佩蓓,陈世华,曹岚,等. 三叶木通 AFLP 指纹图谱分析 [J]. 时珍国医国药, 2014, 25(4): 871-873.
- [12] HUANG H, LIANG J, TAN Q, et al. Insights into Triterpene Synthesis and Unsaturated Fatty-Acid Accumulation Provided by Chromosomal-Level Genome Analysis of *Akebia Trifoliata* Subsp. *Australis* [J]. *Horticulture Research*, 2021, 8(1): 419-433.
- [13] 周宵,张良波,彭映辉,等. 三叶木通良种选育及繁殖技术展望 [J]. 分子植物育种, 2021, 19(5): 1632-1639.
- [14] 陈晓杰,张建伟,杨保安,等. 中国冬小麦微核心种质遗传多样性分析 [J]. 河南农业科学, 2015, 44(4): 14-20.
- [15] 蔡年辉,李亚麒,许玉兰,等. 不同生长优势等级云南松针叶表型多样性分析 [J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2019, 39(5): 1-7.
- [16] 王艳青,李春花,卢文洁,等. 135 份国外藜麦种质主要农艺性状的遗传多样性分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19(5): 887-894.
- [17] 张革民,廖江雄,黄宏套,等. 广西高糖割手密遗传多样性的表型分析和 RAPD 分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(8): 83-88.
- [18] 都真真,李锡香,宋江萍,等. 228 份引进大蒜资源的表型多样性分析及适应性初步评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(5): 1186-1196.
- [19] 李祥栋,潘虹,陆秀娟,等. 薏苡属种质资源的主要表型性状多样性研究 [J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(1): 229-238.
- [20] 邓丽丽,孙琪,许玉兰,等. 云南松不同茎干类型群体针叶性状表型多样性比较 [J]. 西南林业大学学报, 2016, 36(3): 30-37.
- [21] 陈雪,王瑞,张胜森,等. 甘蓝型油菜隐性核三系临保系遗传多样性分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(8): 36-41.
- [22] 龚学臣. 试验统计方法及 SPSS 应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2014: 215-224.
- [23] 李秀华. 三叶木通种质资源研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2007.

责任编辑 潘春燕