

文章编号: 1001 - 1498(2008)04-555-06

山东泰山、蒙山地区湖北海棠花果性状变异的研究

邵文豪¹, 汤庚国^{2*}, 姜景民¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要:在对山东泰山、蒙山地区湖北海棠居群进行详细调查的基础上,依据花、果性状对 2 个地区的湖北海棠的表型变异进行了研究。结果表明:湖北海棠花、果性状在泰山、蒙山 2 个地区均出现了较明显的分化,两地分布的湖北海棠即泰山湖北海棠和平邑甜茶应为长期适应当地生境而形成的不同生态型。

关键词:泰山;蒙山;湖北海棠;居群;表型变异

中图分类号: S685 **文献标识码:** A

Research on Variation of Floral and Fruit Traits of *Malus hupehensis* Populations between Mountain Taishan and Mountain Mengshan

SHAO Wen-hao¹, TANG Geng-guo², JIANG Jing-min¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The phenotypic variations of *Malus hupehensis* between Mountain Taishan and Mountain Mengshan in Shandong Province were studied by analyzing floral and fruit traits, based on detailed investigation. The results showed that, the differentiation of floral and fruit traits between Mountain Taishan and Mountain Mengshan was obvious. *M. hupehensis* var. *taishanensis* and *M. hupehensis* var. *pinyiensis* were two different ecotypes which were adapted to the local environments.

Key words: Mountain Taishan; Mountain Mengshan; *Malus hupehensis*; population; variation

湖北海棠 (*Malus hupehensis* (Pamp.) Rehd) 隶属于蔷薇科 (Rosaceae) 苹果亚科 (Maloidae) 苹果属 (*Malus* Mill) 苹果亚属 (Subgenus *Malus*) 山荆子组 (Sectio *Gynnamales* Koehne) 山荆子系 (Ser. *Baccatae* (Rehd.) Rehd)^[1], 自然分布于我国的 19 个省区, 由于长期适应各地的生长环境而形成了很多种下变异类型, 有的园艺学者也记载了很多湖北海棠种下“类型”^[2-5], 如泰山海棠 (*M. hupehensis* var. *taishanensis* Jiang)、平邑甜茶 (*M. hupehensis* var. *pinyiensis* Jiang)、盐源湖北海棠、石屏野海棠、蒲江海棠、南坪湖北海棠、石柱湖北海棠、马尔康湖北海棠等, 这些所谓类型多是湖北海棠的不同地理种源或作为砧木的不同的

实验材料, 它们之间在无融合生殖、嫁接亲和力、抗性生理等方面均存在一定的差异^[6-15], 这从一侧面也反映出湖北海棠变异的复杂性。当环境条件在较大的空间尺度上有所差异时, 居群间变异应该是植物的一个有效的适应对策。通过对山东泰山、蒙山地区间分布的湖北海棠变异性的比较研究, 对揭示湖北海棠在不同的地区间的变异规律及其对不同生境的适应策略具有重要意义, 为更大范围内研究湖北海棠的变异式样提供基础资料。

1 材料与方法

2005 年 4 月至 11 月在山东泰山、蒙山地区进行

收稿日期: 2007-06-22

作者简介: 邵文豪 (1981—) 男, 山东济宁人, 硕士, 研究实习员, 主要从事植物分类学研究。

* 通讯作者: 汤庚国 (1950—) 男, 江苏南京人, 教授, 博士生导师。

了大量的湖北海棠野生居群调查工作,其中 4 月底至 5 月初采集测量了湖北海棠花的形态指标,并将材料压制成蜡叶标本,同时采用挂牌和标记笔标记方法定号,9 月中旬至 10 月初在同一地方居群的不同植株上采集成熟果实作为研究对象,测量其形态指标并制成蜡叶标本。凭据标本存放于南京林业大学树木标本室(NF)。

泰山地区共选取了 2 个小居群,后石坞居群,海拔 1 300 m 左右;碧霞祠居群,海拔 1 450 m 左右,共计植株 45 棵。后石坞居群整体位于泰山后石坞风景区,包括北天门下方的一些植株,生境较好;而碧霞祠居群位于泰山碧霞祠附近,包括泰山拱北石、气象站处的一些植株,生境相对较差。蒙山地区也选取了 2 个小居群,均在龟蒙顶附近,海拔 1 050 m 左右,位于山顶阳面,生境也较好,2 个小居群共选用植株 48 棵。

从每棵植株的不同部位采集 4 份标本,每份标本分别测量 10 个花序和 10 个果序的形态数据,每个花序中测量每朵花的花柄长、萼齿长、萼筒长、花柱数,每个果序中测量每个果实的果柄长、果长、果径,最后计算 4 份标本的所有花果形态数据平均值作为单株形态指标纳入运算;应用 SPSS 统计分析软件中的方差分析、柱状图、散点图等工具进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 泰山、蒙山居群间花性状变异的分析

泰山、蒙山地区湖北海棠居群间在花的萼齿长、萼筒长、萼齿长/萼筒长、花柄长、花柱数性状上出现了较为明显的变异,表现出差异显著性(表 1)。

由表 2 可知:(1)萼齿长与萼筒长:蒙山的 2 个居群与泰山的 2 个居群间在此性状上均差异显著($P=0.05$),尤其是萼齿长,差异极显著($P=0.01$);泰山的 2 个居群间和蒙山的 2 个居群间在该性状上也有较大的变异。(2)萼齿长/萼筒长:蒙山、泰山地区的居群间在该性状上呈极显著差异($P=0.01$),变异较大;而蒙山的 2 个居群间和泰山的 2 个居群间则差异不显著,变异不明显。(3)2 个地区的居群间花柄长同样变异较大,呈极显著差异($P=0.01$)。(4)花柱数在泰山、蒙山地区的居群间也出现较大的变异,差异显著($P=0.05$),其中蒙山的 2 个居群与泰山后石坞居群间差异显著($P=0.05$),与泰山碧霞祠居群间呈极显著差异($P=0.01$)。

表 1 泰山、蒙山居群间花性状变异的方差分析结果

性状	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
每花序花数	v_1	2 089	3	0 696	1.434	0.238
	v_2	43 202	89	0 485	-	-
	v	45 290	92	-	-	-
萼齿长	v_1	0 715	3	0 238	73.444	0.000
	v_2	0 289	89	0 003	-	-
	v	1.004	92	-	-	-
萼筒长	v_1	0 036	3	0 012	11.763	0.000
	v_2	0 091	89	0 001	-	-
	v	0 127	92	-	-	-
萼齿长/萼筒长	v_1	3 522	3	1 174	51.664	0.000
	v_2	2 023	89	0 023	-	-
	v	5 545	92	-	-	-
花柄长	v_1	21.992	3	7.331	59.343	0.000
	v_2	10.994	89	0 124	-	-
	v	32.986	92	-	-	-
花柱数	v_1	6 206	3	2 069	5.931	0.001
	v_2	31.042	89	0 349	-	-
	v	37.247	92	-	-	-

注: v_1 表示居群间, v_2 表示居群内, v 表示总和;表 3 同。

表 2 泰山、蒙山居群间花性状变异的多重比较(LSD法)

因变量	居群	居群	平均差异值	因变量	居群	居群	平均差异值
每花序花数			0.27	萼齿长/萼筒长			-0.0776
			0.38				0.3226**
			0.08				0.3712**
			-0.27				0.0776
			0.10				0.4002**
			-0.19				0.4488**
			-0.38				-0.3226**
			-0.10				-0.4002**
			-0.29				0.0486
			-0.08				-0.3712**
萼齿长			0.19	花柄长			-0.4488**
			0.29				-0.0486
			-0.0407*				-0.039
			0.1254**				0.558**
			0.1768**				1.198**
			0.0407*				0.039
			0.1661**				0.597**
			0.2175**				1.237**
			-0.1254**				-0.558**
			-0.1661**				-0.597**
萼筒长			0.0514**	花柱数			0.640**
			-0.1768**				-1.198**
			-0.2175**				-1.237**
			-0.0514**				-0.640**
			-0.0090*				-0.13
			0.0054*				0.46**
			0.0449**				0.42**
			0.0090*				0.13
			0.0144*				0.59**
			0.0539**				0.55**
花柱数			-0.0054*	-0.46**			
			-0.0144*	-0.59**			
			0.0395**	-0.04			
			-0.0449**	-0.42**			
			-0.0539**	-0.55**			
			-0.0395**	0.04			

注:*表示 $P=0.05$ 水平上差异显著,**表示 $P=0.01$ 水平上差异极显著。表示泰山后石坞居群,表示泰山碧霞祠居群;表示蒙山的 2 个居群;表 4 同。

从图 1 可知:泰山地区和蒙山地区的植株绝大多数分别聚在一起,泰山的 2 个居群间、蒙山的 2 个居群间均没有出现明显的分化。王家保等^[16]对蒙山地区分布的平邑甜茶(湖北海棠变种)变异性研究的结果也表明,该地区的湖北海棠植株间的植物学性状无显著差异。相对而言,蒙山居群与泰山居群间在花的各个性状上出现了较为明显的分化,蒙山湖北海棠植株的萼齿、萼筒、花柄较泰山的植株长。

长短,即萼齿长/萼筒长、萼齿形状这 2 个性状在苹果属,尤其是山荆子组中具有重要的分类学意义。由图 1 可知:该性状在 2 个居群间也出现了较为明显的分化,泰山地区的湖北海棠萼齿与萼筒近等长,而蒙山地区的湖北海棠花萼齿明显长于萼筒;野外调查中也发现,泰山地区的湖北海棠花萼齿绝大多数为三角卵形,蒙山地区的则绝大多数为披针形、卵状披针形,因此萼齿的形状在 2 个居群间同样出现了较明显的分化。

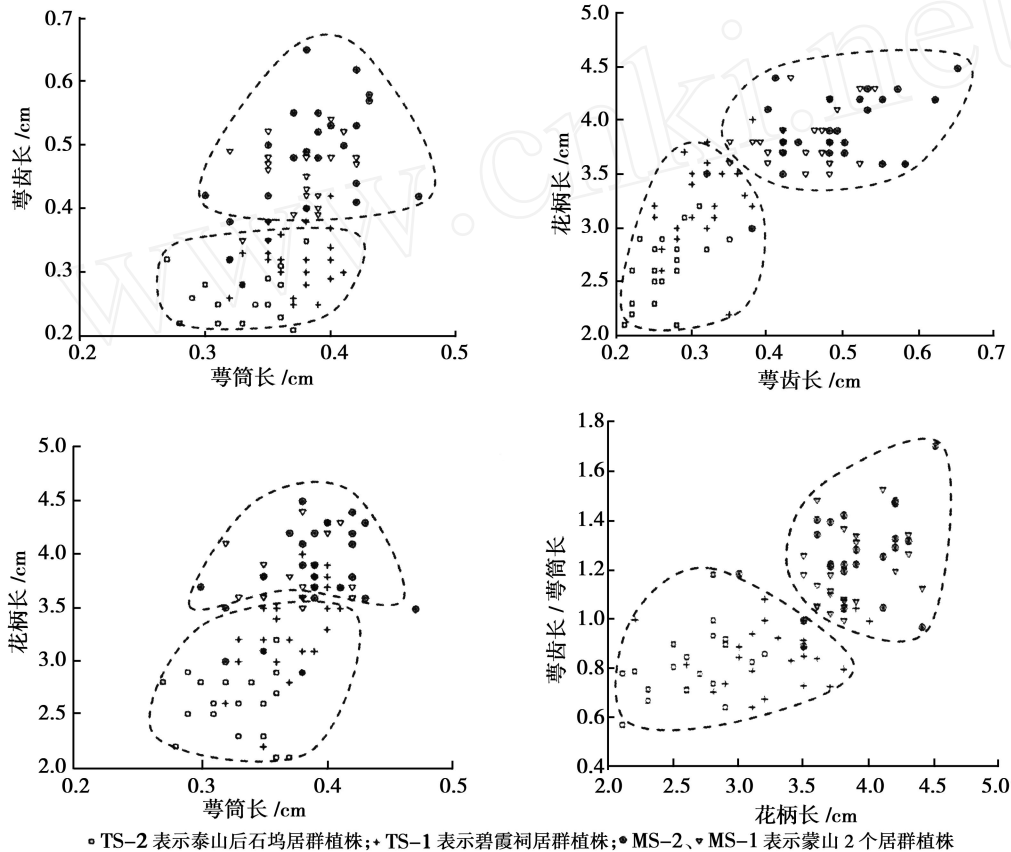


图 1 泰山、蒙山居群间花性状的分化

花柱数在山荆子组中同样具有重要的意义。从表 1、2 中可知:泰山、蒙山 2 个居群之间花柱数呈显著性差异 ($P = 0.01$),说明 2 个居群间的湖北海棠植株在花柱数上存在一定的变异。从图 2 可知:蒙山的湖北海棠植株以 4 条花柱为主,占 53%,3 条花柱仅占 37%;而泰山的湖北海棠植株以 3 条花柱占绝大多数,占 75%,2 个居群间在花柱数上出现了一定程度的分化。由表 2 还可看出:蒙山的居群与泰山碧霞祠居群间在花柱数性状上呈极显著差异 ($P = 0.01$),这是由于碧霞祠居群中少数湖北海棠植株存在有 2 条花柱的情况。湖北海棠的花柱数多为 3 条或 4 条,碧霞祠居群 2 条花柱情况的出现应

与一定的环境胁迫有关。调查发现该居群整体分布海拔较高,生境较差,湖北海棠伴生植物很少,多已成为山顶纯林,而且由于处在重点旅游景区,客流量较大,游人的踩踏使得湖北海棠林地遭到破坏,土壤流失严重,多有岩石裸露。

此外,泰山地区的湖北海棠花蕾期时花苞连同花柄都呈现明显的粉红色,当花完全开放以后,花瓣的颜色也多呈现较为明显的粉红色,而且花型较小;而蒙山地区的湖北海棠花蕾期时仅有极少数花的花苞、花柄微带粉红色,且当花完全开放后,花瓣的颜色绝大多数为洁白色,花型也明显较大。因此,泰山、蒙山 2 个居群间在花色、花型性状上也出现了较

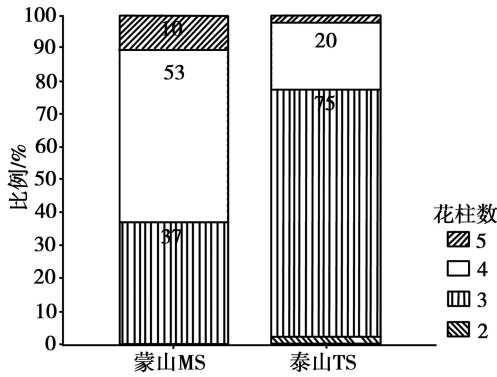


图 2 泰山、蒙山居群间花柱数比较

明显的分化。调查还发现,蒙山的湖北海棠花柄均疏被长柔毛,而泰山的湖北海棠花柄光滑无毛,在此性状上 2 个居群间也出现了较为明显的分化。综上所述,泰山、蒙山 2 个居群间在花整体性状上出现了较为明显的分化。

2.2 泰山、蒙山居群间果性状变异的分析

泰山、蒙山地区湖北海棠居群间在果长、果径、果长/果径、果柄长性状上均出现了较大的变异,呈显著性差异(表 3)。

表 3 泰山、蒙山居群间果性状变异的方差分析结果

因变量	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
果长	v_1	1 659.798	3	553.266	35.806	0.000
	v_2	556.266	36	15.452	-	-
	v	2 216.065	39	-	-	-
果径	v_1	2 300.840	3	766.947	43.802	0.000
	v_2	630.337	36	17.509	-	-
	v	2 931.177	39	-	-	-
果长/果径	v_1	0.031	3	0.010	8.071	0.000
	v_2	0.047	36	0.001	-	-
	v	0.078	39	-	-	-
果柄长	v_1	94.331	3	31.444	6.016	0.002
	v_2	188.157	36	5.227	-	-
	v	282.487	39	-	-	-

由表 4 可知:蒙山的 2 个居群与泰山的 2 个居群间果长、果径均表现极显著差异 ($P=0.01$),表明蒙山、泰山两地的湖北海棠在果实大小,即果型上出现了较为明显的变异;而泰山的 2 个居群间在该性状上也存在一定的变异,其中果径呈显著差异 ($P=0.05$),果长呈极显著差异 ($P=0.01$),蒙山的 2 个居群间则无显著性差异;在果柄长性状上,泰山的 2 个居群间呈显著性差异 ($P=0.05$),蒙山的 2 个居群间差异极显著 ($P=0.01$),总体来讲,果柄长性状在各居群间变异相对复杂。

表 4 泰山、蒙山居群间果性状变异的多重比较 (LSD 法)

因变量	居群	居群	平均 差异值	因变量	居群	居群	平均 差异值	
果长			6.30**	果长 / 果径			0.0256	
			-8.32**					0.0742**
			-9.50**					0.0533**
			-6.30**					-0.0256
			-14.62**					0.0486**
			-15.80**					0.0277
			8.32**					-0.0742**
			14.62**					-0.0486**
			-1.18					-0.0209
			9.50**					-0.0533**
果径			15.80**				-0.0277	
			1.18				0.0209	
			4.67*				2.35*	
			-12.58**				1.78	
			-12.37**				-1.55	
			-4.67*				-2.35*	
			-17.24**				-0.56	
			-17.03**				-3.90**	
			12.58**				-1.78	
			17.24**				0.56	
果柄长			0.21				-3.33**	
			12.37**				1.55	
			17.03**				3.90**	
			-0.21				3.33**	

由图 3 可知:泰山、蒙山 2 个居群间在果长、果径即果型大小性状上出现了较为明显的分化,蒙山地区的湖北海棠果实明显地较泰山地区的大。果柄长性状在 2 个居群间并没有出现相应地分化,方差分析结果表明:果柄长这一性状在各居群间变异相对复杂;而通过前面对花性状变异的分析可知,泰山、蒙山 2 个居群间的花柄长在 $P=0.01$ 水平上差异极显著,表明两地间花柄长有较为明显的分化。由此可见,花柄长完成其作为“花的性状”的使命后,在逐渐转向“果的性状”的过程中,也即在花柄长的后期发育成熟过程中,其表型变异较大。综上所述,湖北海棠果型大小在泰山、蒙山地区间出现了较为明显的分化。

3 讨论

(1)湖北海棠泰山居群和蒙山居群间在花、果的整体性状上出现了较明显的分化。泰山居群的湖北海棠萼齿、萼筒比蒙山居群的短,萼齿长、萼筒长、果型这 2 个性状也较蒙山居群的小。在质量性状上两地间也出现了较明显的变异,泰山地区的湖北海棠花柄无毛,而蒙山地区的花柄疏被长柔毛;泰山地

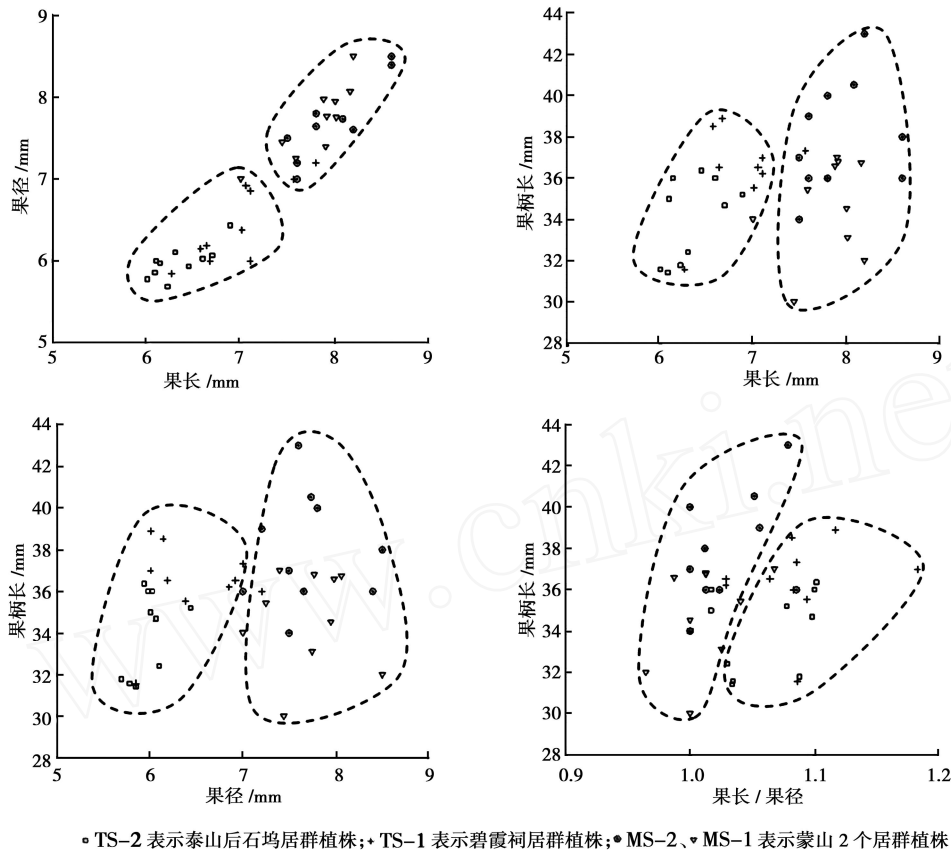


图 3 泰山、蒙山居群间果性状的分化

区的花萼齿为三角卵形,而蒙山地区的萼齿为披针形;两地间在花柱数性状上也存在一定程度的分化,泰山地区湖北海棠花绝大多数具 3 条花柱,蒙山地区的花则以 4 条花柱为主;此外,泰山地区湖北海棠花色多呈一定程度的粉红色,且花径较小,而蒙山地区花的颜色多为洁白色,且花径相对较大。马洪菊等^[17]对四川、重庆地区的湖北海棠 6 个居群 72 棵植株的形态变异进行研究后认为,选用的居群之间在形态上发生了一定程度的分化,只是这种分化还不能清楚地区分不同的居群;本文的研究结果表明,湖北海棠形态特征在山东泰山居群与蒙山居群之间出现了较明显的分化,而且这种分化能够在一定程度上将 2 个居群很好地区分开。

(2)李育农^[2]在《苹果属植物种质资源研究》中记载了湖北海棠的 3 个变种,分别是平邑甜茶、泰山海棠变种、师宗小海棠变种 (*M. hupehensis* var *shizongensis* Jiang),其中平邑甜茶变种指的便是分布于山东蒙山地区的湖北海棠,而泰山海棠变种指的则是分布于山东泰山地区的湖北海棠;但 3 个变种均未见其正式发表,其结论尚值得进行验证。本文的

研究表明,山东泰山、蒙山两地间的湖北海棠在花、果的整体性状上出现了较明显地变异。

在花这一相对稳定的性状上,湖北海棠在其分布区内多表现出花柱 3 条或 4 条、花柄无毛、萼齿与萼筒近等长的整体特征,而果的变异较大,果型大小等一些数量性状的变异多为连续变异。本文研究结果表明,泰山地区的湖北海棠多表现出花萼齿与萼筒近等长、萼齿三角卵形、花柱 3 条占多数、花多呈粉红色且花径较小的特征,而蒙山地区的湖北海棠多表现出花萼齿远长于萼筒、萼齿呈披针形、花柄疏被长柔毛、花柱 4 条占多数的特征。综上所述,湖北海棠在泰山、蒙山地区间出现了较为明显的分化,两地分布的湖北海棠即泰山湖北海棠和平邑甜茶应为长期适应当地生境而形成的不同生态型,支持 2 个变种的成立。

参考文献:

- [1] 钱关泽. 苹果属 (*Malus* Mill.) 分类学研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2005
- [2] 李育农. 苹果属植物种质资源研究 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001

- [3] 周志钦,安华明,杨方云,等. 苹果属植物种内和种间无融合生殖能力的研究[J]. 西南农业大学学报, 1998, 20(2): 114 - 116
- [4] 赵晓光,潘增光. 我国无融合生殖类型的苹果属资源及其利用[J]. 山东林业科技, 2002, 14(3): 33 - 34
- [5] 李晓林,成明昊. 四倍体湖北海棠特性研究[J]. 西南农业大学学报, 1999, 21(6): 529 - 531
- [6] Sampson D R. Use of leaf color marker gene to detect apomixis in *Malus* species and observations on the variability of apomictic seedling[J]. Can J Plant Sci, 1969, 49: 409 - 416
- [7] Olien W C. Apomictic crabapples and their potential for research and fruit production[J]. Hort Science, 1987, 22(4): 541 - 546
- [8] 董绍珍,俞宏. 苹果属植物与无融合生殖[J]. 果树科学, 1987, 4(4): 27 - 29
- [9] 梁国鲁,李育农,李晓林. 中国苹果属植物小孢子减数分裂染色体系统研究[J]. 西南农业大学学报, 1996, 18(4): 298 - 307
- [10] 赵进春,任庆棉,刘捍中,等. 部分苹果属植物的抗盐性鉴定[J]. 北方果树, 1995(1): 9 - 10
- [11] 成明昊,李晓林. 苹果砧木资源的耐涝性研究[J]. 中国南方果树, 1996, 25(3): 43 - 44
- [12] 杨静慧,杨焕婷. 苹果砧木耐热性研究[J]. 西南农业大学学报, 1996, 18(3): 217 - 220
- [13] 张云贵,成明昊,尹克林. 十九种苹果属植物的抗寒性鉴定[J]. 西南园艺, 1999, 27(1): 55 - 58
- [14] Batlle I, Alston F H. Isoenzyme aided selection in the transfer of mildew (*Podosphaera leucotricha*) resistance from *Malus hupehensis* to the cultivated apple[J]. Euphytica, 1994, 77(1 - 2): 11 - 14
- [15] 曾 明. 苹果属植物对苹果褪绿叶斑病毒病的抗性[J]. 果树科学, 1994, 11(1): 5 - 9
- [16] 王家保,魏钦平,沈 向,等. 野生平邑甜茶变异研究[J]. 果树学报, 2002, 19(2): 79 - 82
- [17] 马洪菊,何 平,邓洪平,等. 湖北海棠不同居群形态变异的数量分析[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2002, 27(4): 559 - 562