

苹果杂种实生苗叶片性状遗传趋势研究

吕天星^{1,2}, 王 铭¹, 伊 凯²

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009)

摘 要:以 7 个苹果品种及 5 个杂交组合的 F_1 代种苗为试材, 测定并评价了叶长、叶宽、叶厚、叶面积、叶形指数 5 个表观性状, 研究了苹果杂种后代叶片性状的遗传规律。结果表明: 苹果叶片性状呈现明显的衰退趋势, 叶片性状在杂交后代中存在广泛变异, 叶片大小在个体间的差异变化最大, 比较适合作为杂交后代叶片性状早期选择的指标。

关键词:苹果; 杂交后代; 叶片性状; 早期选择

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)14-0008-03

叶片是果树进行光合作用的重要器官, 是制造有机营养物质的“绿色工厂”。叶片性状是生理生化、遗传育种、作物栽培等研究经常涉及的主要性状^[1-2]。由于苹果杂种实生苗成年期叶片与童年期叶片存在着显著的正相关性^[3], 叶片性状与果实性状也具有显著的相关性。因此, 探明叶片性状的遗传规律对苹果杂交子代的早期鉴定和预先选择具有重要意义, 可籍以达到提高育种效率、加速育种进程的目的。该研究以 7 个苹果品种及 5 个杂交组合的 F_1 代种苗为研究材料, 测定并评价了叶长、叶宽、叶面积等 5 个表观性状特征, 以期探明苹果杂交子代叶片性状的遗传变异趋势, 为苹果育种和子代筛选提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2011 年在辽宁省果树所试验区进行, 以“华红”、“寒富”、“凉香”、“望山红”、“摩里士”、“岳帅”、“藤牧”7 个苹果品种及其“华红”×“寒富”、“华红”×“凉香”、“望山红”×“摩里士”、“寒富”×“岳帅”、“摩里士”×“藤牧”5 个杂交组合的 F_1 幼苗(1 a 生)为试验材料。在 2011 年 3 月将杂交后代(F_1)群体及亲本苗木在距地面 30 cm 处低位定干, 每组合定植 120 株。每小区 40 株, 共 3 次重复, 统一栽培管理。株行距为 1 m×1 m, 果园土壤为沙壤土, 肥力中等。

第一作者简介:吕天星(1979-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事果树种质资源研究工作。E-mail: ltxdj2001@163.com

责任作者:王铭(1957-), 男, 教授, 硕士生导师, 现主要从事葡萄遗传育种等研究工作。

基金项目:国家苹果产业技术体系晚熟育种岗位专家资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2013-03-05

1.2 试验方法

于 8 月初杂种实生苗及亲本苗木在距中心干顶端 30 cm 处取 2 片成熟、无病虫害的叶片。用直尺测量叶长、叶宽、叶柄长度; 叶片厚度采用徒手切片法在光学显微镜下测定。叶面积采用 LI-3000 便携式叶面积仪测定, 叶形指数=叶长/叶宽。

1.3 数据分析

用 Excel 软件对数据进行处理和计算, 用 DPS 数据处理系统对数据进行方差分析。变异系数(CV, %) = 标准差/ F_1 × 100; 遗传传递力(T_a , %) = F_1 /MP × 100; 中亲优势(MPH)和超高亲优势(即超亲优势, BPH)计算参见景士西^[4]的方法: MPH(%) = $[(F_1 - MP)/MP] \times 100$; BPH(%) = $[(F_1 - BP)/BP] \times 100$ (式中, F_1 为杂种平均值, MP 为双亲平均值即中亲值, BP 为双亲中较优良的一个亲本的值即高亲值)。

2 结果与分析

2.1 杂交亲本的叶片性状表现

由表 1 可知, 7 个杂交亲本的叶片性状值存在较大差异, “华红”的叶宽、叶厚、叶面积显著高于其它亲本($P < 0.05$), 而叶形指数则与“凉香”一样无显著差异, 但显著($P < 0.05$)低于其它亲本。“摩里士”的叶长显著($P < 0.05$)高于其它亲本。“望山红”的叶长及叶面积显著($P < 0.05$)低于其它亲本。“岳帅”的叶形指数显著($P < 0.05$)高于其它亲本。

2.2 F_1 代表现值及分布趋势

由表 2 可知, 参试的各杂交苹果组合的叶长、叶厚、叶形指数 3 个性状的遗传, 在相同性状间表现出了相似的趋势。在某单一性状方面, 5 个杂交组合的 F_1 代平均值低于中亲值或低亲值, 不同组合遗传传递力存在一定差异, 但都在 90% 以下。低亲率在 26.3%~99.1% 之间, 超高亲率在 0~14.4% 之间, 低于低亲的比率明显高于相应的超高亲率。

表 1 不同亲本叶片性状值

Table 1 Leaf traits value of different parents leaves					
亲本 Parents	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm	叶面积 Leaf area/cm ²	叶厚 Leaf thickness/mm	叶形指数 Leaf index
“寒富”“Hanfu”	11.1±1.3 c	6.0±0.6 b	46.9±8.2 c	0.35±0.048 b	1.86±0.26 d
“华红”“Huahong”	11.6±1.0 b	7.0±0.8 a	57.3±11.0 a	0.37±0.063 a	1.65±0.12 e
“凉香”“Liangxiang”	9.6±1.3 d	6.0±0.8 b	41.1±10.1 d	0.31±0.040 c	1.60±0.18 e
“摩里士”“Molishi”	12.3±1.6 a	6.0±0.7 b	51.6±10.9 b	0.30±0.030 c	2.07±0.26 b
“藤牧”“Tengmu”	11.7±1.3 b	6.0±0.6 b	49.3±9.2 bc	0.30±0.023 c	1.96±0.17 c
“望山红”“Wangshanhong”	9.1±0.8 e	4.9±0.5 d	31.3±5.4 e	0.27±0.026 d	1.89±0.17 d
“岳帅”“Yueshuai”	11.4±1.1 bc	5.3±0.6 c	42.7±8.0 d	0.31±0.027 c	2.18±0.21 a

表 2 5 个杂交组合 F₁ 代叶片性状的遗传变异

Table 2		The hereditary variation of leaf traits in F ₁ generation of five combinations									
检测项目	组合	母本	父本	中亲值	杂种后代群体 Hybrid progeny population					超亲植株	
Tested items	Combination	Female	Male	Mid-parent						Super hydrophilic plant	
		parent ♀	parent ♂	value	变异幅度	平均值	标准差	变异系数	遗传传递	低于低亲	高于高亲
							s	C. V. / %	力 / %	/ %	/ %
叶长 Leaf length/cm	“华红”×“凉香”	11.6	9.6	10.6	6.4~15.0	8.7	1.2	14.3	81.9	86.0	2.5
	“华红”×“寒富”	11.6	11.1	11.3	6.1~11.1	8.4	1.1	12.4	74.6	99.1	0.0
	“望山红”×“摩里士”	9.1	12.3	10.7	6.7~11.2	8.9	1.0	11.5	83.4	59.6	0.0
	“寒富”×“岳帅”	11.1	11.4	11.3	4.5~11.6	9.0	1.3	14.1	80.3	96.6	0.9
	“摩里士”×“藤牧”	12.3	11.7	12.0	4.6~12.6	9.7	1.1	11.3	81.1	99.1	0.9
叶宽 Leaf width/cm	“华红”×“凉香”	7.0	6.0	6.5	4.4~8.0	6.1	0.7	11.6	93.8	47.9	9.1
	“华红”×“寒富”	7.0	6.0	6.5	4.1~7.4	5.8	0.7	12.6	89.3	59.8	4.3
	“望山红”×“摩里士”	4.9	6.0	5.4	3.4~8.7	5.8	0.9	15.4	106.4	11.4	31.6
	“寒富”×“岳帅”	6.0	5.3	5.7	3.5~10.2	5.7	0.8	14.2	101.2	27.6	30.2
	“摩里士”×“藤牧”	6.0	6.0	6.0	4.1~8.3	6.3	0.8	12.2	105.8	33.3	66.7
叶面积 Leaf area/cm ²	“华红”×“凉香”	57.3	41.1	49.2	20.3~73.5	37.6	8.9	23.7	76.3	71.2	3.2
	“华红”×“寒富”	57.3	46.9	52.1	18.1~54.7	34.7	7.6	21.8	66.7	94.9	0.0
	“望山红”×“摩里士”	31.35	51.55	41.45	17.6~54.1	36.30	7.93	21.9	87.5	26.3	2.6
	“寒富”×“岳帅”	46.86	42.69	44.78	13.5~55.5	36.50	7.99	21.9	81.5	76.7	6.9
	“摩里士”×“藤牧”	51.55	49.25	50.40	16.7~63.9	43.30	8.55	19.8	85.8	78.4	14.4
叶厚 Leaf thickness/mm	“华红”×“凉香”	0.37	0.31	0.34	0.21~0.50	0.30	0.05	16.0	88.7	68.4	5.7
	“华红”×“寒富”	0.37	0.35	0.36	0.21~0.40	0.28	0.04	14.3	78.1	95.7	0.9
	“望山红”×“摩里士”	0.27	0.30	0.29	0.19~0.45	0.27	0.04	14.8	95.0	41.7	15.7
	“寒富”×“岳帅”	0.35	0.31	0.33	0.20~0.41	0.28	0.04	15.9	86.8	75.0	7.8
	“摩里士”×“藤牧”	0.30	0.30	0.30	0.22~0.51	0.34	0.07	19.6	113.0	21.6	66.7
叶形指数 Leaf index	“华红”×“凉香”	1.65	1.60	1.63	1.13~2.14	1.42	0.17	11.8	87.4	87.6	7.4
	“华红”×“寒富”	1.65	1.86	1.75	1.05~1.93	1.46	0.17	11.4	83.2	88.0	2.6
	“望山红”×“摩里士”	1.89	2.07	1.98	0.64~2.18	1.57	0.19	12.1	79.2	94.7	0.9
	“寒富”×“岳帅”	1.86	2.18	2.02	0.58~2.05	1.60	0.22	13.7	79.1	89.7	0.0
	“摩里士”×“藤牧”	2.07	1.96	2.02	0.88~2.26	1.55	0.18	11.6	76.9	97.3	1.8

在叶宽、叶厚的遗传方面,遗传传递力出现了 100% 以上的组合,说明这 2 个性状的遗传传递力较强,较易选出叶片宽、厚的后代。低亲率与超高亲率大小也有了变化。叶宽遗传中,“望山红”×“摩里士”、“寒富”×“岳帅”、“摩里士”×“藤牧”的遗传传递力在 101.2%~106.4%之间,低亲率在 11.4%~33.3%之间,超高亲率在 30.2%~66.7%之间,低于低亲的比率明显低于相应的超高亲率。而“华红”×“凉香”、“华红”×“寒富”的遗传传递力在 89.3%~93.8%之间,低亲率在 47.9%~59.8%之间,超高亲率在 4.3%~9.1%之间,低于低亲的比率明显高于相应的超高亲率。

叶片厚度遗传中,“摩里士”×“藤牧”的遗传传递力 113.0%,低亲率 21.6%,超高亲率 66.7%之间,低于低亲的比率明显低于相应的超高亲率。而“华红”×“凉

香”、“华红”×“寒富”、“望山红”×“摩里士”、“寒富”×“岳帅”的遗传传递力在 78.1%~95.0%之间,低亲率在 41.7%~95.7%之间,超高亲率在 0.9%~15.7%之间,低于低亲的比率明显高于相应的超高亲率。

由此可以看出,杂种后代与亲本都具有叶片性状衰退趋势,其原因可能是叶片作为育种的主要目标性状,经过长期的人为选择导致品种在叶片性状上具有较大的非加性效应,有性杂交使非加性效应不能在后代固定,而导致后代平均值明显低于亲本。

叶片的 5 个性状在杂交后代中存在着广泛的分离变异,其中叶面积的变化幅度最大,最大值与最小值相差 4 倍左右,其它性状单株间的差异相对较小。

各性状的变异系数也有差别,叶面积变异系数最大,变化范围在 19.8%~23.7%之间,明显高于其它

性状。

2.3 F₁代叶片性状的杂种优势

由表3可知,叶长、叶面积、叶形指数的中亲优势及超亲优势均为负优势。从叶宽中亲优势看,“华红”×“凉香”、“华红”×“寒富”为负优势,“寒富”×“岳帅”优势

率为0,“望山红”×“摩里士”、“摩里士”×“藤牧”有较弱正优势。除“摩里士”×“藤牧”具有较弱的超亲优势外,其它组合超亲优势均为负优势。此外,除“摩里士”×“藤牧”叶厚中亲优势及超亲优势为较弱的正优势外,其它组合中亲优势及超亲优势均表现负优势(占80%)。

表3

5个组合F₁叶片性状杂种优势

Table 3

Heterosis of leaf traits of F₁ of five combinations

检测项目 Tested items	“华红”×“凉香” ‘Huahong’×‘Liangxiang’		“华红”×“寒富” ‘Huahong’×‘Hanfu’		“望山红”×“摩里士” ‘Wangshanhong’×‘Molishi’		“寒富”×“岳帅” ‘Hanfu’×‘Yueshuai’		“摩里士”×“藤牧” ‘Molishi’×‘Tengmu’	
	中亲优势/%	超亲优势/%	中亲优势/%	超亲优势/%	中亲优势/%	超亲优势/%	中亲优势/%	超亲优势/%	中亲优势/%	超亲优势/%
叶长 Leaf length	-17.92	-25.00	-25.66	-27.59	-16.82	-27.64	-20.35	-21.05	-19.17	-21.14
叶宽 Leaf width	-6.15	-12.86	-10.77	-17.14	7.41	-3.33	0.00	-5.00	5.00	5.00
叶面积 Leaf area	-23.58	-34.38	-33.40	-39.44	-12.42	-29.58	-18.49	-22.11	-14.09	-16.00
叶厚 Leaf thick	-11.76	-18.92	-22.22	-24.32	-6.90	-10.00	-15.15	-20.00	13.33	13.33
叶形指数 Leaf index	-12.88	-13.94	-16.57	-21.51	-20.71	-24.15	-20.79	-26.61	-23.27	-25.12

2.4 苹果杂种F₁代叶性状变异分析

变异系数大小反映了生物个体的差异范围^[5]。依据变异系数来看,在苹果杂交后代之间,叶长、叶宽、叶厚、叶面积和叶形指数5个性状的变异系数均大于10%,这些均可作为早期选择的有效指标。而且叶面积的变异系数在各杂交组合中达到19.8%~23.7%,明显高于其它几个性状,表明叶片大小在杂交后代个体之间差异较大。变异系数越大,说明该性状在群体间的差异越大,利用该性状进行早期选择的可能性越强^[6]。叶厚度、叶长、叶宽和叶形指数4个性状在田间仅凭肉眼观察很难判别分类,作为选择指标不够简便、直观,叶面积即叶片大小比较适合作为选择指标。

3 结论

苹果杂种后代各性状分离程度不一,筛选出有效的指标进行早期选择至关重要。对于早期选择的指标,国内外都有一些零星的报道,多是根据叶片与果实的相关性而提出来^[3,7-9]。景士西^[10-11]研究表明,果树的短叶柄与大果型、叶厚与丰产性、叶面积与果形大小、叶形指数与果形指数均呈密切正相关。苹果育种中欲选择果形端正而大的优良丰产单株,可以在早期定向选择叶柄短、叶大、叶厚、叶形指数高的杂交后代来满足所需的育

种目标,淘汰大量不理想的幼苗和株系,以提高育种效率,加快育种进程。

参考文献

- [1] 张传来,尤扬,贾文庆,等.新高梨叶面积测量相关性分析及回归方程的建立[J].贵州农业科学,2009,37(12):171-174.
- [2] 李霞,任承刚,王满,等.江苏地区凤眼莲叶片光合作用对光照度和温度的响应[J].江苏农业学报,2010,26(5):943-947.
- [3] 沙守峰,伊凯,刘志,等.苹果杂种树叶片在预选中的应用研究[J].北方果树,2004(3):4-5.
- [4] 景士西.园艺植物育种学总论[M].北京:中国农业出版社,2000:145.
- [5] 王力荣,朱更瑞,方伟超.桃种质资源若干植物学数量性状描述指标探讨[J].中国农业科学,2005,38(4):770-776.
- [6] 刘振中,孙彪,樊红科.苹果杂交F₁代若干农艺性状变异分析[J].陕西农业科学,2010(6):12-15.
- [7] 王力荣.桃种质资源果实数量性状评价指标探讨[J].园艺学报,2005,32(1):1-5.
- [8] 孙升.李属资源若干数量性状评价标准探讨[J].园艺学报,1999,26(1):7-12.
- [9] 王冬梅,伊凯,刘志,等.苹果杂种叶片与果实的相关性研究[J].北方果树,2004(12):72-73.
- [10] 景士西.关于编制我国果树种质资源评价系统若干问题的商榷[J].园艺学报,1993,20(4):353-357.
- [11] 景士西. IBPGR果树种质资源描述评价系统的综述及几点修改建议[J].果树科学,1993,10(增刊):10-14.

Study on Genetic Trends of Leaf Traits in Apple Hybrid Seedling

LV Tian-xing^{1,2}, WANG Ming¹, YI Kai²

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue, Liaoning 115009)

Abstract: Seven apple cultivars and five hybrid progenies of different cross combinations were used as test materials, the appearance characters of leaf length, width, thicknesses and leaf index were investigated, the genetic trends of leaf traits in leaves of apple breeding were studied. The results showed that there was a great discrepancy and there were great varieties among hybrid progenies in leaf traits. The differences among singles of leaf sizes were the largest and were the suitable index of early choice of leaf traits of hybrid progeny.

Key words: apple; hybrid progeny; leaf trait; early choice