

新疆野苹果 (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) 植物学性状遗传多样性及相关性分析

闫鹏¹, 韩立群¹, 梅闯¹, 刁永强², 许正², 张学超³, 马凯¹, 艾沙江·买买提¹, 王继勋¹

(¹新疆农业科学院园艺作物研究所/农业部新疆地区果树科学观测实验站, 乌鲁木齐 830091;

²伊犁哈萨克自治州林业科学院, 伊宁 835000; ³伊犁哈萨克自治州农业科学院, 伊宁 835000)

摘要:为加强野苹果种质资源利用与研究, 促进野苹果研究工作, 以3年来调查收集的新疆野苹果(赛威士苹果)的129个单株资源为材料, 对单果重、果实纵横径、叶片大小等12个数量性状和叶片颜色、叶尖类型等5个质量性状进行遗传多样性及相关性分析。分析结果表明:叶片颜色、叶尖类型、叶姿、叶缘、叶面状态5个质量性状分布频率较集中;单果重、果实纵横径、叶柄长、叶片长宽、可溶性固形物、干周、树高均存在较大变异, 变异系数幅度为16%~51%。各性状多样性指数也较大, 均值为1.9264, 叶片长的多样性指数最小为1.7359;果梗长的多样性指数最大为2.0525。新疆野苹果资源拥有丰富的遗传多样性, 在于果实相关性状的多样性指数高, 且变异幅度大, 表明丰富的遗传多样性是新疆野苹果资源的重要特征。

关键词:新疆野苹果; 遗传多样性; 性状分析; 相关系数

Genetic Diversity and Correlation Analysis of Botanical Characters in Xinjiang Wild Apple (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.)

YAN Peng¹, HAN Li-qun¹, MEI Chuang¹, DIAO Yong-qiang²,

XU Zheng², ZHANG Xue-chao³, MA Kai¹, Aisajan · mamat¹, WANG Ji-xun¹

(¹Institute of Horticulture Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Pomology (Xinjiang), Ministry of Agriculture, Urumqi 830091; ²Academy of Forestry in Ili, I'ning 835000; ³Academy of Agricultural in Ili, I'ning 835000)

Abstract: This study aims to improve the utilization and research of wild apple germplasm resources, and promote the research of the wild apple. We used 129 single-plant of Xinjiang wild apple resources, collected in recent three years, as materials to analyze genetic diversity and correlation of 12 quantitative traits (single fruit weight, fruit diameter, leaf size, etc.) and 5 qualitative traits (leaf color, leaf apex type, leaf margin, etc.). The results showed that qualitative traits such as leaf color, leaf apex, leaf margin, leaf shape and leaf surface had relatively concentrated distribution of frequency. Quantitative traits for example, single fruit weight, fruit diameters, petiole length, leaf blade width, soluble solid, trunk perimeter and tree heights, had a large variation range, variable coefficients range from 16% to 51%. Diversity index of each traits were also larger, with mean value of 1.9264, minimum in leaf length (1.7359), maximum in fruit stem (2.0525). Xinjiang wild apple resources are abundant in genetic diversity, large diversity index and variation ranges are particularly reflected in fruit related characters. These indicate that abundant genetic diversity is an important characteristic of Xinjiang wild apple resources.

Key words: *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.; genetic diversity; character analysis; correlation coefficient

收稿日期: 2015-09-09 修回日期: 2015-10-30 网络出版日期: 2016-06-08

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20160608.1432.018.html>

基金项目: 新疆农业科学院青年基金-新疆野苹果种下特异资源类型资源鉴定及指纹图谱构建(xjnkq-2015028); 新疆维吾尔自治区重大科技专项-伊犁植物园规划设计与前期建设(201330122-1);

第一作者研究方向为果树资源栽培与育种。E-mail: xaasyysyp@163.com

通信作者: 王继勋, 研究方向为果树种质资源栽培与育种。E-mail: ee_wjx@163.com

种质资源是农作物品种选育的主要物质基础,是选育高产、优质,具备抗性新品种的重要基因来源,对于未来农业产业的发展具有十分重要的意义。苹果是温带地区最重要的果树之一,也是我国栽培面积最大的果树。我国已成为苹果生产大国,苹果产业在华北至西北的广大区域已成为农业的主导产业。就世界范围内的苹果产业而言,近50年来国内外育成的1000余个苹果新品种(系),其中70%~80%的亲本为国光、富士、红星及金冠,这种“近亲繁殖”带来的问题甚多,品种的遗传基础狭窄,适应性、抗逆性减退,性状上很难取得重要突破^[1-3],因此加强对野苹果资源的搜集、保存与利用,对于扩大栽培苹果的遗传多样性具有重要意义。

新疆野苹果(*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) 又称塞威士苹果,蔷薇科(Rosaceae)苹果属(*Malus* Mill.)落叶小乔木植物,为第三纪孑遗植物之一,被许多学者研究证实为现代栽培苹果的原始祖先。新疆野苹果是我国经济果树资源中唯一的天然基因库^[4-5]。本研究以分布于新疆伊犁河谷的野苹果为研究对象,对其主要的植物学性状进行研究,以期对

野苹果资源的收集、保存、利用、研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验于2010年5月至2014年5月在新疆伊犁哈萨克自治州的霍城县、巩留县和新源县的野苹果分布区行进。选取分布于3个县的129株野苹果单株材料(表1),其中新源71份(XY)、霍城23份(HDM)、巩留35份(大莫河沟17份(GD)、七十一团八连附近16株(GB)、野苹果树王附近2株)。通过GPS定位及树体打号,固定调查单株,采集植物学性状数据。性状数据调查者为同一人,收集连续2年及以上的数据取平均值作为本次试验的数据资料。主要调查叶柄长、叶片长、叶片宽、果梗长、果梗粗、单果重、果实纵径、果实横径8个数量性状,同时野外测定果实的可溶性固形物、树体高度、固体干周、分布海拔高度等4个指标;以及叶姿、叶缘、叶面颜色、叶尖形状、叶面状态等质量性状,性状调查方法与数据的采集标准参考《苹果种质资源描述规范和数据标准》^[6]。

表1 供试的129份野苹果资源

Table 1 The *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. accessions used in this study

序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin
1	X-1	新源	24	XY-31	新源	47	XY-62	新源	70	XY-89	新源
2	XY-5	新源	25	XY-32	新源	48	XY-63	新源	71	XY-90	新源
3	XY-7	新源	26	XY-33	新源	49	XY-64	新源	72	HDM-1	霍城
4	XY-9	新源	27	XY-34	新源	50	XY-65	新源	73	HDM-2	霍城
5	XY-10	新源	28	XY-35	新源	51	XY-66	新源	74	HDM-4	霍城
6	XY-11	新源	29	XY-37	新源	52	XY-67	新源	75	HDM-5	霍城
7	XY-12	新源	30	XY-38	新源	53	XY-68	新源	76	HDM-6	霍城
8	XY-13	新源	31	XY-39	新源	54	XY-69	新源	77	HDM-7	霍城
9	XY-16	新源	32	XY-41	新源	55	XY-71	新源	78	HDM-8	霍城
10	XY-17	新源	33	XY-42	新源	56	XY-75	新源	79	HDM-10	霍城
11	XY-18	新源	34	XY-43	新源	57	XY-76	新源	80	HDM-11	霍城
12	XY-19	新源	35	XY-48	新源	58	XY-77	新源	81	HDN-11	霍城
13	XY-20	新源	36	XY-49	新源	59	XY-78	新源	82	HDM-12	霍城
14	XY-21	新源	37	XY-51	新源	60	XY-79	新源	83	HDM-13	霍城
15	XY-22	新源	38	XY-53	新源	61	XY-80	新源	84	HDM-14	霍城
16	XY-23	新源	39	XY-54	新源	62	XY-81	新源	85	HDM-15	霍城
17	XY-24	新源	40	XY-55	新源	63	XY-82	新源	86	HDM-16	霍城
18	XY-25	新源	41	XY-56	新源	64	XY-83	新源	87	HDM-17	霍城
19	XY-26	新源	42	XY-57	新源	65	XY-84	新源	88	HDM-18	霍城
20	XY-27	新源	43	XY-58	新源	66	XY-85	新源	89	HDM-19	霍城
21	XY-28	新源	44	XY-59	新源	67	XY-86	新源	90	HDM-20	霍城
22	XY-29	新源	45	XY-60	新源	68	XY-87	新源	91	HDM-21	霍城
23	XY-30	新源	46	XY-61	新源	69	XY-88	新源	92	HDM-22	霍城

表 1(续)

序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin	序号 No	编号 Serial number	来源 Origin
93	HDM-23	霍城	103	GB-12	巩留	112	GB-19	巩留	121	GD-12	巩留
94	HDM-24	霍城	104	GB-13	巩留	113	GD-3	巩留	122	GD-13	巩留
95	GB-1	巩留	105	GB-14	巩留	114	GD-4	巩留	123	GD-14	巩留
96	GB-2	巩留	106	GB-15	巩留	115	GD-6	巩留	124	GD-16	巩留
97	GB-3	巩留	107	苹果王 1	巩留	116	GD-7	巩留	125	GD-17	巩留
98	GB-5	巩留	108	苹果王 2	巩留	117	GD-8	巩留	126	GD-18	巩留
99	GB-6	巩留	109	GB-16	巩留	118	GD-9	巩留	127	GD-20	巩留
100	GB-7	巩留	110	GB-17	巩留	119	GD-10	巩留	128	GD-21	巩留
101	GB-9	巩留	111	GB-18	巩留	120	GD-11	巩留	129	GD-22	巩留
102	GB-10	巩留									

1.2 方法

新疆野苹果种质资源植物学性状的调查,分为质量性状和数量性状两类,质量性状的描述及分组见表 2,同时统计不同性状的分布频次,计算遗传多样性指数。数量性状主要统计最小值(Min.)、最大值(Max.)、平均值(\bar{x})、标准差(s)、变异系数(CV),并计算遗传多样性指数 H' ,参照赵香娜等^[7]、尚建立等^[8]、陈雪燕等^[9]方法利用数据的平

均值和标准差将所有的数据分为 10 级,第一级 $X_i < (\bar{x} - 2s)$ 到第 10 级 $X_i > (\bar{x} + 2s)$ 每 0.5s 为 1 级,统计出各个分级的分布频率。所有数据使用 Excel 和 DPSv7.5 进行数据处理和统计分析。

遗传多样性指数计算公式为:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

\ln 为自然对数, P_i 为某一性状第 i 级内的份数占总份数的百分比。

表 2 野苹果资源质量性状描述分组

Table 2 Describe grouping of botanical qualitative character in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

性状 Character	分组 Group				
	1	2	3	4	5
叶姿 Leaf orientation	斜向上	水平	斜向下		
叶缘 Leaf margin	钝锯齿	锐锯齿	复锯齿		
叶片颜色 Leaf color	黄绿	淡绿	绿	浓绿	紫红
叶尖形状 Tip shape	渐尖	钝尖	锐尖	长尾尖	
叶面状态 Foliar state	平展	抱合	反卷	多皱	

2 结果与分析

2.1 质量性状的遗传多样性

野苹果资源的质量性状分析统计(表 3)显示,叶尖形状的遗传多样性指数最高达到了 1.1539,其中渐尖类型分布频率达到 57%。遗传多样性指数最低的性状是叶面状态为 0.6440,平展类型的分布频率最高为 73%。叶姿的遗传多样性指数为

0.7200,斜向上类型和水平类型的分布频率合计为 98%,叶缘的遗传多样性指数为 0.8306,其中钝锯齿为主要类型,分布频率为 69%。叶面颜色的遗传多样性指数为 0.9338,主要类型为绿色,分布频率为 65%。质量性状的分布多集中在某 1 个或 2 个主要性状上,在性状分布的表现上符合了该种的基本特征,同时也反应了遗传变异较为丰富这一特点。

表 3 野苹果资源质量性状分布频率和多样性

Table 3 Diversity index and frequency distribution of botanical qualitative character in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

性状 Character	分布频率(%) Frequency distribution					遗传多样性指数 H'
	1	2	3	4	5	
叶姿 Leaf orientation	64	35	2	0	0	0.7200
叶缘 Leaf margin	69	18	13	0	0	0.8306
叶片颜色 Leaf color	2	13	65	20	0	0.9338
叶尖形状 Tip shape	57	16	17	11	0	1.1539
叶面状态 Foliar state	73	26	2	0	0	0.6440

2.2 数量性状的遗传多样性

野苹果资源数量性状的变异情况和多样性数据统计(表4)表明,数量性状变异幅度在19%~51%之间。遗传多样性指数在1.7009~2.0525。单果重的遗传多样性指数最低为1.7009,单果重的变异系数最

大为51%,其最大值为67.50g,最小值为4.78g。果梗长的多样性指数最高为2.0525,其变异系数为27%,其最大值为30.73mm,最小值为9.02mm。从表4的统计数据来看,本实验收集调查的129个野苹果单株具有丰富的遗传多样性,是宝贵的种质资源。

表4 野苹果资源数量性状变异情况和多样性

Table 4 Diversity index and variation botanical distribution of botanical quantitative character in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

性状 Character	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Average	变异幅度 Range	标准差 s	变异系数(%) CV	多样性指数 H'
叶柄长(mm) Petiole length	12.04	75.71	23.05	74.67	7.74	34	1.8163
叶片长(mm) Leaf length	46.04	215.73	73.02	169.69	17.03	23	1.7359
叶片宽(mm) Leaf width	19.52	112.34	43.38	92.82	9.85	23	1.8977
果梗长(mm) Stems length	9.02	30.73	18.99	21.70	5.08	27	2.0525
果梗粗(mm) Stems circle	1.02	2.17	1.41	1.15	0.23	16	1.8873
单果重(g) Fruit weight	4.78	67.50	16.35	62.72	8.39	51	1.7009
果实纵径(mm) Fruit length	16.93	45.64	28.71	28.71	5.42	19	2.0388
果实横径(mm) Fruit diameter	18.19	56.07	32.98	37.88	5.56	17	2.0002
可溶性固形(%) Soluble solid	6.60	15.47	10.64	8.87	2.17	20	1.9970
干周(cm) Trunk circle	33.00	250.00	115.79	217.00	41.22	36	1.9984
树高(m) Plant height	2.80	13.00	8.11	10.20	2.04	25	1.9896

2.3 数量性状的分布频次分析

各数量性状的分级数值和分布频次统计表情况见表5及图1、图2、图3。可以看出,所有的数量性状分布基本呈正态分布,所有性状基本分布于该性状分组的第4级、第5级、第6级、第7级,这4个级

别中每个性状的出现频率均达到了70%以上,但未有个性状的分布频率超过50%。

由表5可知:叶柄长、叶片长、叶片宽三个性状中4~7级的样本数量占全部样本数量的比率分别为80.62%、84.48%、76.76%。

表5 野苹果数量性状分布频次与分组数值

Table 5 Grouping values and frequency distribution of botanical quantitative character in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

性状 Character	第1级 Level 1		第2级 Level 2		第3级 Level 3		第4级 Level 4		第5级 Level 5	
	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)
	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency
叶柄长	7.58	2.33	11.44	0.00	15.31	7.75	19.18	13.95	23.05	28.68
叶片长	38.95	0.00	47.47	1.55	55.99	6.98	64.51	16.28	73.02	27.13
叶片宽	23.67	0.78	28.60	2.33	33.53	8.53	38.45	16.28	43.38	24.81
果梗长	8.83	0.00	11.37	5.43	13.91	11.63	16.45	23.26	18.99	14.73
果梗粗	0.95	0.00	1.07	1.55	1.18	10.08	1.30	25.58	1.41	20.16
单果重	0.00	0.00	3.76	0.00	7.95	4.65	12.15	31.78	16.35	21.71
果实纵径	17.87	0.78	20.58	2.33	23.29	14.73	26.00	16.28	28.71	18.60
果实横径	21.86	1.55	24.64	1.55	27.42	10.85	30.20	20.16	32.98	18.60
果型指数	0.69	3.10	0.73	2.33	0.78	3.88	0.83	24.03	0.87	18.60
可固	6.31	0.00	7.39	3.10	8.48	13.95	9.56	20.16	10.64	20.16
干周	33.36	2.33	53.96	1.55	74.57	9.30	95.18	17.83	115.79	25.58
树高	4.03	6.98	5.05	2.33	6.07	6.20	7.09	10.85	8.11	23.26
分布海拔	1167.47	0.00	1230.38	10.08	1293.30	6.20	1356.21	14.73	1419.13	16.28

表 5(续)

性状 Character	第 6 级 Level 6		第 7 级 Level 7		第 8 级 Level 8		第 9 级 Level 9		第 10 级 Level 10	
	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)	数值	频率(%)
	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency	Value	Frequency
叶柄长	26.92	27.91	30.78	10.08	34.65	5.43	38.52	2.33	>38.52	1.55
叶片长	81.54	30.23	90.06	10.85	98.57	5.43	107.09	0.78	>107.09	0.78
叶片宽	48.31	23.26	53.23	12.40	58.16	9.30	63.09	1.55	>63.09	0.78
果梗长	21.53	14.73	24.07	13.95	26.61	6.20	29.15	6.98	>29.15	3.10
果梗粗	1.53	17.05	1.65	14.73	1.76	3.88	1.88	0.78	>1.88	6.20
单果重	20.54	18.60	24.74	15.50	28.94	0.78	33.13	1.55	>33.13	5.43
果实纵径	31.42	17.05	34.13	13.18	36.85	10.85	39.56	3.88	>39.56	2.33
果实横径	35.76	16.28	38.54	18.60	41.32	6.20	44.10	3.88	>44.10	2.33
果型指数	0.92	20.16	0.97	15.50	1.01	4.65	1.06	3.88	>1.06	3.88
可固	11.72	10.85	12.81	12.40	13.89	12.40	14.97	6.20	>14.97	0.78
干周	136.39	18.60	157.00	6.20	177.61	11.63	198.22	3.10	>198.22	3.88
树高	9.13	22.48	10.14	13.18	11.16	12.40	12.18	0.78	>12.18	1.55
分布海拔	1482.04	22.48	1544.96	20.93	1607.87	6.20	1670.79	1.55	>1670.79	1.55

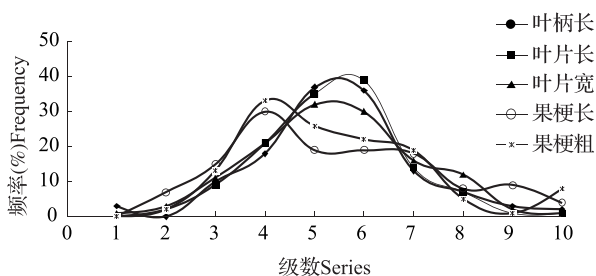


图 1 野苹果叶片及果梗数量性状分布图

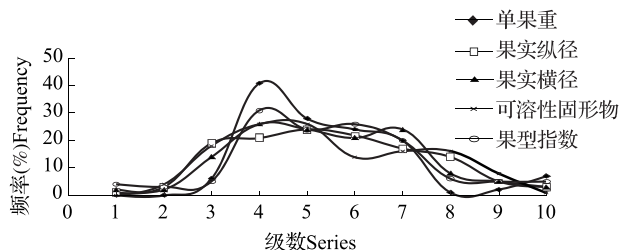
Fig. 1 Frequency distribution of botanical quantitative character of leaf and stems in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

图 2 野苹果果实数量性状分布图

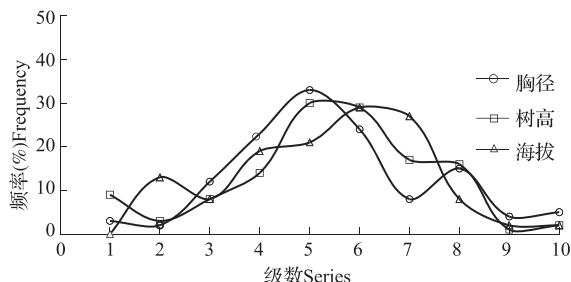
Fig. 2 Frequency distribution of botanical quantitative character of fruit in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

图 3 野苹果树体数量性状分布图

Fig. 3 Frequency distribution of botanical quantitative character of tree in *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

果梗长、果梗粗是苹果资源评价的主要指标之一。本次调查中,果梗长最大的分级指标为 29.15 mm,果梗长大于该分级指标的样本只占全体样本的 3%。果梗粗的最大分级指标为 1.88 mm,果梗粗大于该分级指标的样本占全体样本的 6%。果梗长的 66.67% 的样本长度在 16.45 ~ 24.07 mm 之间,果梗粗 77.52% 的样本的组度分布在 1.30 ~ 1.65 mm 之间。

果实纵经、果实横经体现了果实的大小及果实的形状,果实大小的直观反应为单果重,而果实的形状主要通过果型指数(果实纵经/果实横经)来评判。本次调查中果型指数最小的分级值为 0.69,小于该分级指标的样本占全部样本的 3.10%,表现为扁圆形;果型指数最大分级标准为 1.06,大于该分级指标的样本占全部样本的 3.88%,表现为长圆形(图 4);这两类果实形状是较为特别的两类。

单果重的最大分级值为 33.13 g,大于该值的样本仅占全部样本的 1.55%,平均值为 16.35 g,可见野苹果的单果重并不突出,且整体均属于中小果类型。

74.41% 的样本分布于海拔 1356 ~ 1544 m 之间,极少数的达到 1900 m 左右。野苹果的生存与温度密切相关,野苹果分布区域的海拔高度与温度又密切相关,在伊犁河谷的野苹果分布区域,海拔 1300 ~ 1500 m 这段区域属于逆温层,这为野苹果的生存及越冬提供较适宜的环境,因此绝大多数的野苹果分布于海拔 1300 ~ 1500 m 的区域范围。



a;HDM-22,b;XY-61,c;HDM-23,d;XY-75

图4 野苹果果实图片

Fig. 4 The fruit photos of *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

2.4 主要数量性状间的相关性分析

对所研究的野苹果单株的主要数量性状:叶柄长、叶片长、叶片宽、果梗长、果梗粗、单果重、果实纵径、果实横径等8个数量性状进行相关性分析(表6)表明,叶柄长与叶片长、叶片宽相关系数分别为0.3315和0.3464,达到了极显著水平,叶片长与叶片宽相关系数为0.4392,也达到了极显著水平。因此,叶片的大小和叶柄的长短呈正相关。

叶片宽与单果重、果实纵径、果实横径的相关系数分别为0.2966、0.2915、0.2974,达到了极显著水平;果实纵径、果实横径、单果重三个数据直接与果

实的大小相关。由数据分析可以看出,叶片的宽度与果实的大小呈正相关性,在后期的工作中叶片的宽度可初步预测果实的大小。

果梗粗与单果重、果实纵径、果实横径以及这些性状间的相关系数均呈极显著正相关,说明果梗越粗,果实单果重越大;影响果实大小的直接指标果实纵径和果实横径相互间也为极显著正相关,与理论及常识相符合。

综合上述,通过相关性分析,明确了各个数量性状间的关系,初步得出叶片宽度和果实大小呈极显著正相关,为下步的野苹果野外调查科考做出了基础理论及数据准备。

表6 性状间表型的相关系数

Table 6 Phenotypic correlation coefficient between traits

性状 Character	叶柄长 Petiole length	叶片长 Leaf length	叶片宽 Leaf width	果梗长 Stems length	果梗粗 Stems circle	单果重 Fruit weight	果实纵径 Fruit length	果实横径 Fruit diameter
叶柄长								
叶片长	0.3315 **							
叶片宽	0.3464 **	0.4392 **						
果梗长	0.1687	0.1115	0.1308					
果梗粗	0.0437	0.0945	0.1430	0.1581				
单果重	0.0976	0.1481	0.2966 **	0.0992	0.3752 **			
果实纵径	0.1722	0.1464	0.2915 **	0.0561	0.3299 **	0.6960 **		
果实横径	0.1353	0.1329	0.2974 **	0.0166	0.3757 **	0.7966 **	0.8320 **	

*、** 分别表示 $\alpha < 0.05$ 和 $\alpha < 0.01$ 水平上差异显著

* and ** mean significant difference at $\alpha < 0.05$ and $\alpha < 0.01$ level, respectively

3 讨论

3.1 新疆野苹果的研究

新疆野苹果分布于新疆伊犁河谷两侧的天山中,海拔在900~1500 m之间,属于第三纪残遗物种,是我国乃至世界宝贵的苹果基因库。新疆野苹

果原始生存环境主要依靠种子实生繁殖,或者通过根蘖繁殖。这种特殊的条件造就了野苹果群体的遗传多样性十分丰富。新疆野苹果具备栽培苹果各器官形态的全部特征,因此新疆野苹果在栽培苹果的生产应用及品种选育中可以作为最直接、最重要的资源^[10]。近些年来对新疆野苹果的研究方向日趋

广泛,研究内容主要涉及新疆野苹果的起源与分化、种质资源的分布形式、生殖生物学研究、细胞生物学研究、分子生物学研究^[11-16]等。

3.2 本研究评价意义

野苹果遗传多样性的评价,对于资源的保存利用以及深入研究具有重要的战略意义。通过本次对 129 个单株的 12 个植物学性状或指标的分析,其多样性指数、变异系数、不同性状的分布频率等均表明,新疆野苹果的遗传多样性十分丰富。长期以来,野生资源的收集、保存是资源保护研究利用工作的难点。通过本次研究,可以为野苹果资源的收集、保存提供一定的数据支持,为核心种质的构建提供理论及实际基础。本研究对 129 份野苹果资源的植物学性状进行了初步分析,叶柄长、叶片大小、果实大小、单果重等数量性状的遗传多样性较高,性状的分布频率较集中,具备正态分布的特点。从目前的结果来看,符合野苹果这个自然实生繁殖群体的特点。在野苹果资源的保护、保存、研究、利用等工作中,野外资源的考察收集是基础工作,同时需要大量的财力物力的支持。通过本研究可以为今后的野苹果资源调查收集提供一定理论及数据支持,为后续的研究提供便利的条件。

3.3 新疆野苹果资源的保护

新疆野苹果是我国苹果野生资源的重要组成部分,是我国两大野生苹果资源密集分布区之一^[17],新疆野苹果,其基因高度杂合。在不同生态环境中,经过漫长的演变,长期的异花授粉和实生繁殖导致其群体从自然原始群落的演变极其复杂,是宝贵的生物资源^[18]。因此,针对此项资源的保护是极其重要的。在新疆伊犁哈萨克自治州的新源县建立的野果林自然保护区,保护效果十分明显,但笔者在近年从事资源收集调查工作时发现,未设立保护区的野苹果分布的破坏情况还比较严重,主要体现在林下过度放牧及过度采集野苹果果实及种子的行为,过度放牧使得实生幼苗直接被牲畜啃食,采收野苹果种子直接破坏了种子落地形成实生苗的机会,使得野苹果林的自然繁育系统被破坏。在笔者走访调查的区

域,野苹果基本上是 20 年以上树龄的大树,10 年以下树龄的幼龄树基本未见。野生资源是不可再生的初级资源,一旦丢失,所携带的一切基因都将不复存在。因此,加强野苹果原生林的保护与管理,同时对特异资源进行原地和异地保存,是资源保护、研究的重点工作方向。

参考文献

- [1] 陈学森,辛培刚,杜欣阁,等. 元帅和金帅在苹果新品种选育中的作用[J]. 山东农业大学学报,1994,25(2):236-248
- [2] 过国南,严振立,张顺妮. 我国建国以来苹果品种选育研究的回顾及今后育种的发展方向[J]. 果树学报,2003,20(2):127-134
- [3] 辛培刚,陈学森. 国光苹果在育种和栽培中的应用[J]. 果树学报,1993,10(2):107-112
- [4] 林培钧,崔乃然. 天山野果林资源[M]. 北京:中国林业出版社,2000
- [5] 张新时. 伊犁野果林的生态地理特征和群落学问题[J]. 植物学报,1973,15(2):239-253
- [6] 王昆,刘凤之,曹玉芬,等. 苹果种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005:49-64
- [7] 赵香娜,李桂英,刘洋,等. 国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(3):302-307
- [8] 尚建立,王吉明,郭琳琳,等. 西瓜种质资源主要植物学性状的遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(1):11-15,21
- [9] 陈雪燕,王亚娟,雒景吾,等. 陕西省小麦地方品种主要性状的遗传多样性研究[J]. 麦类作物学报,2007,27(3):456-460
- [10] 李育农. 苹果起源演化的考察研究[J]. 园艺学报,1999,26(4):213-220
- [11] Zhou Z Q, Li Y N. The RAPD evidence for the phyla genetic relationship of the closely related species of cultivated apple[J]. Genet Resour and Evol,2000,47:353-357
- [12] Robinson J P, Harris S A, Juniper B E. Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh[J]. Plant Syst Evol,2001,226:35-58
- [13] Harris S A, Robinson J P, Juniper B E. Genetic clues to the origin of the apple[J]. Trends Genet,2002,18(8):426-430
- [14] 张春雨,陈学森,林群,等. 新疆野苹果群体遗传结构和遗传多样性的 SRAP 分析[J]. 园艺学报,2009,36(1):7-14
- [15] 冯涛,张红,陈学森,等. 新疆野苹果果实形态与矿质元素含量多样性以及特异性状单株[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(3):270-276
- [16] 张元明,阎国荣. 塞威士苹果 *Malus sieversii*(Ldb.) Roem 花粉形态的研究[J]. 植物研究,2001,21(3):380-386
- [17] 张新忠,王忆,韩振海. 我国苹果属(*Males* Mill.) 野生资源研究的现状分析[J]. 中国农业科技导报,2010,12(3):8-15
- [18] 王昆,刘凤之,高源,等. 中国苹果野生种自然地理分布、多型性及利用价值[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6):1013-1019