

十五份甜瓜种质苗期性状的聚类分析及相关分析

苏 艳, 王盼乔, 胡建斌

(河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002)

摘 要:以 15 份有代表性的甜瓜种质为试材, 统计分析了其苗期 13 个质量性状和数量性状的变异和相关, 以为杂交育种亲本的选配以及苗期性状预测提供理论依据。结果表明: 苗期性状变异丰富, 数量性状的变异系数在 35.32% 和 112.34% 之间, 其中真叶面积的变异系数最大, 下胚轴长变异系数最小; 质量性状的变异系数变幅为 27.18%~49.69%, 子叶形状变异系数最小, 子叶颜色变异系数最大; 聚类分析结果表明, 0869(“Tyeha”)和 0969(“PI-I64852”)聚为一类, 其遗传背景与其它种质相差较大; 在欧式距离为 5.52 处, 可划分为厚皮类群和薄皮类群; 相关分析表明, 13 种苗期性状中, 子叶宽与单果鲜重呈显著正相关, 相关系数达到 0.619, 可用于对甜瓜产量性状进行预测。

关键词:甜瓜; 苗期性状; 聚类分析; 质量性状; 数量性状; 相关分析

中图分类号:S 652 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)07-0005-04

甜瓜(*Cucumis melo* L.)属葫芦科甜瓜属蔓性草本食用果实类植物。多数研究者认为, 甜瓜的初级起源中心在亚洲, 次级起源中心则包括印度、西亚、中亚和东亚等地区, 中国甜瓜种质资源丰富, 栽培与驯化历史悠久, 据考证至少在 3 000 年以上^[1]。中国是厚皮甜瓜的次级起源中心之一, 是薄皮甜瓜的初级和次级起源中心。根据其生态学特性, 国内研究者通常又把甜瓜分为厚皮甜瓜与薄皮甜瓜 2 种。甜瓜是葫芦科甜瓜属中遗传变异较大的一个种^[2-3], 其形态性状的遗传差异非常大, 使得其分类研究仍无定论^[4-6]。甜瓜杂交育种有赖于亲本材料的选择和组配, 更进一步要求对甜瓜种质的一些形态特征进行更细致的观察和辨别。为了更快的鉴定各类甜瓜种质, 明确不同种质苗期表型性状的差异和相关显得尤为为重要。为此, 该研究选择了 15 份代表性的甜瓜种质, 研究其苗期性状的变异性和相关性, 以为杂交育种亲本的选配以及苗期性状预测提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为甜瓜自交系, 均取自中国农业科学院郑

州果树研究所国家西瓜甜瓜种质资源中期库。该试验选取性状差异较大的 15 份材料, 其中薄皮甜瓜 10 份, 厚皮甜瓜 5 份。各参试材料性状见表 1。

表 1 15 份甜瓜种质材料的
名称、单果鲜重和起源地

Table 1 Name, fresh weight of single fruit and original of
15 kinds of *Cucumis melo* L. germplasms

序号 Number	编号 Code	名称 Name	单果鲜重 Fresh weight of single fruit/kg	起源地 Origin	类型 Type
1	0262	“齐甜一号”	0.2	黑龙江	薄皮
2	0291	“花仙子”	0.6	北京	薄皮
3	0298	“益都黄银-1”	0.3	河南	薄皮
4	0321	“平果青”	0.4	江西	薄皮
5	0328	“甜菜瓜”	0.6	浙江	薄皮
6	0349	“十条鲜”	0.5	陕西	薄皮
7	0370	“白银瓜”	1.4	山东	薄皮
8	0372	“西瓜混”	1.6	河南	薄皮
9	0393	“西瓜红”	1.1	吉林	薄皮
10	0405	“香面瓜”	1.1	安徽	薄皮
11	0476	“札拉阿潘”	2.1	前苏联	厚皮
12	9117	EPRITEL	0.7	比利时	厚皮
13	0969	“PI-I64852”	0.8	印度	厚皮
14	0869	“Tyeha”	4.3	前苏联	厚皮
15	0104	“Ezust anarst”	0.7	匈牙利	厚皮

注: 单果鲜重为国家中期库记录数据。

Note: Data of single fresh fruit weight from national mid-term genebank.

1.2 试验方法

该试验于 2013 年春季在河南农业大学科教园区实

第一作者简介:苏艳(1990-), 女, 河南新乡人, 硕士研究生, 研究方向为甜瓜遗传育种。E-mail: 15039064806@126.com.

责任作者:胡建斌(1976-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事蔬菜遗传育种等研究工作。E-mail: jianbinhu@henau.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101544); 河南省高等学校青年骨干教师资助计划资助项目(2011-47)。

收稿日期:2014-01-06

验基地进行,保护地育苗,塑料大棚定植。种子在温室内催芽,2叶1心时定植于大棚内。株距0.4 m,垄间距75 cm。采用直立架吊蔓,肥水等管理按照常规进行。

定植15 d后进行苗期性状调查。共调查13个苗期性状:子叶的颜色、子叶的表面形状、子叶长、子叶宽、下胚轴颜色、下胚轴长、下胚轴直径、真叶数目、真叶形状、最大真叶长、最大真叶宽、真叶叶面积、以及叶缘缺刻。

1.3 项目测定

每份材料随机选3株进行测量,分别调查质量性状和数量性状,重复3次。质量性状按表2所列调查并赋值。数量性状采用直尺(最小刻度单位为0.1 cm)和游标卡尺(精度为0.02 mm)进行测量。真叶叶面积采用廖林仙等^[7]提出的公式进行估算,即 $A_l = \pi(L+2W)^2/36$,其中L和W为叶片的最大长度和宽度。

表2 甜瓜种质资源质量性状与分级

Table 2 Description and grouping of qualitative characters of melon germplasm and assignment

代号 Code	性状 Character	分级 Grouping			
		1	2	3	4
Z1	子叶颜色	浅绿	绿	深绿	黄
Z2	子叶表面形状	椭圆	短圆	短窄	披针形
Z3	下胚轴颜色	淡绿	绿	深绿	无
Z4	真叶形状	心形	肾形	三角形	五角形
Z5	有无缺刻	无缺刻	有缺刻	缺刻浅	缺刻深

表3 甜瓜苗期数量性状变异统计分析

Table 3 Analysis of variation of quantitative characters in melo seedling period

性状 Character	真叶数目 Leaf number	最大真叶长 Maximum leaf length/cm	最大真叶宽 Maximum leaf width/cm	真叶面积 Leaf area /cm ²	下胚轴长 Height of hypocotyl/cm	下胚轴粗 Diameter of hypocotyl/cm	子叶长 Cotyledon length /cm	子叶宽 Cotyledon width /cm
最大值 Maximum	4.7	7.9	7.0	41.8	9.6	0.6	6.4	8.4
最小值 Minimum	1.3	1.6	1.2	1.4	3.3	0.1	1.6	1.3
平均值 Average	2.95	3.53	3.09	10.47	5.11	0.29	3.43	2.79
极差 Range	3.4	6.3	5.8	40.4	6.3	0.5	4.8	7.1
标准差 Standard deviation	1.129	1.656	1.865	11.757	1.803	0.155	1.485	2.159
变异系数 Coefficient of variation/%	38.30	46.97	60.41	112.34	35.32	54.15	43.35	77.48

表4 甜瓜苗期质量性状变异统计分析

Table 4 Analysis of variation of qualitative characters in melo seedling period

性状 Character	子叶颜色 Cotyledon color	子叶形状 Cotyledon shape	下胚轴颜色 Hypocotyl color	有无缺刻 Having incision or not	真叶形状 Leaf shape
最大值 Maximum	4.0	3.7	3.0	3.7	3.3
最小值 Minimum	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
平均值 Average	2.13	2.37	1.53	2.06	1.95
极差 Range	3.0	2.7	2.0	2.7	2.3
标准差 Standard deviation	1.060	0.640	0.564	0.877	0.668
变异系数 Coefficient of variation/%	49.69	27.18	36.93	42.59	34.29

1.4 数据分析

采用SPSS 17.0软件对数据进行变异系数的统计分析以及相关分析。采用DPS数据处理系统对数据化后的质量性状和数量性状进行聚类分析,所有数据进行标准化处理,并计算各材料两两间的Euclidean距离,用非加权配对算术平均法(Unweighted pair group method with arithmetic mean,UPGMA)进行聚类。

2 结果与分析

2.1 甜瓜苗期性状的变异

15份甜瓜种质的苗期性状变异较为丰富。由表3可知,8个数量性状变异较为明显,其变异系数的变幅为35.32%~112.34%,其中真叶面积的变异系数最大,达112.34%,下胚轴长的变异系数最小,为35.32%。此外,子叶宽(77.48%)、真叶宽(60.41%)和下胚轴粗(54.15%)变异系数均在50%以上。表4表明,质量性状变异相对较小,变异系数变幅为27.18%~49.69%,且都在50%以下,子叶颜色的变异系数最大,为49.69%。另外子叶形状(27.18%)、真叶形状(34.29%)、真叶数目(38.30%)、下胚轴长(35.32%)和下胚轴颜色(36.93%)5个性状变异系数相对较低不足40%,其中子叶形状的变异系数最低,为27.18%。

真叶面积和真叶数目是反映甜瓜幼苗光合作用潜力的重要形态指标。所有种质的真叶面积变幅

1.4~41.8 cm²,均值为 10.47 cm²,真叶数目变幅 1.3~4.7,均值为 2.95 厚皮甜瓜种质除苏联品种(0476 为 7.7)外,2 项指标都在均值以上,薄皮甜瓜 0405 产自安徽的“香面瓜”的真叶面积和最大真叶宽也都在均值以上。说明这 2 个品种在苗期具有较强的光合作用潜力,可能是具有早熟性的品种类型。

2.2 苗期性状的聚类分析

对 15 份甜瓜品种的 13 个苗期性状进行聚类分析。图 1 表明,在欧式距离为 6.90 时,分两大类:第Ⅰ类有种质 0869 和 0969,分别为来源于苏联和印度的厚皮甜瓜,子叶宽而狭长,真叶数目 4~5 片(均值为 3),无缺刻,下胚轴较粗。第Ⅱ类包含另外 13 个品种,其中既有薄皮甜瓜又有厚皮甜瓜,苗期性状变异比较丰富。在遗传距离为 5.52 附近,第Ⅱ类又可分为 2 个亚类,厚皮Ⅱ-a 类:0104、9117、0476 共 3 个品种,子叶长度较长都高于平均水平,真叶数目较多;薄皮Ⅱ-b 类:0262、0291、0349、0393、0372、0370、0328、0298、0405、0321 共 10 个品种,子叶较小、下胚轴颜色较深且下胚轴较短、真叶形状多为心形或肾形、真叶面积较小、缺刻较深。原产于陕西的薄皮甜瓜 0349 与原产于匈牙利的厚皮甜瓜 0104,其遗传距离最远为 9.327,二者的苗期表型性状差异最大,说明其亲缘关系最远;薄皮甜瓜中 0370 与 0405 的遗传距离最近为 1.414,二者表型性状差异最小,亲缘关系最近。15 个甜瓜品种的平均遗传距离为 4.797±0.170,薄皮甜瓜品种的平均遗传距离为 3.364±0.127,厚皮甜瓜品种的平均遗传距离为 4.829±0.336。薄皮与厚皮甜瓜种质间的遗传距离平均值为 6.303±0.205。

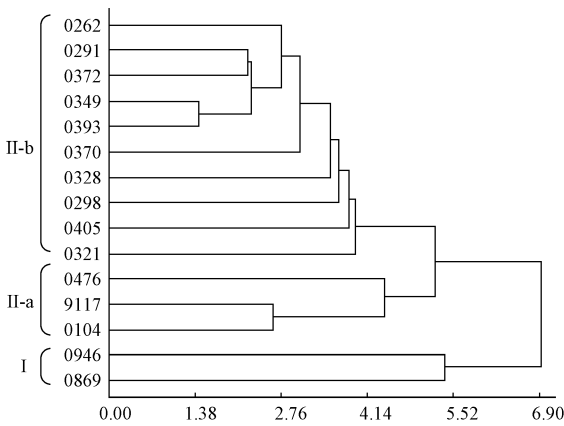


图 1 基于甜瓜苗期性状的聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis based on characters of melo seedling period

表 5 甜瓜种质间的遗传距离

类别	最大值	最小值	平均值
Classification	Maximum	Minimum	Average
薄皮与薄皮间	4.791	1.414	3.364±0.127
Between thin-peel germplasms			
厚皮与厚皮间	6.335	2.597	4.829±0.336
Between thick-peel germplasms			
薄皮与厚皮间	9.327	3.813	6.303±0.205
Between mixed-germplasms			
所有种质间	9.327	1.414	4.797±0.170
All germplasms			

2.3 相关分析

简单相关分析是对 2 个性状之间的线性相关程度进行分析,简单相关分析所采用的尺度为简单相关系数。由表 6 单果鲜重与各个因素的相关分析表明,子叶宽度与单果鲜重呈显著正相关,子叶形状、子叶长度、真叶数目、真叶形状与单果鲜重呈弱相关,子叶颜色、下胚轴长度、下胚轴粗、真叶长度、真叶宽度、真叶面积与鲜重不相关;而下胚轴颜色和真叶有无缺刻与鲜重呈负相关。

表 6 苗期性状与甜瓜单果鲜重的相关分析

性状	相关系数	代表性品种
Phenotypic traits	Correlation coefficient R	Typical variety
子叶颜色 Cotyledon color	0.152	“齐甜一号”
子叶形状 Cotyledon shape	0.462	“花仙子”
子叶长 Cotyledon length/cm	0.388	“益都黄银-1”
子叶宽 Cotyledon width/cm	0.619 *	“平果青”
下胚轴颜色 Hypocotyl color	-0.286	“甜菜瓜”
下胚轴长 Hypocotyl height/cm	0.134	“十条鲜”
下胚轴粗 Diameter of hypocotyl/cm	0.147	“白银瓜”
真叶数目 Leaf number	0.302	“西瓜混”
真叶长 Leaf length/cm	0.033	“西瓜红”
真叶宽 Leaf width/cm	0.129	“香面瓜”
真叶面积 Leaf area/cm ²	0.004	“扎拉阿潘”
叶缘缺刻 Having incision or not	-0.319	“EPRITEL”
真叶形状 Leaf shape	0.390	“PI-I64852”

注: * 表示显著相关(P<0.05)。

Note: * mean significant correlation (P<0.05).

3 讨论与结论

该试验对 15 个甜瓜种质资源进行的统计分析表明,数量性状的变化幅度和变异系数均较大,质量性状的变异稳定且均匀,这与张永兵等^[8]的研究结果一致。说明甜瓜苗期数量性状受到更为复杂的数量性状基因的调控,或者是对田间小环境具有更强的敏感性。

从聚类分析结果中可以看出苏联的 2 个厚皮甜瓜 0869 和 0476,在聚类时被分成 2 类,说明起源地分类法

只是一种参考,不具备绝对性。程振家等^[9]对一种甜瓜进行 AFLP 分析表明,该品种甜瓜按表型特征被认为是薄皮甜瓜种质材料,但是在综合特征及分子水平上其更接近于厚皮甜瓜。马德伟等^[10]对厚皮和薄皮 2 类甜瓜孢粉学的研究发现厚皮与薄皮 2 类甜瓜各变种间花粉的质量性状相同,各变种花粉的数量形状值无显著差异,认为甜瓜各变种间的差异仅仅是不同生态型的地理远缘变种间的差异,将甜瓜划分厚皮与薄皮 2 个亚种是不合理的。该试验结果表明,当欧氏距离为 6.90 时,部分厚皮甜瓜和薄皮甜瓜聚在一起,说明薄皮和厚皮可能具有相同的起源,符合前人研究的结果。厚皮甜瓜 0104 与薄皮甜瓜 0393 之间的遗传距离最大,且地理距离差异大,其极有可能具有较大的遗传差异,将来可以作为杂交亲本,选育出优良的品种。

甜瓜的生育期较长,特别是厚皮甜瓜,其生育期可长达 150 d,因而甜瓜产量等性状的统计需要等待较长的时间。甜瓜的生产发育与各个性状都有一定的相关性,如果能在苗期找到一种与甜瓜产量密切相关的性状,则可在较短的时间内对其产量进行估测。相关性分析是指对 2 个或多个具备相关性的变量元素进行分析,从而衡量 2 个变量因素的相关密切程度。该研究发现,子叶宽度与单果鲜重的相关系数达 0.619,呈显著正相

关,可作为甜瓜单果鲜重的评价指标,从能够更快的对甜瓜产量性状进行预测。

参考文献

- [1] 林德佩. 中国栽培甜瓜植物的起源、分类及进化[J]. 中国瓜菜, 2010, 23(4): 34-36.
- [2] Kirkbride J H. Biosystematic monograph of the genus *Cucumis* (Cucurbitaceae)[M]. NC: Parkway Publishers, 1993.
- [3] Stepansky A, Kovalski I, Perl-Treves R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation[J]. Plant Systematics and Evolution, 1999, 217(3-4): 313-332.
- [4] Mallick M F R, Masui M. Origin, distribution and taxonomy of melos[J]. Scientia Horticulturae, 1986, 28: 251-261.
- [5] 张鲁刚, 王鸣. 甜瓜种质资源的判别分析[J]. 园艺学报, 1992, 19(1): 35-40.
- [6] 王坚. 中国西瓜甜瓜[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [7] 廖林仙, 邵孝侯, 陈晓峰. 圆形与狭长形叶片叶面积计算方法[EB/OL]. 中国科技论文在线. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/200702-160>, 2007-02-13.
- [8] 张永兵, 李寐华, 吴海波, 等. 新疆甜瓜地方品种资源的表型遗传多样性[J]. 园艺学报, 2012, 39(2): 305-314.
- [9] 程振家, 王怀松, 张志斌, 等. 甜瓜遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 西北植物学报, 2007, 27(2): 244-248.
- [10] 马德伟, 高锁柱, 孙岚, 等. 甜瓜花粉形态研究及起源、分类的探讨[J]. 园艺学报, 1989, 16(2): 134-138.

Clustering and Correlation Analysis of 15 *Cucumis melo* L. Germplasms Based on the Phenotypic Traits of the Seedling Period

SU Yan, WANG Pan-qiao, HU Jian-bin

(College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Using 15 *Cucumis melo* L. germplasms from a wide collection as materials, 13 phenotypic traits of the seedling period were studied for clustering and correlation. The results showed that rich genetic diversities were found among the seedling phenotypic traits. The variation coefficient of the quantitative characters was 35.32% ~ 112.34%, with the highest value for leaf area and the lowest for hypocotyl height. The variation coefficient of the qualitative characters was 27.18% ~ 49.69%, with the highest value for cotyledon color and the lowest value for cotyledon shape. Based on the phenotypic data, the clustering results showed that two accessions, 0869 and 0969 were clustered in one branch, indicating that the genetic background of them was dissimilar to the others. At the Euclidean genetic distance of 5.52, the main branch was divided into two sub-groups: thick-peel germplasms and thin-peel germplasms. The results of correlation analysis showed that of the 13 phenotypic traits, cotyledon width was significantly correlated to fresh weight of single fruit, with the correlation coefficient of 0.619, and may be used for the predetermination of melon yield trait.

Key words: *Cucumis melo* L.; phenotypic trait; clustering analysis; qualitative character; quantitative character; correlation analysis