

冯英娜,刘卫东,朱士农,等. 茄子农艺性状和品质性状的相关性及主成分分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(1):166-168.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.057

茄子农艺性状和品质性状的相关性及主成分分析

冯英娜¹, 刘卫东², 朱士农², 崔群香², 张爱慧²

(1. 南京农业大学, 江苏南京 210095; 2. 金陵科技学院, 江苏南京 211169)

摘要: 为了解茄子的农艺性状和品质性状之间的关系, 本研究采用多元分析法, 分析了农艺性状和品质性状相关性主成分关系。结果表明, 在对农艺性状和品质性状相关性分析中, 花青素相对含量与果色呈极显著正相关, 与可溶性固形物含量呈显著负相关; 维生素 P 含量与花青素相对含量和果色呈显著正相关; 果形与可溶性糖含量呈显著正相关, 与可溶性蛋白含量呈极显著正相关。主成分分析表明, 12 个农艺性状和品质性状简化为 6 个因子, 分别是营养因子、熟性因子、形状因子、生长因子、单果质量因子、果肉色因子, 其对变异的累积贡献率为 80.654%。

关键词: 茄子; 农艺性状; 品质性状; 相关分析; 主成分分析

中图分类号: S641.103 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0166-03

茄子 (*Solanum melongena* L.) 是我国栽培较早的蔬菜, 果实中含有丰富的蛋白质、碳水化合物、矿质元素等, 同时也是含有维生素 P 较高的蔬菜。维生素 P 具有活血化淤、清热、止痛、消肿、祛风通络及止血等功能^[1]。茄子的性状是由外界环境和内部多基因共同决定的, 主成分分析可以将多个相互关联的数量性状综合为少数几个主成分, 通过对变量之间的相关系数矩阵内部结构的研究, 找出数目较少且能控制所有变量的主成分。如果所取的特征值其主成分累积贡献率达到 70%, 表明其包含了大部分信息^[2]。

目前对茄子种质资源的研究较多。刘富中等对茄子种质资源青枯病的鉴定表明, 茄子野生近缘种 *Solanum sisymbriifolium* 和 *S. torvum* 对青枯病有较强的抗病性, 可作为茄子青枯病的抗源材料^[3]。苏晓梅等研究茄子花粉形态特征表明, 所有供试材料花粉均为长球形, 具有 3 条萌发沟, 以等间距环状分布, 沟延伸到两极, 花粉外壁纹饰均为颗粒状, 不同材料花粉粒在大小、外壁纹饰特征方面存在不同程度的差异, 花粉粒大小可以作为推断茄子栽培种内不同果形品种演化的依据^[4]。刘富中等研究自然低温、蕾期去雄及去柱头处理对其单性结实性的影响, 结果表明, 供试材料的单性结实性属于温度敏感型, 在低温下表达, 诱导单性结实基因表达的温度在 7~15℃ 之间, 在此温度范围内, 其坐果率为 88.9%~100%; 蕾期人工去雄和去柱头不影响单性结实果实正常生长发育, 蕾期去柱头可用于茄子单性结实性的快速准确鉴定^[5]。

在茄子营养品质方面, 王静等研究了茄子单性结实的果实内可溶性糖和蛋白质含量的变化^[6], 潘秀清等研究茄子单性结实果实发育规律与营养物质的关系^[7]。瞻园凤等分析了 19 份茄子的主要性状、营养品质并对其进行相关分析, 结

果表明, 干物质含量与单果质量和果长呈极显著负相关, 维生素 C 含量与单果质量和果长呈显著负相关, 可溶性蛋白含量与果宽呈显著正相关^[8]。赵德新等研究了茄子形态性状的主成分分析, 将茄子的 18 个形态性状分为 6 成分, 分别是果形因子、生长势因子、熟性因子、外观品质因子、光合因子和单果质量^[9]。关于茄子种质资源农艺性状和品质性状的主成分分析还少见报道。本研究利用相关分析法、主成分分析法研究农艺性状和品质性状之间的关系, 旨在为茄子的杂交育种亲本的选配和种质资源的利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料分别来自于国内外 28 份茄子材料, 所有材料均种植于金陵科技学院幕府校区园艺实验站, 各材料来源及主要特征见表 1。

1.2 方法

参照李锡香、朱德蔚编著《茄子种质资源描述规范和数据标准》, 在茄子生长期对农艺性状进行田间观察记载, 在茄子成熟期对其测定可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、维生素 P 含量、花青素相对含量等品质指标。

1.3 统计分析

应用 Excel 2003 和 SPSS 20.0 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 茄子性状的多样性分析

对 28 个品种的 12 个性状进行多样性分析, 结果(表 2)表明, 各性状在供试材料之间存在丰富的变异, 变异范围为 12.28%~111.76%, 平均变异系数为 39.27%。其中花青素相对含量的变异系数最高, 达 111.76%, 其次是果色、单果质量、可溶性蛋白的变异系数相对较高, 分别为 41.55%、46.05%、51.21%。首花节位、株高变异系数相对较低, 分别为 20.32% 和 12.28%, 各性状的变异系数由大到小依次为花青素相对含量 > 可溶性蛋白含量 > 单果质量 > 果色 > 果形 >

收稿日期: 2014-03-14

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(11)105]。

作者简介: 冯英娜(1988—), 女, 江苏徐州人, 硕士, 从事蔬菜遗传育种研究。E-mail: fengyingna88@126.com。

通信作者: 刘卫东, 硕士, 教授, 主要从事蔬菜遗传育种研究。E-mail: lwd@jyt.edu.cn。

表 1 茄子供试材料来源及主要特性

编号	名称	来源	特征		编号	名称	来源	特征	
			果形	果色				果形	果色
1	美绿	辽宁	长卵	绿	15	广田八号	日本	长羊角	紫红
2	日友长直壮青长茄	广东	长卵	绿	16	保丰绿茄	辽宁	卵圆	绿
3	荷兰绿龙	荷兰	长条	绿	17	倾国 69	日本	长筒	紫红
4	津科 2 号圆茄	天津	扁圆	浅紫	18	扁红茄	非洲	扁圆	鲜紫
5	白雪公主	西安	长羊角	白	19	KALI	菲律宾	长筒	鲜紫
6	白又嫩长白茄子	广东	长羊角	白	20	绿硯紫靛长茄	河北	长羊角	鲜紫
7	早熟纯杂交少数花茄	吉林	长筒	绿	21	大和长	日本	线形	黑紫
8	杭茄一号	江苏	线形	浅紫	22	天使丽人	四川	短羊角	鲜紫
9	美引茄冠	山东	卵圆	黑紫	23	布尼塔	荷兰	长卵	黑紫
10	迷你小茄子	日本	长条	黑紫	24	黑骠子长茄	西安	长羊角	橘红
11	紫塔	辽宁	长筒	黑紫	25	绿巨人	辽宁	长卵	绿
12	西方神茄	荷兰	长筒	黑紫	26	眉州墨茄	重庆	长羊角	黑紫
13	真优美长茄	山东	长条	黑紫	27	宫崎秋茄	重庆	长条	鲜紫
14	主力长茄	黑龙江	长条	黑紫	28	春秋长茄	重庆	长条	黑紫

表 2 茄子主要农艺性状和品质性状多样性分析

主要性状	最小值	最大值	平均值	标准差	极差	变异系数(%)
首花节位	4.00	12.00	9.50	1.93	8	20.32
株高(cm)	72.86	134.30	99.33	12.20	61.44	12.28
果色	1.00	8.00	5.68	2.36	7	41.55
心室数(个)	3.00	11.00	6.64	2.30	8	34.64
果形	1.00	11.00	7.60	2.90	10	38.16
单果质量(g)	13.22	480.00	198.80	91.55	466.78	46.05
果肉色	1.00	4.00	2.64	0.83	3	31.44
可溶性固形物含量(%)	1.50	5.00	3.268	0.938	3.5	28.70
可溶性糖含量(mg/g)	2.53	7.56	4.508	1.290	5.03	28.62
可溶性蛋白含量(mg/g)	0.27	2.48	1.078	0.552	2.21	51.21
花青素相对含量(%)	0.05	36.15	8.819	9.856	36.1	111.76
维生素 P 含量(mg/g)	1.22	3.98	2.349	0.619	2.76	26.35

心室数>果肉色>可溶性固形物含量>可溶性糖含量>维生素 P>首花节位>株高。可以看出,花青素相对含量的变异系数最大,说明供试材料在这个性状上变异丰富;可溶性蛋白含量和单果质量变异系数较大,说明可以通过良种选配和栽培技术等方法,使这些性状得到较大提高;株高的变异系数最小,因此通过育种手段获得理想的目标性状难度较大。

2.2 茄子主要性状与品质性状的相关性

为了判断 12 个性状之间的相互关系,对供试材料进行简单相关分析,各性状 Pearson 相关系数分析结果(表 3)显示,花青素相对含量与果色(1 白,2 绿白,3 绿,4 橘红,5 浅紫,6 鲜紫,7 紫红,8 黑紫)呈极显著正相关,与可溶性固形物含量呈显著负相关。维生素 P 与花青素相对含量和果色呈显著正相关。果形(1 扁圆,2 圆球,3 高圆,4 卵圆,5 长卵,6 短筒,7 长筒,8 长条,9 线形,10 短羊角,11 长羊角)与可溶性糖含量呈显著正相关,与可溶性蛋白含量呈极显著正相关。由营养品质与性状的相关分析得知,若要以果实中高花青素相对含量和高维生素 P 含量为育种目标,应注重黑紫色果实的选育。

2.3 茄子不同性状间的主成分分析

由表 4 可知,在所有的主成分构成中,信息主要集中在前 6 个主成分,其累积贡献率高达 80.654%。主成分 1 贡献率

24.085%,为最大,其次为主成分 2、3、4、5、6,贡献率分别为 19.654%、11.636%、10.771%、7.829%和 6.706%。

主成分 1 的特征向量中,特征值为 2.887,贡献率为 24.085%。载荷较高且符号为正的性状是花青素相对含量和维生素 P,即营养因子。主成分 2 的特征向量中,载荷较高且为正的性状是首花节位,与材料的熟性相关,即为熟性因子。主成分 3 的特征向量中,果形具有负向较大载荷值 -0.632,心室数具有较大的正向载荷值 0.514,说明主成分 3 主要决定果实的外部形状和内部形状,即为形状因子。主成分 4 为生长因子,主成分 5 为单果质量因子,主成分 6 为果肉色因子。根据供试材料的分析结果,主成分 1 越大越好,主成分 3、4、5、6 适中为宜,主成分 2 不宜过大。

3 讨论与结论

本研究结果表明,不同茄子的主要性状和品质性状均存在较大差异,品质性状的变异范围为 26.35%~111.76%,为营养品质的改良提供了可能。茄子主要性状与品质性状相关性分析结果表明:在选择亲本时,性状差异大的材料能够产生较大的杂种优势。果色越深,维生素 P 含量越高。这与姚元干等研究的结果^[10]一致。花青素相对含量与果色呈极显著

表 3 茄子主要农艺性状与品质性状的相关性分析

性状	相关系数											
	首花 节位	株高	果色	心室数	果形	单果质量	果肉色	可溶性固 形物含量	可溶性 糖含量	可溶性蛋 白含量	花青素 相对含量	维生素 P 含量
首花节位	1.000											
株高	0.13	1.000										
果色	0.069	0.213	1.000									
心室数	0.258	0.071	-0.001	1.000								
果形	0.605**	0.046	0.03	0.028	1.000							
单果质量	-0.065	-0.041	0.166	0.107	-0.317	1.000						
果肉色	-0.07	-0.261	0.376*	-0.109	-0.076	-0.05	1.000					
可溶性固形物含量	-0.087	0.106	-0.404*	-0.135	0.013	-0.209	-0.254	1.000				
可溶性糖含量	0.347	-0.199	-0.229	-0.034	0.462*	-0.296	-0.151	0.338	1.000			
可溶性蛋白含量	0.426*	0.129	0.051	-0.102	0.503**	-0.051	0.003	0.099	0.354	1.000		
花青素相对含量	0.141	0.238	0.676**	-0.221	-0.091	0.306	0.105	-0.46*	-0.306	-0.151	1.000	
维生素 P 含量	0.035	0.320	0.330*	-0.155	0.083	0.168	0.239	-0.317	-0.027	0.154	0.420*	1.000

注：“*”表示差异显著($P<0.05$)，“**”表示差异极显著($P<0.01$)。

表 4 茄子主要农艺性状和品质性状的主成分分析

主成分	性状指标	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5	主成分 6
特征值		2.887	2.358	1.396	1.293	0.939	0.805
贡献率(%)		24.085	19.654	11.636	10.771	7.829	6.706
累积贡献率(%)		24.085	43.712	55.348	66.119	73.948	80.654
特征向量	首花节位	-0.238	0.748	0.208	-0.332	0.028	-0.168
	株高	0.178	0.308	0.634	0.508	-0.343	0.199
	果色	0.689	0.422	-0.092	-0.03	-0.187	-0.072
	心室数	-0.084	0.014	0.514	-0.703	-0.246	0.309
	果形	-0.425	0.747	-0.632	-0.097	-0.076	-0.14
	单果质量	0.473	-0.109	0.302	-0.185	0.734	0.171
	果肉色	0.373	0.090	-0.711	-0.194	-0.225	0.370
	可溶性固形物含量	-0.632	-0.225	0.099	0.459	0.013	0.111
	可溶性糖含量	-0.659	0.373	-0.218	0.022	0.196	-0.108
	可溶性蛋白含量	-0.323	0.656	-0.084	0.131	0.274	0.351
	花青素相对含量	0.774	0.334	0.080	0.131	0.071	-0.430
	维生素 P 含量	0.485	0.464	-0.076	0.321	0.107	0.344

正相关,与可溶性固形物含量呈显著负相关。维生素 P 与花青素和果色呈显著正相关,这与王佳慧研究的结果^[11]一致。果形与可溶性糖含量呈显著相关,与可溶性蛋白含量呈极显著正相关。茄子的农艺性状相互关系复杂,在对某一个性状进行选择时,其他的一个性状或者是多个性状也会发生变化,因此对茄子材料的选择要综合考虑多个因素。

主成分分析是在不损失过多遗传信息基础上的一种降维思想,将一些彼此相关的指标进行线性组合,找到一些不相关的新综合指标来代替原始指标,使得这些新综合指标尽可能反映原始变量的大部分信息,从而减少形态性状调查工作。本研究中入选的 6 个主成分因子,累积贡献率达到 80.654%,12 个指标简化为 6 个新综合指标,反映了茄子的大部分信息。进一步分析各成分的特征向量,果色和花青素相对含量均为正载荷量,表明要是以花青素含量高为育种目标,则尽量选择果色深的;株高为负载荷量,因此在育种中尽量不选植株较高的材料,以避免植株倒伏,降低产量。

参考文献:

[1]毛伟海,包崇来,胡齐赞,等. 茄子的栽培生理与高效丰产技术[M]. 北京:中国农业出版社,2003:7-8.

[2]余锦华,杨维权. 多元统计分析与应用[M]. 广州:中山大学出版社,2005:162-218.

[3]刘富中,连 勇,冯东听,等. 茄子种质资源抗青枯病的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(4):381-385.

[4]苏晓梅,刘卫东,柳李旺. 茄子花粉形态特征及分类研究[J]. 西北植物学报,2012,32(2):281-287.

[5]刘富中,连 勇,陈钰辉,等. 温度和蕾期去雄及去柱头处理对茄子单性结实性的影响[J]. 园艺学报,2005,32(6):1021-1025.

[6]王 静,张伟春,魏毓棠,等. 茄子单性结实的果实内可溶性糖、蛋白质含量变化的研究[J]. 辽宁农业科学,2005(1):38-39.

[7]潘秀清,高秀瑞,武彦荣,等. 茄子单性结实现果实发育规律与营养物质的关系[J]. 华北农学报,2007,22(2):50-52.

[8]詹国凤,党选民,孙威振,等. 茄子果实的主要性状、营养品质及其相关性分析[J]. 长江蔬菜,2010(12):52-54.

[9]赵德新,孙治强,任子君,等. 茄子形态学性状主成分分析及聚类分析[J]. 河南农业大学学报,2009,43(4):393-397.

[10]姚元干,黄炎武,杨建国. 茄子果实中五种主要成分含量分析[J]. 湖南农业科学,1992(4):25-27.

[11]王佳慧. 国外茄子种质资源主要农艺性状鉴定与评价[D]. 保定:河北农业大学,2012:32-33.