

樱桃番茄主要营养品质性状的 配合力与遗传效应研究^{*}

杨永政, 巩振辉, 梁 燕

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 以 5 个樱桃番茄自交系为材料, 按 Griffing 完全双列杂交第一种设计方法, 对其 7 个品质性状的配合力和遗传效应进行了研究。结果表明, 各性状的一般配合力方差和特殊配合力方差均达到了显著或极显著水平; 可溶性总糖、可滴定酸、糖酸比、维生素 C、番茄红素、可溶性固形物等性状主要受基因的加性效应控制, β -胡萝卜素由非加性基因控制; 番茄红素的广义和狭义遗传力最高, 分别为 84.23 % 和 67.76 %; Q03 是选配高品质组合的理想亲本, Q01 $\times$ Q03 是品质较好的组合。

[关键词] 樱桃番茄; 品质性状; 配合力; 遗传效应

[中图分类号] S662.503.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)05-0179-05

Studies on combining ability and genetic effects of main quality characters in cherry tomato

YANG Yong-zheng, GONG Zhen-hui, Liang Yan

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : Combining ability and genetic effects of 7 quality characteristics in cherry tomato were analysed by way of Griffing complete diallel crosses design with 5 inbred lines as subjects. The results showed that general combining ability and special combining ability were significantly different. Soluble solid, total soluble sugar, titrationable acid, sugar acid ratio, vitamin C and lycopene were controlled by additive gene effects, and β -carotene was controlled by non-additive gene effects. The broad and narrow heredity of lycopene reached the highest, 84.23 % and 67.76 %, respectively, however, the other traits showed lower heredity. Line Q03 was very useful line for quality breeding. Q01 $\times$ Q03 could have a good developmental prospect in cherry tomato culture.

Key words : cherry tomato; quality characters; combining ability; genetic effects

樱 桃 番 茄 (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Alef) 又称迷你番茄、小番茄, 因其形似樱桃而得名。樱桃番茄果实玲珑可爱, 酸甜可口, 营养丰富, 是一种高档水果型蔬菜, 同时还具有独特的医疗保健功效^[1-2]。樱桃番茄在我国栽培历史不长, 但发展迅速, 特别是最近几年, 随着温室栽培和观光

农业的发展, 樱桃番茄栽培面积不断扩大。我国樱桃番茄育种的研究起步晚, 最近几年才有新品种选育成功的报道^[3-5], 因品种过少, 远远不能满足生产的需要。同时, 国内对于樱桃番茄的基础研究, 特别是数量性状的遗传研究还很薄弱, 因此进一步开展樱桃番茄的数量性状遗传研究十分必要。本试验系

* [收稿日期] 2006-04-12

[基金项目] 西北农林科技大学青年基金项目(04ZM082)

[作者简介] 杨永政(1971-), 男, 陕西武功人, 讲师, 主要从事蔬菜种质资源与育种学研究。

统分析了樱桃番茄 7 个主要品质性状的遗传规律,旨在为樱桃番茄的品质育种提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

试验选用西北农林科技大学园艺学院蔬菜系番茄育种课题组选育、纯化的 5 个樱桃番茄品系 Q01、Q02、Q03、Q04 和 Q05 作为杂交亲本,按照 Griffing 完全双列杂交第一种方法,于 2004 年配制成 20 个杂交组合。

1.2 方法

2005-02-26 播种 20 个组合和 5 个亲本,04-20 定植于大田。试验采用随机区组设计,3 次重复,每小区面积 6.67 m²,半高垄双行栽培,每小区定植 30 株,栽培管理措施与一般大田相同。

在果实成熟盛期,每小区随机取 10 个果实,捣碎,取匀浆测定以下指标:可溶性固形物用折光仪法

(GB/ T 12295 - 1990)测定,可溶性总糖采用蒽酮法测定,可滴定酸采用 NaOH 滴定法测定,糖酸比为可溶性总糖与可滴定酸的比值,维生素 C 用比色法测定,番茄红素和 β -胡萝卜素以丙酮 - 石油醚提取后用分光光度计测定^[6]。每个样品重复测定 2 次,取其平均值。

用 Griffing 完全双列杂交第一种方法进行配合力的方差分析,及一般配合力和特殊配合力效应值的估算,并计算有关遗传参数^[7-9]。

2 结果与分析

2.1 樱桃番茄 7 个品质性状的方差分析结果

表 1 列出了樱桃番茄 7 个品质性状随机区组设计的方差分析结果。由表 1 可以看出,番茄 7 个性状在 20 个组合间均具有极显著差异,说明各组合基因型效应之间存在着真实差异,可进一步进行配合力分析。

表 1 樱桃番茄 7 个性状的方差分析结果

Table 1 Analysis of variance on 7 qualitative traits of cherry tomato

性状 Character	组合均方 Mean squares of combination	机误均方 Mean squares of error	F 值 F values
可溶性固形物 Soluble solid	0.913	0.161	5.660 **
可溶性总糖 Total soluble sugar	136.748	17.571	7.783 **
可滴定酸 Titrationable acid	1.958	0.324	6.037 **
糖酸比 Sugar acid ratio	3.744	0.654	5.724 **
维生素 C Vitamin C	9.781	1.023	9.560 **
番茄红素 Lycopene	1.128	0.065	17.358 **
β -胡萝卜素 β -Carotene	25.783	2.944	8.756 **

注: **表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: ** indicates significant difference at 0.01 level.

2.2 樱桃番茄 7 个品质性状的配合力方差分析结果

由表 2 可以看出,樱桃番茄 7 个品质性状配合力方差分析结果按模型 检验,一般配合力方差和特殊配合力方差在 20 个组合间各性状均达到了显著或极显著差异;按模型 检验,一般配合力方差在 20 个组合间各性状差异均达显著或极显著水平,特殊配合力方差除可溶性固形物和 β -胡萝卜素 2 个性状在组合间差异不显著外,其余各性状在组合间也均达到显著或极显著水平。由于一般配合力和特殊配合力分别受基因加性效应和非加性效应控制,因此本试验中 2 种效应对各性状均具有一定作用。

2.3 樱桃番茄 7 个品质性状的配合力效应分析

2.3.1 一般配合力效应 一般配合力受加性基因

控制,是能稳定遗传的部分,通过测定一般配合力效应可以了解材料的利用价值,预测杂交后代的表现,因此,一般配合力效应高的材料,其相应的性状传递力强,对杂种后代的影响也大。表 3 列出了 5 个亲本各性状一般配合力的效应值。从表 3 可以看出,7 个性状中亲本之间的一般配合力差异极大,说明同一性状在不同亲本中的遗传作用有显著差别;7 个性状的一般配合力效应值在同一性状不同亲本间表现不同,说明在其加性效应间存在本质上的差异;同一亲本不同性状间一般配合力效应值也表现出很大差异,说明在其加性遗传效应间存在真实差异,这种差异为鉴定和选用综合性状一般配合力高的亲本提供了可能。

根据对一般配合力效应值的分析,亲本 Q01 的糖酸比一般配合力效应最高,Q02 的番茄红素含量一般配合力效应值最高,Q03 的可溶性固形物、可溶性总糖、可滴定酸、 β -胡萝卜素等品质性状的一般配

合力都表现出较高的正向效应值,Q04 维生素 C 含量的一般配合力效应值最高。因此可以认为,Q03 在提高杂种一代果实品质方面是一个理想的亲本。

表 2 樱桃番茄 7 个性状的配合力方差分析结果

Table 2 Variance of combining ability on 7 qualitative traits of cherry tomato							
性状 Character	一般配合力 GCA	特殊配合力 SCA	机误 Error	模型		模型	
				F_{GCA}	F_{SCA}	F_{GCA}	F_{SCA}
可溶性固形物 Soluble solid	0.949	0.251	0.054	17.489 **	4.456 **	13.805 **	1.776
可溶性总糖 Total soluble sugar	62.486	30.034	5.857	50.669 **	9.128 **	22.164 **	5.128 **
可滴定酸 Titrationable acid	1.921	0.396	0.108	17.765 **	3.664 *	6.022 *	2.647 *
糖酸比 Sugar acid ratio	1.045	0.717	0.218	15.793 **	5.387 **	7.508 *	3.287 *
维生素 C Vitamin C	6.378	1.597	0.341	18.702 **	4.384 **	8.148 *	4.684 **
番茄红素 Lycopene	1.526	0.136	0.022	70.444 **	9.261 **	11.720 *	6.621 **
β -胡萝卜素 β -Carotene	14.932	6.622	0.982	15.215 **	6.746 **	7.351 *	1.766

注(Note): $F_{0.05}(4,48) = 5.70$, $F_{0.01}(4,48) = 13.69$; $F_{0.05}(10,48) = 2.64$, $F_{0.01}(10,48) = 4.12$ 。

表 3 樱桃番茄 7 个品质性状的一般配合力效应

Table 3 Effective value of GCA on 7 qualitative traits of cherry tomato							
性状 Character	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	$LSD_{0.05}$	$LSD_{0.01}$
可溶性固形物 Soluble solid	- 0.154(4)	- 0.007(2)	0.527(1)	- 0.264(5)	- 0.097(3)	0.511	0.681
可溶性总糖 Total soluble sugar	0.188(3)	- 3.189(5)	3.495(1)	- 1.355(4)	0.861(2)	5.330	7.111
可滴定酸 Titrationable acid	- 0.149(4)	- 0.640(5)	0.486(1)	0.316(2)	- 0.012(3)	0.724	0.966
糖酸比 Sugar acid ratio	0.347(1)	0.074(3)	0.228(2)	- 0.446(5)	- 0.203(4)	1.028	1.372
维生素 C Vitamin C	0.105(3)	- 0.836(5)	- 0.758(4)	1.025(1)	0.465(2)	1.286	1.716
番茄红素 Lycopene	0.005(3)	0.397(1)	- 0.628(5)	0.240(2)	- 0.014(4)	0.324	0.433
β -胡萝卜素 β -Carotene	0.400(3)	1.022(2)	1.156(1)	- 1.051(4)	- 1.526(5)	2.182	2.911

注 : 同行数据后括号内数字表明位次。

Note : Numbers within brackets in the same row indicate precedence.

2.3.2 特殊配合力效应 特殊配合力是指某些特定组合在其双亲平均表现的基础上与预期结果的偏差,也就是某一亲本在杂交后代中偏离其平均表现的情况和程度,也可以认为是亲本在特定杂交组合中,对杂种后代的某些性状产生不符合该品种平均表现的能力。特殊配合力受非加性效应控制,是不可控的,必须通过优势育种途径来利用这部分效应。对 20 个杂交组合特殊配合力效应值的分析结果(表 4)表明,同一性状不同组合间及同一杂交组合不同性状间的特殊配合力效应值均有较大差异。

表 4 结果表明,组合 Q01 $\times$ Q03 的可溶性固形物、可溶性总糖、糖酸比等性状的特殊配合力效应值表现为较高的正值,可以认为此组合是品质较好的组合。从表 4 还可看出,特殊配合力表现出高效应的组合并不完全是一般配合力高的亲本的组合,也就是由一般配合力最高的亲本配成的组合,不一定是最好的组合,说明特殊配合力是其组成性状的综合反映。例如对于可溶性固形物含量这一性状,Q02 和 Q05 的一般配合力均为负值,但因这一组合有较高的特殊配合力,因而有强于其他组合的杂种优势。

表 4 樱桃番茄 7 个品质性状的特殊配合力效应

Table 4 Effective value of SCA on 7 qualitative traits of cherry tomato

组合、亲本 Combination & parent	可溶性固形物 Soluble solid	可溶性总糖 Total soluble sugar	可滴定酸 Titrationable acid	糖酸比 Ratio of sugar to acid	维生素 C Vitamin C	番茄红素 Lycopene	β-胡萝卜素 β-Carotene
Q01 ×Q02	- 0.083	- 1.488	0.229	- 0.453	- 0.240	0.183	1.269
Q01 ×Q03	0.337	7.622	- 0.088	0.782	0.115	0.316	- 2.063
Q01 ×Q04	- 0.526	0.079	- 0.018	- 0.211	1.034	0.144	- 0.438
Q01 ×Q05	- 0.293	0.529	0.144	0.203	- 1.190	- 0.517	- 0.446
Q02 ×Q01	- 0.233	3.017	- 0.183	0.848	- 0.162	0.168	1.947
Q02 ×Q03	- 0.493	- 0.771	- 0.466	- 0.033	- 0.555	- 0.193	2.031
Q02 ×Q04	0.127	- 4.678	- 0.580	- 0.174	- 1.053	- 0.212	- 2.698
Q02 ×Q05	0.344	- 3.028	- 0.293	0.419	- 0.423	- 0.024	- 2.007
Q03 ×Q01	- 0.283	- 5.983	0.747	- 2.158	- 1.108	0.595	- 1.035
Q03 ×Q02	- 0.333	1.033	- 0.143	- 0.603	0.320	0.082	0.758
Q03 ×Q04	0.297	- 4.111	0.198	- 0.419	- 0.108	0.057	1.473
Q03 ×Q05	- 0.153	0.755	0.599	- 0.529	0.114	0.126	1.271
Q04 ×Q01	0.000	1.983	0.533	- 0.210	- 0.490	- 0.085	2.427
Q04 ×Q02	- 0.366	1.450	0.027	0.257	- 2.428	- 0.062	1.408
Q04 ×Q03	- 0.100	11.033	0.123	0.685	0.248	- 0.525	1.870
Q04 ×Q05	0.317	4.339	0.009	0.878	0.795	0.050	0.213
Q05 ×Q01	- 0.067	- 4.150	0.453	- 1.340	- 0.350	- 0.163	1.633
Q05 ×Q02	0.017	- 4.883	- 0.482	- 0.207	0.625	0.072	1.248
Q05 ×Q03	- 0.050	- 6.417	0.070	- 0.998	- 2.880	0.150	4.353
Q05 ×Q04	0.300	- 3.983	- 0.810	0.382	- 1.420	0.228	- 0.412
LSD _{0.05 Sij-Sik}	0.417	4.352	0.591	0.840	1.050	0.265	1.782
LSD _{0.01 Sij-Sik}	0.556	5.806	0.789	1.120	1.401	0.353	2.377
LSD _{0.05 Sij-Skl}	0.361	3.769	0.512	0.727	0.910	0.229	1.543
LSD _{0.01 Sij-Skl}	0.482	5.028	0.683	0.970	1.213	0.306	2.058

注:Sij 表示第*i*个亲本与第*j*个亲本杂交组合的特殊配合力效应值;Sik 表示第*i*个亲本与第*k*个亲本杂交组合的特殊配合力效应值;Skl 表示第*k*个亲本与第*l*个亲本杂交组合的特殊配合力效应值。

Note : Sij indicates specific combining ability of hybrid combination in parent *i* and *j*; Sik indicates specific combining ability of hybrid combination in parent *i* and *k*; Skl indicates specific combining ability of hybrid combination in parent *k* and *l*.

2.4 樱桃番茄 7 个品质性状的遗传参数

表 5 结果显示,可溶性固形物、可溶性总糖、可滴定酸、糖酸比、维生素 C、番茄红素等性状的一般配合力方差大于特殊配合力方差,说明这些性状以基因加性效应占主导地位,可以固定遗传,应通过选

种、有性杂交育种等常规育种方法加以利用。β-胡萝卜素的特殊配合力方差大于一般配合力方差,说明此性状受非加性效应影响大,不能固定遗传,杂交育种后代应通过优势育种来利用。

表 5 樱桃番茄 7 个性状的遗传参数

Table 5 Estimates of genetic parameters of 7 qualitative traits of cherry tomato

性 状 Character	一般配合 力方差 σ_g^2	特殊配合 力方差 σ_s^2	反交效 应方差 σ_s^2/σ_g^2	加性 方差 σ_a^2	显性 方差 σ_d^2	遗传 方差 σ_G^2	表型 方差 σ_P^2	广义遗 传力/ % h_B^2	狭义遗 传力/ % h_N^2
可溶性固形物 Soluble solid	0.043	0.034	0.027	0.139	0.121	0.256	0.421	61.67	32.95
可溶性总糖 Total soluble sugar	4.685	3.748	2.928	14.391	6.721	21.112	38.682	54.58	17.37
可滴定酸 Titrationable acid	0.086	0.069	0.054	0.308	0.171	0.479	0.804	59.63	38.29
糖酸比 Sugar acid ratio	0.174	0.140	0.110	0.297	0.070	0.367	1.021	35.96	6.89
维生素 C Vitamin C	0.327	0.218	0.171	0.968	0.748	0.748	2.739	62.65	35.35
番茄红素 Lycopene	0.022	0.014	0.011	0.279	0.068	0.347	0.412	84.23	67.76
β-胡萝卜素 β-Carotene	0.079	0.628	0.491	1.716	3.357	5.074	8.018	63.28	21.40

各性状的广义遗传力大小顺序为:番茄红素 > β -胡萝卜素 > 维生素 C > 可溶性固形物 > 可滴定酸 > 可溶性总糖 > 糖酸比;各性状的狭义遗传力大小顺序为:番茄红素 > 可滴定酸 > 维生素 C > 可溶性固形物 > β -胡萝卜素 > 可溶性总糖 > 糖酸比。从以上分析可以看出,番茄红素的广义和狭义遗传力都最高,受环境影响小,早期世代选择即有明显效果;而糖酸比等性状遗传力较低,受环境影响大,在早期世代对这些性状进行选择并不可靠,在杂交后期世代对这些性状进行选择,才能收到较好的效果。

3 结 论

品质育种是樱桃番茄新品种选育的主要目标之一。本研究结果表明,7 个品质性状的配合力在遗传型间的差异均达到了显著或极显著水平。可溶性固形物、可溶性总糖、可滴定酸、糖酸比、维生素 C、番茄红素等性状的一般配合力方差大于特殊配合力方差,这些性状主要受基因加性效应的控制,能够较稳定地遗传,可以通过系谱法加以固定; β -胡萝卜素的特殊配合力方差大于一般配合力方差,其主要受基因的非加性效应控制,不能固定遗传,这与孙保娟等^[10]的研究结果不一致,需进一步进行深入研究。

广义遗传力反映了遗传变异和环境变异的作用,狭义遗传力则可度量加性遗传的效应。本研究结果表明,番茄红素的广义和狭义遗传力都最高,分别为 84.23 % 和 67.76 %,说明其受环境影响小,能够较真实地遗传,早期世代选择即有明显效果,这一结果与对鲜食番茄和加工番茄的研究结果相似^[11-12]。糖酸比等性状遗传力较低,受环境影响大,早期世代对这些性状进行选择并不可靠,在杂交后期世代对这些性状进行选择,才能收到较好的效果。

通过配合力分析,综合各个品质性状来看,亲本 Q03 的可溶性固形物、可溶性总糖、可滴定酸、 β -胡萝卜素等品质性状的一般配合力都表现出较高的正向效应值,是选配高品质组合的理想亲本;本试验各杂交组合中,Q01 $\times$ Q03 的可溶性固形物、可溶性总糖、糖酸比等性状特殊配合力效应值表现为较高的正值,可以认为此组合是品质较好的组合。

【参考文献】

- [1] Agarwal S, Rao A. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases[J]. Assoc mid Cana, 2000, 163(6): 739-744.
- [2] Craig W, Hadley, Elizabeth C, et al. Tomatoes, lycopene, and prostate cancer: progress and promise[J]. Exp Biol Med, 2002, 22(7): 869-880.
- [3] 杨永政,梁 燕,叶可辉,等. 樱桃番茄新品种粉珠 3 号[J]. 长江蔬菜, 2004(6): 13.
- [4] 姚方杰,苏桂娟,叶景学. 樱桃番茄新品种“吉农 2 号小番茄”[J]. 园艺学报, 2004, 31(3): 423.
- [5] 柴 敏,于栓仓. 特色番茄京丹系列新品种[J]. 农业新技术, 2003(1): 28.
- [6] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版社, 2000.
- [7] 刘来福,毛盛贤,黄远樟. 作物数量遗传学[M]. 北京:农业出版社, 1982.
- [8] 杨伟光,张 君,赵欣欣,等. 几个玉米改良系主要农艺性状配合力和遗传参数的分析[J]. 玉米科学, 2002, 10(4): 22-25.
- [9] 杨学举,荣广哲,卢桂芬. 优质小麦重要性状的相关分析[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(2): 35-57.
- [10] 孙保娟,孙光闻. 樱桃番茄主要品质性状的遗传效应分析[J]. 广东农业科学, 2006(1): 3-4.
- [11] 陈庆生,赵有为. 番茄的四个品质性状的遗传效应研究[J]. 江苏农学院学报, 1990, 11(4): 35-36.
- [12] 王 雷,王 鸣,石 英,等. 加工番茄主要数量性状遗传相关性的研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(1): 32-37.