

李 军, 刘凤军. 樱桃番茄种质资源的果实及果穗性状遗传多样性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 180–183.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.056

# 樱桃番茄种质资源的果实及果穗性状遗传多样性

李 军, 刘凤军

(江苏太湖地区农业科学研究所, 江苏苏州 215155)

**摘要:**从果形、果色、果脐、单果质量、果穗长、心室数、单穗果数、果形指数、果穗指数等 9 个果实、果穗相关性状对 49 个樱桃番茄品种进行观察, 并分析其果实及果穗外观遗传多样性。结果显示, 果实外观、果穗性状在不同品种之间表现出不同程度的多样性, 其中 6 对性状之间呈显著正相关, 8 对性状呈显著负相关。本研究为樱桃番茄育种工作理清了思路, 并为加快优良种质资源的利用奠定了基础。

**关键词:**樱桃番茄; 果实性状; 果穗性状; 遗传多样性

**中图分类号:**S641.203; Q75 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)12-0180-04

樱桃番茄(*Solanum lycopersicum*)是一种非常好的保健食品, 尤其适合人们追求天然和健康的潮流。樱桃番茄外观玲珑可爱, 含糖度很高, 约  $7^{\circ} \sim 8^{\circ}$ , 口味香甜鲜美, 风味独特<sup>[1]</sup>。近年来, 由于其广受消费者青睐, 生产效益好, 樱桃番茄在苏南地区栽培面积迅速扩大。由于樱桃番茄国内选育的品种较少, 目前广泛使用的品种大多数从国外引进, 品种选择范围较小、类型单一, 因此引进优质品种的同时开展特色新品种选育、促进樱桃番茄可持续生产显得非常有必要。樱桃番茄种质资源类型丰富, 但研究和保护工作远落后于育种实践, 对多种资源类型或生态型在遗传上的差异及现有品种的遗传多样性缺乏足够研究。近年来, 现代分子手段已被广泛使

用<sup>[2-4]</sup>, 但农艺性状的鉴定和描述仍然是种质资源最基本的研究方法和和最直接的途径, 农艺性状数据是种以上或种内分类不可缺少的重要依据之一。樱桃番茄新品种选育中除了果实品质受到广泛关注外, 利用果形多样性进行品种创新和杂交育种也受到越来越多的关注, 尤其是近年来穗形、果柄、萼片的美观程度逐渐成为品种选育的重要性状。因此, 本研究针对近年来收集的 49 个樱桃番茄品种, 对其果实果色、果形、穗形性状进行调查, 通过统计分析方法对资源进行分析和对比, 掌握樱桃番茄果实多样性的基本信息, 促进樱桃番茄育种工作, 并为加快优异性状的利用和优良品种的选育奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验材料为江苏太湖地区农业科学研究所近年来收集的 49 个樱桃番茄品种, 编号依次为 1~49。

### 1.2 试验设计

2012 年 7 月 8 日播种于穴盘中, 8 月 10 日左右定植于塑

甜菜夜蛾效果良好。

## 参考文献:

- [1] 黄保宏, 林桂坤, 王学辉, 等. 防虫网对设施蔬菜害虫控害作用研究[J]. 植物保护, 2013, 39(6): 164–169, 187.
- [2] 李 军, 姚益平, 徐 蕊, 等. 长江下游防虫网覆盖塑料大棚内温湿度模拟[J]. 农业工程学报, 2010, 29(6): 238–244.
- [3] 朴秀英, 单炜力, 简 秋, 等. 食品安全国家标准——食品中农药最大残留限量 (GB2763—2012) 介绍[J]. 农药科学与管理, 2013, 34(2): 35–39.
- [4] 黑银秀, 刘 君, 章俊军, 等. 防虫网覆盖应用技术[J]. 中国植保导刊, 2013(6): 77–79.
- [5] 刘永杰, 赵旭东, 沈晋良, 等. 甜菜夜蛾泰安郊区田间种群对杀虫剂的抗药性水平监测[J]. 华东昆虫学报, 2004, 13(2): 72–75.
- [6] Zhou C, Liu Y Q, Yu W L, et al. Resistance of *spodoptera exigua* to ten insecticides in Shandong, China[J]. Phytoparasitica, 2011, 39(4): 315–324.

收稿日期: 2014-12-29

基金项目: 江苏省苏州市科技支撑计划 (编号: SNG201351)。

作者简介: 李 军 (1980—), 男, 内蒙古东胜人, 硕士, 助理研究员, 从事设施蔬菜栽培与育种工作。Tel: (0512) 65386217; E-mail: mylelee@163.com。

超过毒死蜱在叶类蔬菜中的最大残留限量; 在氯氟氰菊酯处理区检测得到甘蓝叶片中氯氟氰菊酯的残留量为 0.763 mg/kg, 也超过了氯氟氰菊酯在叶类蔬菜中的最大残留限量; 目前, 我国对于氰氟虫腈在叶类蔬菜中的最大残留限量并没有一个明确的标准, 但防虫网防治甜菜夜蛾、小菜蛾的防效比使用氰氟虫腈防治效果好。

## 3 讨论

防虫网在作物生长期应全期覆盖, 对阳光阻碍不多, 不需要中途揭开, 应用全期覆盖在甘蓝上, 以害虫入侵<sup>[4]</sup>。防虫网应该选择合适的规格, 目数太少, 防虫网的网眼较大, 害虫比较容易侵入; 目数太多, 防虫网的成本偏大, 本研究使用 30 目的防虫网应用于甘蓝害虫的防治可达到良好效果。

由于长期使用化学杀虫剂防治小菜蛾和甜菜夜蛾, 导致这 2 种害虫对许多杀虫剂已经产生了较高的抗药性。据相关报道, 甜菜夜蛾及小菜蛾对毒死蜱产生极高水平的抗性<sup>[5-6]</sup>, 正常用药水平已经不能有效防治, 采用防虫网防治小菜蛾和

料大棚中,株行距 40 cm × 80 cm,每个品种定植 40 株,不设重复,采用遮阳网和防虫网育苗,为避免生长调节剂对果形的影响和坐果不良对果形的影响,利用番茄振荡器保花保果。其他田间管理与常规相同。

### 1.3 性状调查

进入果实成熟期后,从各个小区的不同植株上选取第 2 穗果的第 2 个果实 10 个,对果横径、果纵径、果形指数、果色、果实形状、果肉颜色、果脐、单果质量、果穗长、单穗果数等性状进行测量和记录,其中果实形状的测量采用图像扫描法,将果实由中心轴纵切,使用扫描仪将纵切面扫描为图像,使用 Photoshop CS5 测量果实横径、纵径。其中,果形指数 = 横径/纵径。樱桃番茄果实形态性状的鉴定参照文献[5]的标准进行。在第 2 穗果 80% 的果实成熟后测量果穗长度、第 2 穗果实单果穗结果数量,用果穗指数来评价果穗的果实分布的疏密程度,果穗指数 = 果实数量/果穗长度。

### 1.4 数据统计分析

利用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件对果实相关性状的数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 49 个樱桃品种纵切面性状

利用扫描仪将番茄果实的纵切面扫描储存为图像文件更有利于对各品种果实外观进行分析,也更有利于品种之间的对比。49 个樱桃番茄品种中果形出现圆形、心形、卵圆形、梨形、长梨形等外观(图 1),同时也可观察到同一类果实内纵切面性状差别很大,横径、纵径、果实果肩宽窄都有差异。说明果实纵切面、果形遗传多样性较丰富。

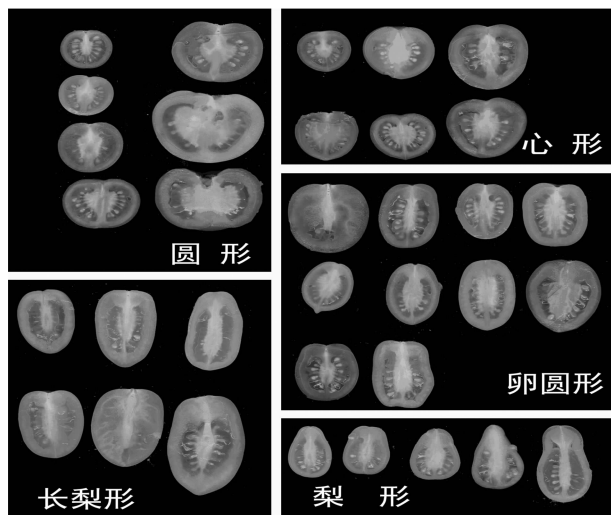


图1 49 个樱桃番茄品种纵切面扫描观察图选

### 2.2 果实、果穗外观多样性分析

对 49 个品种果实纵径、横径、果形指数、平均单果质量等参数的调查发现,果实外观性状差异明显,纵径最小的为 47 号,果实长度为 1.97 cm,纵径最长的为 41 号品种,果实长度为 5.03 cm;横径 2.13 ~ 3.97 cm,最小的为 21 号品种,最大的为 1 号品种。果形指数 0.89 ~ 1.73,平均单果质量 4.99 ~ 39.39 g,最重的品种为 13 号品种,最轻的为 47 号品种。49 个品种中红色果实占绝大多数,黄色有 12 个品种,粉红色只

有 3 个品种。果穗性状显示,单穗果数最少的为 47 号品种(6 个),最多的为 28 号品种(26 个);穗长最小的为 26 号品种(7.33 cm),最大的为 28 号品种(40.33 cm);果穗指数 0.46 ~ 1.00(表 1)。由此可见,49 个樱桃番茄品种的果实与果穗多样性较丰富。

### 2.3 果实、果穗外观的变异度

变异度分析结果(表 2)表明,7 个性状的平均变异系数为 25%,其中单果质量的变异系数最大为 43%,变幅为 4.99 ~ 39.39 g;其次为穗长、单穗果数,分别为 31%、30%;果穗指数的变异系数为 20%;变异系数较小的为纵径、果形指数和横径,分别为 18%、18%、16%。以上结果表明,49 个品种之间存在明显的遗传差异,同时各性状在不同材料之间也表现出不同程度的多样性。

### 2.4 果实、果穗性状的相关性分析

对 49 个樱桃番茄果实、果穗外观的相关性进行分析,14 对指标间出现显著相关。其中,果实外观纵径与横径、果形指数、单果质量,横径与单果质量、果形指数,穗长与单穗果数显著正相关;果实颜色与纵径、横径、单果质量、单穗果数,果形指数与横径,果穗指数与横径、果形指数、单果质量、穗长显著负相关(表 3)。

## 3 结论与讨论

品质一直是蔬菜生产、科学研究、品种选育的重要工作<sup>[6-7]</sup>,尤其是随着社会发展和人们生活质量的提高,番茄内在品质与外观也受到越来越多的关注。如何利用现有各类番茄资源以及采用各种科学方法获得外观优美、品质优良的番茄新品种已经成为番茄育种的主要研究方向<sup>[8]</sup>,这其中发掘和有效利用种质资源是关键环节,种质资源遗传多样性的研究是所有工作的基础。

从本研究结果可以看出,每个性状在不同品种间表现出不同的多样性。目前,对番茄果实外形的分类标准主要是象形分类,分为圆形、心形、卵圆形、梨形、长梨形等,从本研究结果(图 1)可见卵圆形包括肩窄圆、底宽的卵圆形及肩宽、底窄的倒卵圆形和椭圆形,梨形中也不完全为一个类型,果肩大小差异很明显。由此可见,对果实形状用象形描述分类进行遗传分析,虽然简便快捷,但易受人为判断影响,不能准确区分过渡形状,给遗传分析带来很大误差。果形指数是通过测量果实纵径、横径后建立的量化果形描述方法,该方法简单、快速、无损,通过测量数据使果形数字化,还有利于利用数学模型进行遗传分析,是果形研究从定性到定量的一个飞跃<sup>[9]</sup>。但果形指数仍然不能完全反映果实形态,本研究也显示果形指数变异系数相对横径、纵径、单果质量较小,还须要建立果形指数与具体性状间的对应关系,通过果形指数区间分布才能精确描述果实形状类型,或者通过更多的量化数据全面、高效地反映果实形态。White 等通过测量梨果实的最大纵径、最大横径以及果实 10%、25%、50%、75%、90% 高处的横径,增加果颈区和果基区纵径与横径比测量的灵敏度,试图更全面反映果形特征<sup>[10]</sup>。van der Knaap 等将 White 等测量的指标减少为最大纵径、最大横径、10% 和 90% 处果实横径,认为这样足以全面准确体现出果形特征,而且方便后续果形测定<sup>[11]</sup>。本研究选择利用扫描仪及图像处理软件可以快速测

表 1 49 个樱桃番茄种质资源果实外观多样性记录

编号	外观性状					果穗性状				
	果实颜色	纵径(cm)	横径(cm)	果形指数	单果质量(g)	单穗果数(个)	穗长(cm)	果穗指数	果实脐部形状	心室数(个)
1	粉红	3.83	3.97	0.97	36.54	13.18	20.77	0.63	圆平	2
2	红色	4.05	3.16	1.28	25.84	15.17	31.78	0.48	圆平	2
3	黄色	3.16	2.92	1.08	16.73	15.90	24.70	0.65	微凸近平	2
4	红色	4.11	3.57	1.15	32.29	11.67	24.71	0.49	微凸近平	2
5	红色	4.27	3.68	1.16	38.26	10.19	21.38	0.48	微凸近平	2
6	红色	3.56	2.94	1.21	16.86	8.13	16.88	0.49	圆平	2
7	红色	3.53	2.33	1.52	10.88	10.27	16.73	0.63	尖形	2
8	黄色	3.22	2.32	1.39	9.00	10.00	16.00	0.64	尖形	2
9	红色	4.03	3.26	1.24	29.3	10.08	18.62	0.56	微凸近平	2
10	粉红	4.02	3.66	1.10	34.01	13.59	28.19	0.50	圆平	2
11	红色	2.75	2.26	1.22	16.27	7.75	9.63	0.82	圆平	2
12	黄色	2.59	2.56	1.01	11.25	13.14	15.43	0.89	圆平	2
13	红色	3.17	3.34	0.95	39.39	10.08	13.32	0.84	圆平	2
14	红色	2.95	2.80	1.05	14.31	9.70	15.70	0.63	微凹近平	2
15	黄色	3.27	2.84	1.15	15.01	14.06	20.52	0.76	圆平	2
16	黄色	2.68	2.71	0.99	11.93	10.20	14.00	0.75	微凹近平	2
17	红色	3.92	2.36	1.66	17.94	13.20	23.03	0.61	尖形	2
18	红色	3.73	3.09	1.21	23.97	13.48	17.79	0.77	微凹近平	2
19	红色	4.16	2.90	1.44	21.94	14.00	27.28	0.53	微凸近平	2
20	红色	3.4	3.21	1.06	19.84	14.00	21.81	0.66	尖形	2
21	红色	3.06	2.64	1.16	14.60	11.33	17.00	0.66	微凸近平	2
22	红色	3.04	2.97	1.02	17.50	12.11	13.56	0.92	圆平	2
23	红色	2.66	2.31	1.15	6.50	11.53	11.65	1.00	圆平	2
24	黄色	4.05	2.48	1.63	16.57	14.50	21.90	0.66	圆平	2
25	红色	4.24	2.80	1.52	16.03	14.07	25.46	0.59	圆平	2
26	黄色	3.68	2.13	1.73	11.10	6.00	7.33	0.89	微凹近平	2
27	红色	4.01	2.66	1.51	16.03	18.71	26.57	0.70	圆平	2
28	红色	3.14	2.68	1.17	17.15	26.33	40.33	0.69	圆平	2
29	红色	3.34	2.52	1.33	14.27	15.50	25.46	0.62	圆平	2
30	红色	2.53	2.54	1.00	11.77	24.00	32.50	0.75	微凹近平	2
31	红色	3.31	2.54	1.30	12.44	12.71	23.42	0.55	微凹近平	2
32	红色	3.34	3.43	0.97	22.56	8.20	15.80	0.60	圆平	2
33	红色	3.69	2.34	1.58	15.01	13.27	23.33	0.58	圆平	2
34	红色	3.96	2.62	1.51	18.68	12.59	20.54	0.65	深凹	2
35	红色	4.84	3.33	1.45	29.19	16.91	30.26	0.56	深凹	2
36	红色	2.93	2.74	1.07	11.85	11.10	20.30	0.57	圆平	2
37	黄色	3.97	2.59	1.53	18.09	9.71	21.79	0.46	深凹	2
38	黄色	4.08	2.97	1.37	21.48	15.65	27.14	0.58	圆平	2
39	黄色	3.99	2.78	1.43	19.16	14.00	26.18	0.55	尖形	2
40	红色	4.77	3.75	1.27	34.91	9.15	16.79	0.56	圆平	2
41	粉红	5.03	3.29	1.53	30.08	16.11	31.37	0.50	微凸近平	2
42	红色	2.85	3.19	0.89	15.95	16.67	23.00	0.82	圆平	2
43	红色	3.46	2.39	1.45	12.14	13.20	25.00	0.53	微凸近平	2
44	黄色	3.79	2.58	1.47	18.25	14.36	24.18	0.60	圆平	2
45	红色	3.92	2.77	1.42	18.34	10.05	17.89	0.57	尖形	2
46	红色	4.13	2.67	1.54	23.51	9.70	21.57	0.47	微凸近平	2
47	红色	1.97	2.17	0.91	4.99	6.38	8.25	0.82	圆平	2
48	红色	3.84	2.44	1.58	20.93	13.67	21.79	0.64	深凹	2
49	黄色	4.11	2.45	1.68	11.37	12.71	21.14	0.60	尖形	2

定果实的果形指数,也可以进一步测定果实纵切面的各项参数,这与 Brewer 等开发的应用软件“番茄分析器”原理<sup>[12]</sup>类似,“番茄分析器”可以对番茄纵切面半自动表型测量。对果实外形的定量研究随着计算机技术应用于遗传理论研究而进

一步深入,海量复杂数据分析归类已成为可能,更精确、更全面的果实外形描述和多样性分析成为现实。  
单穗果数、穗长、果穗指数变异系数超过 30%,果穗指数与纵横径、果形指数、穗长、单果质量均呈极显著负相关。关

表 2 49 个樱桃番茄品种果实、果穗外观性状发变异情况

性状指标	全距	极小值	极大值	平均值	标准差	方差	变异系数(%)
果实颜色	2.00	1.00	3.00	2.18	0.53	0.28	24
纵径(cm)	3.06	1.97	5.03	3.59	0.63	0.40	18
横径(cm)	1.84	2.13	3.97	2.83	0.45	0.20	16
果形指数	0.84	0.89	1.73	1.29	0.23	0.05	18
单果质量(g)	34.40	4.99	39.39	19.22	8.29	68.76	43
单穗果数(个)	20.33	6.00	26.33	12.82	3.79	14.35	30
穗长(cm)	33.00	7.33	40.33	21.22	6.54	42.75	31
果穗指数	0.54	0.46	1.00	0.64	0.13	0.02	20
果脐	4.00	1.00	5.00	3.18	1.09	1.19	34
心室数(个)	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0

表 3 49 个樱桃番茄品种果实、果穗外观性状之间的相关性分析

性状指标	相关系数								
	果实颜色	纵径	横径	果形指数	单果质量	单穗果数	穗长	果穗指数	果实脐部形状
果实颜色	1.00								
纵径	-0.16	1.00							
横径	-0.45 **	0.43 **	1.00						
果形指数	0.222	0.62 **	-0.42 **	1.00					
单果质量	-0.45 **	0.61 **	0.86 **	-0.10	1.00				
单穗果数	-0.08	0.08	0.05	0	0	1.00			
穗长	-0.19	0.43 **	0.23	0.20	0.24	0.84 **	1.00		
果穗指数	0.19	-0.67 **	-0.33 *	-0.36 *	-0.41 **	-0.02	-0.52 **	1.00	
果脐	0.01	0.09	0.02	0.09	0	-0.08	0.02	-0.20	1.00

于番茄花穗、果穗、串形的研究较少<sup>[13-15]</sup>,但仍集中在表型描述上,对许多大田作物如油菜、麦类作物、水稻等有了很多深入研究。番茄花序或者果穗按照外观可简单分为单枝、双枝、多枝,但是由于果穗枝数变化很不稳定,受环境条件影响,同一品种内个体差异较大,同一植株不同位置果穗差异也很大。本研究通过测定穗长、单穗果数、果穗指数进行描述,环境对穗长的影响很大,果数随着穗长、花数变化而变化(呈极显著相关,见表 3),果穗指数显示 1 cm 果穗上的果实数量,可表示番茄果穗上果实的疏密程度,但仍然受枝数的影响。将果穗指数、穗长、单穗果数、枝数结合起来可以描述单个果穗形态,在穗形、串形的选育上有一定参考价值。

综上所述,果实、果穗各性状品种之间的变异存在显著差异,遗传多样性丰富,为进一步的品种选育奠定了基础。对于果形与果穗形态的精确描述须要进一步深入研究,探索全面、快速的表达方式。

参考文献:

[1]徐鹤林,李景富. 中国番茄[M]. 北京:中国农业出版社,2007:57.

[2]温庆放,朱海生,林义章,等. 樱桃番茄种质资源遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 福建农业学报,2006(1):59-62.

[3]姚祝平,叶青静,杨悦俭,等. 番茄种质遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 浙江农业学报,2010,22(2):156-160.

[4]Benor S,张孟玉,王州飞,等. 番茄自交系遗传多样性的 SSR 分析[J]. 遗传学报,2008,35(6):373-379.

[5]李锡香,杜永臣. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北

京:中国农业出版社,2006:17-21.

[6]陈 昱,冯伟民,樊平声,等. 我国有机蔬菜发展现状及对策[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):1-4.

[7]冯恩东,钱卫红,张红生. 南京蔬菜质量安全监管追溯系统设计与应用[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):283-285.

[8]李晓蕾,李景富,康立功,等. 番茄品质遗传及育种研究进展[J]. 中国蔬菜,2010(14):1-7.

[9]乔 军,刘富中,陈钰辉,等. 园艺作物果形遗传研究进展[J]. 园艺学报,2011,38(7):1385-1396.

[10]White A G,Bailey D G. Digital imaging:a useful technique for analyzing fruit shape in pears[J]. Fruit Varieties Journal,1995,49(4):224-226.

[11]van der Knaap E,Tanksley S D. The making of a bell pepper - shaped tomato fruit:identification of loci controlling fruit morphology in yellow stuffer tomato[J]. Theoretical and Applied Genetics,2003,107(1):139-147.

[12]Brewer M T,Lang L,Fujimura K,et al. Development of a controlled vocabulary and software application to analyze fruit shape variation in tomato and other plant species[J]. Plant Physiology,2006,141(1):15-25.

[13]孙亚东,梁 燕,吴江敏,等. 番茄种质资源的遗传多样性和聚类分析[J]. 西北农业学报,2009,18(5):297-301.

[14]欧阳主才,周满生,乐素菊,等. 番茄显性复花序性状的遗传分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(6):2297-2298.

[15]王五宏,冯 辉,徐 娜,等. 串番茄花序及果穗生长发育特性研究[J]. 中国种业,2007(8):44-45.