

# 茄子单性结实性的遗传分析

田时炳<sup>1</sup> 刘富中<sup>2</sup> 王永清<sup>1</sup> 罗章勇<sup>1</sup> 陈义康<sup>1</sup> 刘君绍<sup>1</sup> 连 勇<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 重庆市农业科学研究所, 重庆 400055; <sup>2</sup> 中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

**摘 要:** 选取茄子单性结实性差异显著的 5 个材料, 采用完全双列杂交半轮配(含亲本)试验设计配制杂交组合, 利用蕾期人工去柱头的方法测定亲本及  $F_1$  单性结实坐果率。统计分析表明: 茄子单性结实性状遗传不符合“加性-显性”遗传模型, 存在着非等位基因间的上位作用; 单性结实性状可能受一组隐性基因控制, 属隐性遗传。

**关键词:** 茄子; 单性结实; 遗传分析

**中图分类号:** S 641.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 04-0413-04

茄子单性结实材料在培育优质品种和适宜保护地栽培的专用品种以及解决果实耐贮运、耐老化等方面均有较高的应用价值。肖蕴华等<sup>[1]</sup>从地方品种中发现了耐寒性强的圆茄单性结实材料。田时炳等<sup>[2]</sup>在高代分离材料中获得了长棒型黑紫色耐低温单性结实材料, 经多年自交选育出了单性结实性较强的纯系。意大利学者 Restaino<sup>[3,4]</sup>用 EMS 诱导处理 (0.8% EMS, 13 h, 21℃) 获得了低温单性结实突变体材料, 并发现这一特性受一对隐性基因控制, 应用该材料选育出了适宜保护地栽培的茄子优质高产品种。然而目前国内尚无茄子单性结实性遗传研究的报道, 茄子单性结实材料的应用也有较大的盲目性。本研究对茄子单性结实材料的遗传表现进行探讨, 以期对茄子单性结实育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

以经多代严格自交、单性结实性差异显著的 5 个茄子纯系为材料, 代号分别是 D-1、D-2、D-3、D-4、D-5, 其中 D-1、D-2 (两者均从日本一代杂种黑井二号中分离而得)、D-3 (从地方品种小二红茄中获得) 为单性结实纯系, D-4、D-5 (分别从三月茄和南充墨茄中选育而得) 为非单性结实纯系。1999 年采用完全双列杂交半轮配(含亲本)试验设计配制 10 个杂交组合, 并同时保留 5 个亲本, 得到 15 个材料。2000 年 10 月 8 日播种, 大苗越冬, 2001 年 3 月 3 日定植, 小区面积 5.0 m × 1.33 m, 24 株/区, 随机区组设计, 3 次重复。每小区选 10 株生长正常的植株, 每株从对茄开始选即将开放的花蕾 10 朵, 采用人工去柱头的方法鉴定植株单性结实性, 调查记载单性结实坐果率 (总坐果数/总去柱头花数 × 100%)。

对所得到的数据, 以小区为单位, 计算单性结实坐果率, 按刘来福<sup>[5]</sup>的方法进行 Hayman 显著性检验、 $W_r$ 、 $V_r$  图的分析 and 遗传参数的估算, 按高之仁<sup>[6]</sup>的方法进行配合力分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本与 $F_1$ 代单性结实性的关系

10 个组合及其亲本的平均单性结实坐果率列于表 1。从表 1 中可以看出:  $F_1$  代都具有不同程度的单性结实性, 其中 4 个组合表现出了较强的正向超亲优势, 占 40%; 负向优势组合有 6 个, 占 60%。同时发现, 当单性结实与非单性结实亲本之间配制组合时, 表现出明显的负向优势。

收稿日期: 2002-11-04; 修回日期: 2003-04-04

基金项目: 国家 863 计划项目 (2001AA241121); 农业部蔬菜遗传与生理重点开放实验室项目; 重庆市农作物联合育种攻关项目

本文作者还有皮伟、洪云菊 (重庆市农业科学研究所, 400055)。

将  $F_1$  与双亲及中亲的单性结实率进行相关回归及通径分析, 结果见表 2 及图 1。分析表明:  $F_1$  的单性结实率与低值亲本和中亲值呈极显著正相关, 其中低值亲本的决定系数最大。这说明在亲本选配时, 双亲均要选用单性结实率高的亲本,  $F_1$  的单性结实率才高。

表 1 茄子组合及亲本单性结实率杂种优势比较

Table 1 The estimates of heterosis for the rate of parthenocarpic fruit set

组 合 Combinations	单性结实坐果率 Rate of parthenocarpic fruit set (%)			$F_1$ (Y)	超中优势 Heterosis over the mean of parents	超亲优势 Heterosis over high parent	离中优势 Average degree of dominance
	高值亲本 High parent (HP)	低值亲本 Low parent (LP)	双亲均值 The mean of parents (MP)				
D-1 × D-2	42.59	41.15	41.87	51.46	0.23	0.21	13.32
D-1 × D-3	42.59	13.92	28.26	50.81	0.80	0.19	1.57
D-1 × D-4	42.59	3.70	23.15	13.69	-0.41	-0.68	-0.49
D-1 × D-5	42.59	2.57	22.58	11.42	-0.49	-0.73	-0.56
D-2 × D-3	41.15	13.92	27.54	38.03	0.38	-0.08	0.77
D-2 × D-4	41.15	3.70	22.43	17.56	-0.22	-0.57	-0.26
D-2 × D-5	41.15	2.57	21.86	16.37	-0.25	-0.60	-0.28
D-3 × D-4	13.92	3.70	8.81	10.15	0.15	-0.27	0.26
D-3 × D-5	13.92	2.57	8.25	23.27	1.82	0.67	2.65
D-4 × D-5	3.70	2.57	3.14	5.41	0.72	0.46	4.02

表 2  $F_1$  与亲本单性结实相关系数、回归方程

及通径系数分析表

Table 2 Correlation, regression and path analyses of parthenocarpy between  $F_1$  and their parents

亲 本 Lines	相关系数 Correlation coefficient	回归方程 Regression equation	通径系数 Path coefficient	决定系数 Determination coefficient
高值亲本 HP	0.48	$Y = 6.9 + 0.52 \text{ HP}$	0.224	0.05
双亲均值 MP	0.76**	$Y = 0.5 + 1.12 \text{ MP}$		
低值亲本 LP	0.81**	$Y = 13.6 + 1.13 \text{ LP}$	0.73	0.53*
HP 和 LP		$Y = -13.38 + 0.93 \text{ HP} + 0.77 \text{ LP}$		

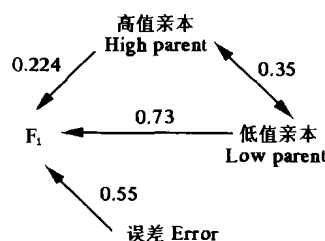


图 1 通径分析图

Fig. 1 Path analyses

## 2.2 遗传分析

2.2.1 Hayman 显著性检验 将亲本及  $F_1$  代组合的单性结实率进行方差分析 (表 3), 重复间差异不显著, 而各材料间差异极显著, 表明参试材料间确实存在着真实的遗传差异。协方差  $W_r$  在方差  $V_r$  上的回归系数  $b = [COV(W_r, V_r)] / V(V_r) = 0.68$ , 检验回归系数  $b$  与 0 和 1 的差异显著性,  $t = |1 - b| / SE(b) = 2.05$ ,  $[t_{0.05(3)} = 3.18]$ 。  $t = |b - 0| / SE(b) = 4.28^*$ ,  $[t_{0.01(3)} = 5.84]$ 。表明  $b$  与 1 差异不显著,  $b$  与 0 差异显著, 即  $W - V$  呈多样性是由于非等位基因之间的互相作用所致, 即单性结实性有上位性作用存在。由于  $b$  与 0 差异显著, 可以作进一步的遗传分析。

表 3 茄子单性结实率及配合力方差分析表

Table 3 Analysis of variance and estimate of combining ability variance for parthenocarpy

变 异 来 源 Source	自由度 DF	平方和 SS	均 方 MS	模型 I Model I			模型 II Model II		
				F	$F_{0.01}$	$F_{0.05}$	F	$F_{0.01}$	$F_{0.05}$
组合间 Crosses	14	12 866.54	919.04	15.45**	2.80	2.06	15.45**	2.80	2.06
重复间 Replication	2	35.56	17.78	0.30	3.34	5.45	0.30	3.34	5.45
一般配合力 General combining ability	4	3 305.54	826.39	13.89**	2.71	4.07	9.64**	2.71	4.07
特殊配合力 Specific combining ability	10	857.12	85.70	1.44	2.19	3.03	1.44	2.19	3.03
机误 Error	28	1 665.94	59.50						
总和 Total	44	14 568.04							

2.2.2  $W_r$ 、 $V_r$  图的分析 经分析,  $W_r$  与  $V_r$  的方程为  $W = 70.5 + 0.68 V$  (图 2)。截距  $a = W - V = 70.5 > 0$ , 则有加性效应方差大于显性效应方差, 为部分显性。沿着回归线, 各点 ( $V_r$ ,  $W_r$ ) 的次序可以说明亲本显性基因和隐性基因的分布。具有最多显性基因的亲本有最低的  $V_r$  和  $W_r$  值, 更接近原点; 相反, 具有最多隐性基因的亲本, 有最高的  $V_r$  和  $W_r$  值, 离原点最远。从图 2 可以看到, 亲本 D-4、D-5 的  $V_r$  和  $W_r$  值均较低, 说明该两个非单性结实材料具有更多的显性基因;

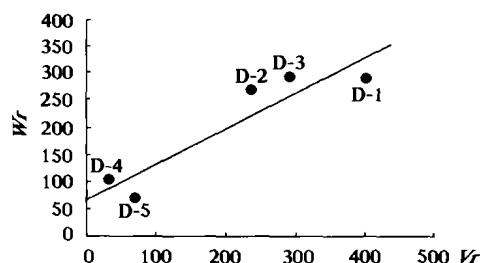


图 2 茄子单性结实率的 ( $V_r$ 、 $W_r$ ) 图

Fig. 2  $V_r$  and  $W_r$  analyses of parthenocarpy

亲本 D-1、D-2、D-3 的  $V_r$  和  $W_r$  值均较高, 表明这 3 个单性结实亲本具有较多的隐性基因。

2.2.3 遗传参数的估算 单性结实率的遗传参数分析表明, 基因的加性效应方差和显性效应方差均较大, 分别为 371.34 和 327.96, 表明茄子单性结实性状的遗传是加性效应和显性效应共同决定的, 同时, 基因的加性效应方差大于显性效应方差, 说明控制单性结实性状的遗传以加性效应更为重要; 平均显性度为 0.94, 小于 1, 说明亲本单性结实性不存在超显性遗传; 显隐性基因比例为 0.78, 接近于 1, 表示亲本的隐性基因多于显性基因; 控制单性结实性状的显性基因数为 0.05, 可认为控制茄子单性结实的显性基因几乎不存在。结合显隐性基因比例值 0.78, 初步认为茄子单性结实性状可能受一组隐性基因控制; 其狭义遗传力较高, 为 75.6%, 因此, 在较低世代选择效果也会较好。

2.2.4 配合力分析 各亲本配合力分析结果表明 (表 3、表 4), 不同亲本之间一般配合力方差达极显著水平。在分析的 5 个茄子纯系中, 3 份单性结实纯系的一般配合力较高, 其中以 D-1 最高, 为 10.82, 其次为 D-2, 为 9.84; 两个非单性结实亲本 D-4、D-5 的一般配合力较低, 分别为 -10.75, -11.80。单性结实纯系之间的差异达到极显著水平。

本试验证明, 茄子单性结实性状遗传不符合“加性-显性”遗传模型, 存在着非等位基因间的上位作用。分析表明, 茄子单性结实性状可能受一组隐性基因控制, 属隐性遗传。要培育出具有单性结实性能的  $F_1$  代杂交组合, 则双亲都需要具有较强的单性结实性能。该结论是否因试验材料的不同而发生变化, 还有待于进一步的试验研究。

表 4 单性结实和非单性结实材料一般配合力 (gca) 比较表

Table 4 The Comparisons of General combining ability (gca) effects for parthenocarpy among five lines

材料 Lines	gca	差数	Margin		
D-1	10.82	22.62**	21.57**	8.92*	0.98
D-2	9.84	21.64**	20.59**	7.94*	
D-3	1.89	13.69**	12.64**		
D-4	-10.57	1.06			
D-5	-11.80				

注: \* 和 \*\* 表示差异显著性分别达 5% 和 1% 水平。

Note: \* and \*\* significant at  $P = 0.05$  and  $P = 0.01$  respectively.

## 参考文献:

- 肖蕴华, 吴绍岩. 茄子单性结实材料 9101 的发现. 中国蔬菜, 1998, (1): 9
- 田时炳, 刘君绍, 皮伟, 等. 低温下茄子单性结实观察试验初报. 中国蔬菜, 1999, (5): 28
- Restaino F, Onofaro Sanaja V, Mennella G. Facultative parthenocarpic genotypes of eggplant obtained through induced mutations. XIII th Eucarpia Congress, Angers, France, 1992. 297 ~ 298
- Restaino F, Perrone D, Correale A. New parthenocarpic genotypes of eggplant suitable for greenhouse cultivation. In: A Palloix and MC Daunay Xth Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. Paris: INRA Paris, 1998. 273
- 刘来福, 毛盛贤, 黄远樟. 作物数量遗传. 北京: 农业出版社, 1984. 125 ~ 146
- 高之仁. 数量遗传学. 四川: 四川大学出版社, 1986. 413 ~ 433

## Genetic Analysis of Parthenocarpy in Eggplant

Tian Shibing<sup>1</sup>, Liu Fuzhong<sup>2</sup>, Wang Yongqing<sup>1</sup>, Luo Zhangyong<sup>1</sup>, Chen Yikang<sup>1</sup>, Liu Junshao<sup>1</sup>, and Lian Yong<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Chongqing Institute of Agricultural Sciences, Chongqing 400055, China; <sup>2</sup>Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The combining abilities, heritability, correlation, aggression, and path for parthenocarpy were analyzed according to 10 hybrid crosses made between 3 parthenocarpic lines and 2 non-parthenocarpic lines of eggplant with half mating design. The results showed that the heredity of parthenocarpy was not correspondent with the additive-dominant model. Parthenocarpy was maybe controlled by a group of recessive genes as well as influenced by epistasis effect.

**Key words:** Eggplant; Parthenocarpy; Genetic analysis

## 类番茄茄材料耐冷性的差异

赵凌侠<sup>1,2</sup> 李景富<sup>2</sup> 许向阳<sup>2</sup> 开国银<sup>1</sup> 李柱刚<sup>1</sup> 唐克轩<sup>3</sup> (<sup>1</sup>上海交通大学植物生物技术研究中心, 上海 200030; <sup>2</sup>东北农业大学园艺学院, 哈尔滨 150030; <sup>3</sup>复旦大学生命科学学院, 上海 200433)

### Difference on the Cold Tolerance of *Solanum lycopersicoides*

Zhao Lingxia<sup>1,2</sup>, Li Jingfu<sup>2</sup>, Xu Xiangyang<sup>2</sup>, Kai Guoyin<sup>1</sup>, Li Zhugang<sup>1</sup>, and Tang Kexuan<sup>3</sup> (<sup>1</sup>Plant Biotechnology Research Center, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China; <sup>2</sup>School of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; <sup>3</sup>School of Life Sciences, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**关键词:** 类番茄茄; 电解质外渗; 耐冷性

**中图分类号:** S 641 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 04-0416-01

利用 HPG-250 型 (哈尔滨产) 人工气候箱, 对 5 份类番茄茄 (*Solanum lycopersicoides*)、1 份多毛番茄 (*L. hirsutum*) 和 1 份普通番茄 (*L. esculentum*) 材料 (6~7 片真叶) 进行 6℃/2℃ (昼/夜) 和 25℃/15℃ (作无逆境对照) 处理 72 h, 光周期 12 h (昼 12 h/夜 12 h), 每处理 6 株, 3 次重复。然后用日本产 Mc26 型电导仪测定电导率。以相对电解质渗出率和细胞膜伤害率衡量材料的耐冷性。细胞膜伤害率 (%) = (处理电导率值 - 对照电导率值) / (处理煮沸后总电导率值 - 对照电导率值) × 100。

测定结果 (表 1) 表明, 7 份材料经 6℃/2℃ 胁迫后, 相对电解质渗出率介于 9.32% ~ 15.70%, 并有 UC82B > L06126 > *S. lycopersicoides* 的趋势; 25℃/15℃ 处理各材料间虽有差异但无规律。6℃/2℃ 胁迫下细胞膜伤害率介于 3.61% ~ 10.12%, 除 LA2730、LA2951 和 L06126 间无显著差异外, 其他材料间差异极显著, 并有 UC82B > L06126 > *S. lycopersicoides* 的趋势。可见, 类番茄茄表现出比普通番茄属中耐冷性较强的多毛番茄还耐低温。5 份类番茄茄材料在低温胁迫下细胞膜的伤害率也存在明显差异, 因此, 用类番茄茄改良番茄耐冷时应注意材料间的差异。

**表 1 低温胁迫 72 h 类番茄茄和番茄相对电解质渗出率和细胞膜伤害率**

**Table 1 Treated at low temperature (72 h) relative electrolyte effusive rate and membrane damage rate (%)**

材 料 Materials	相对电解质渗出率 Relative electrolyte effusive rate		细胞膜伤害率 Membrane damage rate
	6℃/2℃	25℃/15℃	6℃/2℃
类番茄茄 <i>S. lycopersicoides</i>			
LA1990	10.3764 CDode	7.0882 BCc	4.8053 Dd
LA2386	10.0899 CDde	8.8536 ABab	3.6142 Ee
LA2730	11.7856 BCc	7.6933 Bbc	7.1930 Bb
LA2776	9.3176 De	5.5579 Cd	6.0561 Cc
LA2951	11.0035 CDcd	7.9975 Bbc	7.3768 Bb
多毛番茄 <i>L. hirsutum</i>			
'L06126'	13.6608 ABb	9.8843 Aa	7.0655 Bb
番茄 <i>L. esculentum</i>			
'UC82B'	15.7046 Aa	7.8064 Bbc	10.1152 Aa

收稿日期: 2002-12-31; 修回日期: 2003-04-18