

多心室番茄果重遗传规律的研究

李悦<sup>1,2</sup>, 李天来<sup>1</sup>, 王丹<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学园艺学院 辽宁省设施园艺重点实验室, 沈阳 110164; 2. 辽宁大学资源与环境学院, 沈阳 110036)

摘要: 应用 2 个番茄自交系材料多心室和少心室进行正交、反交及回交, 应用数量遗传学原理分析各世代的遗传效应。结果表明: 多心室番茄果重遗传受多基因控制的数量遗传, 其遗传效应符合加性—显性遗传模型, 其中以加性效应为主, 显性方差所占分量极小, 属于不完全显性; 控制果重的最少基因数目约是 2 对。多心室番茄果重狭义遗传力为 36.36%。

关键词: 番茄; 多心室; 果重  
中图分类号: S 641.2; S 603.2 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2007)09—0025—03

近年来随着早熟栽培的不断发展, 尤其是冬春茬番茄生产的发展, 番茄多心室畸形果大量发生, 严重影响了番茄的产量和品质<sup>[1]</sup>; 虽然通过生长环境、营养条件和外源诱导物质等方法也能解决番茄多心室畸形果问题<sup>[2-7]</sup>, 但从根本上解决这一问题, 最经济有效的手段是培养抗多心室品种, 就需要掌握心室数受哪些农艺性状的影响, 对调控果实大小及畸形果产生具有重要意义。

许多学者对番茄主要性状间的相关性做了一些研究<sup>[8-12]</sup>, 而番茄多心室型畸形果果重遗传规律的研究尚未见报道。现利用多心室畸形果番茄和少心室正常果番茄为材料, 通过正反交、自交、回交等手段构建各个世代群体, 对番茄多心室型畸形果果重的遗传效应进行了初步研究, 旨在为有效开展番茄品质育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为沈阳农业大学经过多年培育获得的性状表现稳定的高代自交系—多心室番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)“MLK1”和少心室番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)“FL1”。多心室番茄“MLK1”, 心室数为 15±4 个, 心室变异较大, 果实扁圆形, 浅红色; 少心室番茄“FL1”, 心室数为 3±1 个, 果实长圆形, 深红色。这 2 个材料在心室数上差异较大, 其它农艺性状相似。以多心室番茄“MLK1”作母本(P<sub>1</sub>)、少心室番茄“FL1”作父本(P<sub>2</sub>)进行人工杂交和自交, 得到正交 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 和回交一代 B<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>×P<sub>1</sub>)、B<sub>2</sub>(F<sub>1</sub>×P<sub>2</sub>); 以少心室番茄“FL1”作母本(P<sub>2</sub>), 多心室番茄“MLK1”作父本(P<sub>1</sub>), 进行人工杂交和自交, 得到反交 RF<sub>1</sub>、RF<sub>2</sub> 和回交一代 B<sub>1</sub>′(RF<sub>1</sub>×P<sub>1</sub>)、B<sub>2</sub>′(RF<sub>1</sub>×P<sub>2</sub>)。

表 1 各个世代果重的观测值分布		果重													
株数	个	< 50	50~70	70~90	90~110	110~130	130~150	150~170	170~190	190~210	210~230	230~250	250~270	270~290	> 290
		P <sub>1</sub>	0	1	2	3	3	4	6	5	3	1	2	1	2
	P <sub>2</sub>	0	3	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F <sub>1</sub>	2	0	2	6	3	4	4	1	0	0	0	0	0	0
	F <sub>2</sub>	1	4	14	27	15	13	16	10	14	9	9	6	6	8
	B <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> ×P <sub>1</sub> )	3	8	16	17	11	9	3	7	3	2	3	1	2	2
	B <sub>2</sub> (F <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub> )	1	5	10	26	10	7	3	1	1	0	0	0	0	0
	RF <sub>1</sub>	1	0	4	12	8	5	0	1	1	0	0	0	0	0
	RF <sub>2</sub>	1	13	25	10	12	17	19	8	0	0	0	1	0	0
	B <sub>1</sub> ′(RF <sub>1</sub> ×P <sub>1</sub> )	1	2	3	28	18	17	9	4	2	5	1	3	2	0
	B <sub>2</sub> ′(RF <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub> )	6	16	28	21	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0

1.2 试验设计与处理

试验于 2005 年 1 月至 2006 年 6 月在沈阳农业大学蔬菜基地日光温室中进行。

2005 年 1 月用上述两个亲本正、反交配组; 2005 年 7 月定植正、反交 F<sub>1</sub> 各 100 株, 亲本各 50 株, 一部分正、反交 F<sub>1</sub> 进行自交, 另一部分正、反交 F<sub>1</sub> 和亲本进行回交; 2006 年 3 月定植亲本、正、反交 F<sub>1</sub> 的自交后代 F<sub>2</sub> 及回交

第一作者简介: 李悦(1977-), 女, 博士, 从事番茄生理研究。E-mail: yuanlinliyue@163.com。  
通讯作者: 李天来(1955-), 男, 教授, 博士, 从事设施蔬菜栽培与生理研究。  
基金项目: 辽宁省“十五”重大资助项目(2006215001)。  
收稿日期: 2007-04-13

后代, P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>和 F<sub>1</sub>分别定植 70 株、50 株和 50 株, F<sub>2</sub>、B<sub>1</sub>和 B<sub>2</sub>分别定植 260 株、190 株和 150 株。常规栽培管理。设 3 次重复, 随机区组排列。2006 年 6 月采收, 每株取第 1 穗发育正常的 4 个果实, 测量其心室数, 取平均值。

1.3 统计分析方法

观测数据用 DPS 数理统计分析软件分析。遗传模型及各世代遗传成分估算按 Mather 法进行分析; 最少基因数目按 Castle—Wright 法估算<sup>[13]</sup>。

2 结果与分析

2.1 亲本间果重性状差异显著性分析

各个世代果重的观测值分布见表 1。  
2 个亲本的果重方差分析结果表明(表 2), 亲本之间果重 *F* 值为 33.145, 达到差异显著水平。说明 2 个亲本自交系果重在遗传方面存在着真实稳定差异, 因此可以作为研究番茄多心室型畸形果果重的遗传规律的试材进行分析。

表 2 自交系间果重方差分析表					
变异来源	平方和	自由度	均方	<i>F</i> 值	显著水平
处理间	83 924.43	1	83 924.43	33.145	0.0001
处理内	50 641.19	20	2 532.06		
总变异	134 565.6	21			

2.2 F<sub>1</sub> 果重表现及 F<sub>2</sub> 果重变异分析

整理亲本及各世代果重表现数据, 其果重平均数见表 3。从表 3 可知, 正交 F<sub>1</sub> 平均果重为 117.5427 g, 反交 F<sub>1</sub> 平均果重为 113.1790 g, 接近两亲本的平均值(132.8539 g)。

表 3 各个世代果重统计结果				
世代	株数	平均数	标准误	方差
P <sub>1</sub>	35	178.6943	11.7235	4810.4240
P <sub>2</sub>	17	87.0135	4.1507	292.8855
F <sub>1</sub>	22	117.5427	8.0874	1438.9280
F <sub>2</sub>	152	166.9864	5.9324	5349.4670
B <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> ×P <sub>1</sub> )	87	127.0138	6.6234	3816.6670
B <sub>2</sub> (F <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub> )	64	106.768	3.6557	855.2956
RF <sub>1</sub>	32	113.1790	5.4282	942.8829
RF <sub>2</sub>	106	116.3542	4.0041	1699.4880
B <sub>1</sub> '(RF <sub>1</sub> ×P <sub>1</sub> )	95	137.3698	4.9663	2343.1000
B <sub>2</sub> '(RF <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub> )	80	83.3079	2.3580	444.8118

表 4 正交 F <sub>2</sub> 果重变异次数分布表			
组中值	株数	理论值	累计次数
61.6615	13	11.6420	13
101.2645	38	21.9279	51
140.8675	26	30.8063	77
180.4705	28	32.2813	105
220.0735	20	25.2309	125
259.6765	13	14.7091	138
299.2795	10	6.3960	148
338.8825	3	2.0744	151
378.4855	0	0.5018	151
418.0890	1	0.0906	152

对正、反交 F<sub>2</sub> 果重变异进行次数分布分析(见表 4、

5), 发现群体果重变异从 50 ~ 400 g 范围内呈连续性分布, 主要集中分布在 100 ~ 220 g 这个范围内, F<sub>2</sub> 群体果重变异呈单峰曲线, 近似于正态分布, 显示番茄多心室型畸形果果重性状的表现符合数量性状遗传的基本特征。

表 5 反交 F <sub>2</sub> 果重变异次数分布表			
组中值	株数	理论值	累计次数
59.6029	14	8.4892	14
80.9490	27	15.1430	41
102.2950	11	20.6596	52
123.6410	11	21.5573	63
144.9870	22	17.2038	85
166.3330	15	10.5007	100
187.6790	5	4.9020	105
209.0250	0	1.7502	105
230.3710	0	0.4779	105
251.7175	1	0.0998	106

2.3 遗传模型及遗传效应的组成成分分析

表 6 正交果重遗传模型适合性测验				
测验类别	均值	标准差	<i>t</i> 值	<i>P</i>
A	8.357140	2.928035	4.883930	0.000018
B	6.357140	3.919170	3.211180	0.002648
C	36.571400	6.984680	13.837850	0.000000

表 7 反交果重遗传模型适合性测验				
测验类别	均值	标准差	<i>t</i> 值	<i>P</i>
A	10.071430	4.611640	4.689900	0.000033
B	6.642860	5.089200	2.944627	0.005427
C	22.000000	9.387900	7.180230	0.000000

利用各世代群体平均数之间的关系, 对番茄多心室型畸形果果重的遗传模型进行适合性测验(表 6、7)。如表 6、7 所示: 由于 A、B、C 等于 0 是符合加性—显性模型的必要条件, 试验中 A、B、C 明显等于 0 (*p* < 0.05), 因此番茄多心室型畸形果果重性状符合 Mather 的加性—显性模型。

表 8 番茄多心室型畸形果果重的遗传参数					
性状	加性方差	显性方差	显性度	广义遗传率/%	狭义遗传率/%
果重	519.216	0.00001	0.00001	36.39	36.36

根据表 3, 通过数量遗传学公式计算出番茄多心室型畸形果果重的各遗传效应的组成成分, 结果见表 8。由表 8 可以看出, 番茄多心室型畸形果果重的平均显性度接近为 0, 表明该性状的遗传以加性效应为主, 显性效应很小, 属不完全显性; 番茄多心室型畸形果果重广义遗传力为 36.39%, 表明环境方差较大, 占总方差的 63.61%, 说明果重性状易受环境影响。因此, 果重性状的改良宜采用杂交育种法, 且应尽量减少环境方差, 以提高选择效果。

按 Castle-Wright 法估算最少基因数目,  $K = (P_1 - P_2)^2 / (8 \times 1/2D)$ , 估算结果为  $K = 2.02$ , 即控制果重的最少基因数目约是 2 对。

3 结论与讨论

研究初步明确了番茄多心室型畸形果果重遗传属数量遗传,因为研究结果显示了多心室型畸形果和少心室正常果双亲杂交后,果重介于双亲果重中值,没有出现质量性状般的隐显性关系;F<sub>2</sub>果重出现连续性变异类型,极多心室果和极少心室的变异出现比率较小,而变异集中在中间类型,其变异的分布近似正态分布。从F<sub>1</sub>和F<sub>2</sub>果重的表现来看均与数量性状的表现相符合。控制果重最少基因数目的估算也指出,其最少基因数目为2对。这都进一步表明了番茄多心室型畸形果果重遗传是受多基因控制的数量遗传。

该性状遗传符合 Mather 的加性——显性遗传模型,其中均以加性效应为主,加性效应占总遗传成分的36.39%,显性方差所占分量极小,属于不完全显性。只有加性效应才能产生选择效应,这表明开展番茄多心室型畸形果果重的品质育种宜采用常规的杂交育种方法。

研究结果显示番茄多心室型畸形果果重广义遗传力为36.39%,狭义遗传力为36.36%,相对于姚建明等的结果(83.24%,62.58%)偏低<sup>[14]</sup>,这可能是由于试验材料和试验条件不同所致。

研究也表明,环境方差对果重表现影响很大,这与生产实际中番茄多心室型畸形果果实性状的表现易受栽培条件影响是一致的,如在肥水充足、通风透光的良好栽培环境下,果实发育充分,果重较大;春植较秋植果实发育充分,果重较大。因此,在进行杂交育种改良果重性状时,一定要尽量扩大群体,通过改善环境条件和栽培技术措施以减少环境误差,使果重等果实性状得到充分表现,这样条件下的选择才是准确和有效的。

参考文献

[1] 李天来.日光温室番茄多心室型畸形果的综合防止措施[J].设施园艺,1999(5):12-13.  
[2] 李天来.番茄幼苗体内的成分与子房心室形成的关系//中国园艺学会第六届年会论文集(蔬菜)[C].万国学术出版社,1990:79-83.  
[3] 李天来,王平,郭泳,等.不同番茄品种畸形果发生的比较[J].中国蔬菜,1996(5):10-14.  
[4] 李天来,王平,须晖,等.苗期夜温对番茄畸形果发生的影响[J].中国蔬菜,1997(1):1-6.  
[5] 李天来,须晖,郭泳,等.苗期光照度对番茄畸形果发生的影响[J].辽宁农业科学,1997(2):22-25.  
[6] 李天来,房思强.植物生长调节剂对番茄畸形果发生的影响[J].沈阳农业大学学报,1997,28(3):195-199.  
[7] 李天来.赤霉素对番茄子房心室形成的影响[J].沈阳农业大学学报,1993,24(3):131-133.  
[8] 张汉卿.番茄杂种后代单株结果数及单果重的变异和选择研究[J].中国蔬菜,1981(1):1-3.  
[9] Mandy J H, Douglas B. Optical properties and appearance characteristics of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* L.) [J]. J Sci Food Agric, 1992, 59: 534-537.  
[10] 王雷,王鸣,石英,等.加工番茄主要数量性状遗传相关的研究[J].西北农业学报,1998,7(1):32-37.  
[11] 郑建超,郑士金,梁朝晖.番茄主要数量性状的遗传变异和选择效果的研究[J].吉林蔬菜,2000(2):34-37.  
[12] 王华新,秦勇,王雷,等.加工番茄主要品质性状的遗传变异分析[J].北方园艺,2004(2):52-53.  
[13] 马育华.植物育种的量变遗传学基础[M].南京:江苏科学技术出版社,1982.  
[14] 姚建明,马忠翼.番茄畸形果与品种性状的相关及其遗传表现[J].浙江农业学报,1995,7(3):222-225.

Studies on Inheritance of Fruit Weight of Malformed Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)

LI Yue<sup>1,2</sup>, LI Tian-lai<sup>1</sup>, WANG Dan<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of Protected Horticulture of Liaoning Province, Shenyang 110161, China; 2. College of Resource and Environmental Science, Liaoning University, Shenyang 110036, China)

**Abstract:** The heredity of locule number, fruit index, fruit weight, sepal number of tomato and correlation with locule number was analysed on the data from which two inbred lines of multi-locule and few-locule with significant difference crossed with each other and backcrossed with their F<sub>1</sub>, and thus generations including the parents were obtained. The result showed that fruit weight of malformed tomato was controlled quantitative heredity by polygene. The genetic model of fruit weight of malformed tomato was fitted for additive-dominance model, additive gene had more important effects and partial dominance. The fruit weight of malformed tomato was controlled by two major gene. The narrow inheritability was 36.36%.

**Key words:** Tomato; Malformed; Fruit weight