

西葫芦果实性状的遗传分析

李建友* 樊治成** 刘艳梅 张曙东 侯法强

(山东农业大学园艺学院, 泰安 271018)

摘要: 应用数量遗传学原理, 研究了西葫芦 3 个杂交组合 5 个果实性状的遗传效应。结果表明: 各性状的遗传符合加性-显性模型, 在 3 个组合中具有不同程度的显性效应和加性效应; 3 个组合中大多数果长、果径、果形指数和果肉厚的显性效应值为正值, 超过或者接近加性效应值。瓜柄长的显性效应值为负值。果长、果径及果形指数的广义和狭义遗传力较大。瓜柄长和果肉厚性状广义和狭义遗传力较小。

关键词: 西葫芦; 果实; 遗传效应

中图分类号: S 642.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 01-0118-03

Genetic Analysis on Five Fruit Characters of Summer Squash

Li Jianyou*, Fan Zhicheng**, Liu Yanmei, Zhang Shudong, and Hou Faqiang

(Department of Horticulture, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: By using principles of quantitative genetics, genetic effects of five fruit characters of summer squash were analyzed. The results indicated that genetic patterns of all five characters fitted additive and dominant model. Different degree of dominant effects and additive effects existed among five characters of summer squash in three combinations. Most characters of fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit index (FI) and fruit flesh thickness (FFT) in three combinations showed positive dominant effects that were close to or beyond corresponding additive effects while fruit stalk length (FSL) had negative dominant effect. Broad and narrow heredity abilities of FL, FD and FI were bigger and that of FSL and FFT were smaller.

Key words: Summer squash; Fruit; Genetic effects

1 目的、材料与方法

西葫芦 (*Cucurbita pepo* L.) 果实性状对其商品性状有重要影响。在其品种选育中要求瓜柄长度较短 (瓜柄长, 果实易弯曲, 形成畸形果实), 果肉较厚, 果实较长, 果形指数适中 (3.0 左右)。前人曾对苦瓜、丝瓜、瓠瓜、南瓜果实性状遗传进行过研究, 而对西葫芦果实性状遗传研究较少, 本试验对西葫芦果实性状的遗传进行了分析, 以期为其育种提供依据。

研究选用果实性状差异较大, 经过 6~9 代选育且性状稳定的 6 个亲本配制 3 个杂交组合 17 × 20-3-S、F-1 × 15-2 和 A-7 × Q-1。其中 17 和 20-3-S 从 '汉城' 和 '早青一代' 中自交分离选育而来; A-7 和 F-1 引自阿尔及利亚和法国; 15-2 和 Q-1 来自地方品种 '恒台菜瓜' 和 '奇台'^[1]。2001 年春配制各组合得 F₁, 2002 年春在网室中配制各组合回交世代和 F₂ 世代。2002 年冬于日光温室进行初步观察。2003 年 3 月 16 日于 28℃ 恒温箱催芽, 3 月 19 日播种, 阳畦育苗, 4 月 13 日定植到网室。每组合包括 2 个亲本 (P₁ 和 P₂) 及 4 个遗传世代 [F₁、BC₁ (P₁)、BC₂ (P₂) 和 F₂] 共 6 个处理, 田间小区采用完全随机区组设计, 3 次重复, 亲本及 F₁ 各定植 30 株, 回交世代分别定植 60 株, F₂ 世代定植 90 株, 行距 60 cm, 株距 50 cm。前期雌花开放无雄花时, 采用 30 μL/L 2,4-D 蘸花, 促进坐果。雄花出现后人工授粉。其它管理同一般生产措施。于盛果期对每株取一典型商品瓜, 测量计算瓜柄

收稿日期: 2004-01-06; 修回日期: 2004-08-10

基金项目: 山东省 "三 0" 工程资助项目

* 现在单位: 南京农业大学生命科学院。* 通讯作者 Author for correspondence

长、果长、果径、果形指数、果肉厚。采用 SAS PROC ANOVA 程序进行方差分析, 以 Mather^[2]和 Jinks模型^[3]进行世代平均值分析, 按各世代方差计算加性方差 ($D/2$)、显性方差 ($H/4$)、显性度 ($\sqrt{D/H}$)、广义遗传力 (h_b^2) 和狭义遗传力 (h_N^2)。

2 结果分析与讨论

2.1 各组合处理间差异显著性分析

分别对 3 个杂交组合 6 个处理各进行差异显著性检验, F 测验统计结果表明各组合处理间 5 个性状的差异均达到显著或极显著水平。说明各组合处理间 5 个性状遗传差异显著, 可对各组合处理材料的果实性状指标进行遗传模型分析和遗传参数估计。

2.2 各组合亲本及遗传世代平均值的遗传分析

将各组合 6 个处理果实性状指标平均值列于表 1。可以看出: 与双亲相比, 组合 17 \times 20-3-S F_1 果实的果径和果肉厚表现出杂种优势, 其瓜柄长表现出负向杂种优势; 组合 F-1 \times 15-2 F_1 果实的果实长度、果径和果形指数表现出杂种优势; 组合 A-7 \times Q-1 F_1 果实的果肉厚呈现出杂种优势。组合 17 \times 20-3-S F_1 和 F-1 \times 15-2 F_1 果实性状 (果长、果径、果形指数、果肉厚) 均超过 F_2 代平均值, 组合 A-7 \times Q-1 F_1 果实果肉厚超过 F_2 代平均值; 组合 17 \times 20-3-S F_1 和 F-1 \times 15-2 F_1 果实瓜柄长小于 F_2 代均值。这表明西葫芦果实性状的遗传有显性效应。

表 1 西葫芦各组合亲本及遗传世代 5 个果实性状的平均值 *

Table 1 Average values for five fruit characters of six materials in three summer squash combinations

亲本及遗传世代 Parents and genetic generations	17 \times 20-3-S					F-1 \times 15-2					A-7 \times Q-1				
	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT
P_1	5.72	22.8	6.20	3.68	1.15	7.91	18.8	6.22	3.02	1.00	5.26	13.4	8.32	1.62	1.11
P_2	4.22	15.8	5.51	2.87	0.91	4.51	19.8	6.76	2.94	1.20	7.04	17.6	6.21	2.85	0.98
F_1	3.78	22.6	6.24	3.63	1.16	5.16	22.7	7.03	3.24	1.14	6.08	16.8	7.72	2.17	1.14
F_2	4.68	21.6	6.01	3.49	1.10	5.75	20.1	6.70	3.00	1.13	5.93	16.6	7.86	2.18	1.12
$BC_1(P_1)$	5.18	22.9	6.15	3.61	1.13	5.86	19.7	6.57	3.02	1.07	5.76	15.1	7.96	1.88	1.13
$BC_1(P_2)$	4.49	20.4	5.90	3.25	0.99	4.73	20.7	6.93	2.99	1.12	6.29	17.1	7.07	2.58	1.08

* FSL, fruit stalk length(cm); FL, fruit length(cm); FD, fruit diameter(cm); FI, fruit index; FFT, fruit flesh thickness(cm). The following tables are the same as table 1.

2.3 世代遗传模型的尺度检验

首先计算出各组合 5 个果实性状的 A、B 和 C 参数值和标准误差。由于各参数标准误差所涉及的自由度较大, 故用 μ 测验。5 个性状 A、B 和 C 参数的 μ 值列于表 2, 检验结果表明: 各参数均未达到显著水平。说明非等位基因互作效应甚微, 在这 3 个组合中 5 个性状遗传均符合加性—显性模型。

2.4 基因效应值的估计

根据加性—显性遗传模型, 计算出 3 个组合 5 个果实性状的基因效应值, 从表 3 可以看出, 组合 17 \times 20-3-S 的果长, A-7 \times Q-1 的果长、果径、果形指数的加性效应值均达到极显著水平, 组合 17 \times 20-3-S 的果形指数和 F-1 \times 15-2 的瓜柄长加性效应值达到了显著水平, 表明在相应组合中这些性状的加性效应有重要作用。3 个组合中, 大多数果长、果径、果形指数和果肉厚的显性效应值超过或者接近加性效应值, 使得 F_1 中这些果实性状接

表 2 西葫芦 5 个果实性状的遗传模型尺度检验

Table 2 Scaling test of heredity model of five fruit characters of summer squash

组合 Combinations	参数 * Parameter	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT
17 \times 20-3-S	μ_A	0.27	0.004	-0.07	-0.08	-0.13
	μ_B	0.33	0.32	0.03	0.004	-0.21
	μ_C	0.18	0.14	-0.04	0.06	0.01
F-1 \times 15-2	μ_A	-0.40	-0.36	-0.06	-0.31	-0.03
	μ_B	-0.06	-0.18	0.04	-0.92	-0.03
	μ_C	0.03	-0.36	-0.05	-0.24	-0.05
A-7 \times Q-1	μ_A	0.06	0.03	-0.06	-0.06	0.03
	μ_B	-0.18	-0.03	0.12	0.24	0.13
	μ_C	-0.11	0.19	0.36	-0.08	0.15

* $\mu_{0.05} = 1.96$, $\mu_{0.01} = 2.58$

近高亲值或者超过高亲值，表现出优势；瓜柄长显性效应值为负值，使 F₁ 果实瓜柄长缩短，在 3 个组合中表现出有利的负向超亲优势或中亲优势。

表 3 西葫芦 5 个果实性状的基因效应值
Table 3 Gene effects of five fruit characters of summer squash

组合 Combinations	参数 Parameter	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指数 FI	果肉厚 FFT
17 ×20-3-S	m	5.06 ±0.63 ^{**}	19.4 ±1.27 ^{**}	5.85 ±0.36 ^{**}	3.27 ±0.22 ^{**}	1.03 ±0.10 ^{**}
	d	0.76 ±0.63	3.42 ±1.27 ^{**}	0.34 ±0.36	0.41 ±0.20 [*]	0.12 ±0.10
	h	-1.09 ±1.14	3.44 ±2.31	0.38 ±0.67	0.35 ±0.39	0.13 ±0.15
F-1 ×15-2	m	6.13 ±0.70 ^{**}	19.2 ±1.00 ^{**}	6.48 ±0.36 ^{**}	2.96 ±0.17 ^{**}	1.10 ±0.08 ^{**}
	d	1.63 ±0.70 [*]	-0.53 ±1.00	-0.27 ±0.36	0.04 ±0.17	-0.10 ±0.08
	h	-1.08 ±1.24	3.27 ±1.88	0.53 ±0.69	0.24 ±0.31	0.04 ±0.15
A-7 ×Q-1	m	6.12 ±0.68 ^{**}	15.5 ±0.79 ^{**}	7.29 ±0.37 ^{**}	2.24 ±0.11 ^{**}	1.05 ±0.08 ^{**}
	d	-0.84 ±0.68	-2.12 ±0.79 ^{**}	1.04 ±0.37 ^{**}	-0.62 ±0.11 ^{**}	0.06 ±0.08
	h	-0.09 ±1.22	1.30 ±1.45	0.49 ±0.68	-0.06 ±0.18	0.10 ±0.14

* P=0.05, ** P=0.01.

2.5 西葫芦果实性状的遗传效应

加性 - 显性遗传模型的基因效应可分为加性效应、显性效应和环境效应。根据各效应方差，计算出显性度、广义遗传力、狭义遗传力，列于表 4。可以看出，在不同组合中不同性状显性度不同。F-1 ×15-2 组合的果长和果径大于亲本（表 1）均为正向超显性，17 ×20-3-S 瓜柄长小于亲本（表 1），呈现出负向超显性，其它性状为不完全显性。结合对表 3 的分析，说明选配适当杂交组合，可以充分利用上述 5 个性状遗传中存在的显性效应和加性效应，培育出具有优良果实性状的 F₁ 品种。遗传力分析表明，3 个组合的果长、果径和果形指数的狭义遗传力和广义遗传力均较大，表明这 3 个性状可以较稳定地遗传给后代，故在自交系改良和品种的选育过程中，可采取混合选择法（表型选择法），在分离早代进行选择。而果肉厚和瓜柄长狭义遗传力和广义遗传力均较小，说明这两个性状受环境影响较大，故育种过程中要尽量采取措施以减少环境影响，在进行自交系改良和品种选育的过程中，可采用个体选择法（基因型选择法），在分离晚代进行选择。

表 4 西葫芦 5 个果实性状遗传效应
Table 4 Genetic effects of five fruit characters of summer squash

遗传效应 Genetic effect	17 ×20-3-S					F-1 ×15-2					A-7 ×Q-1				
	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT	瓜柄长 FSL	果长 FL	果径 FD	果形指 数 FI	果肉厚 FFT
D/2	1.07	8.81	0.63	0.19	0.02	1.77	4.72	0.51	0.10	0.02	1.06	2.94	0.50	0.05	0.02
H/4	0.55	3.82	0.21	0.03	0.01	0.56	2.87	0.27	0.01	0.00	0.11	0.62	0.09	0.01	0.01
$\sqrt{D/H}$	1.01	0.93	0.81	0.60	0.97	0.80	1.10	1.02	0.49	0.61	0.46	0.65	0.60	0.66	0.97
h_B^2 (%)	64.20	77.60	73.10	68.40	58.70	68.60	76.20	70.90	63.60	53.70	52.80	71.20	65.10	70.90	64.70
h_N^2 (%)	42.50	54.20	55.20	58.00	39.50	52.10	47.40	46.70	56.80	45.80	47.90	58.70	55.00	57.80	43.70

参考文献:

1 樊治成, 贾洪玉, 郭洪芸, 杨 梁. 西葫芦耐冷性生理指标研究. 园艺学报, 1999, 26 (5): 309 ~ 313
Fan ZC, Jia H Y, Guo H Y, Yang L. Studies on the physiological criteria for cold tolerance evaluation in *Cucurbita pepo* L. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26 (5): 309 ~ 313 (in Chinese)

2 Mather K, Jinks J K. Biometrical genetics 3 rd ed. London: Chapman and Hall, 1982. 65 ~ 103

3 李加纳. 数量遗传学概论. 重庆: 西南师范大学出版社, 1995. 26 ~ 37
Li J N. Principles of quantitative genetics. Chongqing: Press of Southwest Normal University, 1995. 26 ~ 37 (in Chinese)