

印度南瓜与中国南瓜种间有性杂交的研究*

程永安, 张恩慧, 许忠民, 王妍妮

(西北农林科技大学 园艺学院 蔬菜花卉研究所, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 以印度南瓜3个栽培品种为母本, 分别与4个中国南瓜品种杂交, 观察其间的亲和性、远缘杂交后代 F_1 、 F_2 及亲本的早熟性, 果实的植物学性状, 对病毒病、白粉病的抗性和某些营养成分的变化情况, 以了解用中国南瓜改良西洋南瓜的可行性。结果表明, 印度南瓜 P_1 与中国南瓜 P_2 、 P_3 之间不存在杂交不亲和性, 印度南瓜 P_1 与中国南瓜 P_4 、 P_5 之间、印度南瓜 P_6 、 P_7 与中国南瓜 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 之间存在杂交不亲和性。杂交后代的早熟性、营养品质表现受母本影响较大, 杂交后代的抗病性受父本影响较大。用中国南瓜改良西洋南瓜成败的关键在于双亲间的杂交亲和性及其亲本所具有性状的优良程度。

[关键词] 印度南瓜; 中国南瓜; 远缘杂交

[中图分类号] S642 103 2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387 (2002) 06-0097-04

西洋南瓜是印度南瓜 (*Cucurbita maxima* Duche) 栽培种中的优良品种, 品质优良, 口味绝佳, 在我国推广后得到社会的普遍认可。由于西洋南瓜起源于美洲的秘鲁南部、玻利维亚和阿根廷北部的高燥地带^[1], 在高温条件下, 病毒病和白粉病危害很大, 仅适应在夏季冷凉的地带种植, 限制了其在国内的广泛种植。中国南瓜 (*Cucurbita moschata* Duche) 起源于墨西哥和中南美洲^[1], 在中国栽培历史悠久, 形成了许多地方品种, 普遍表现耐热, 耐瘠薄, 抗病, 适应性广。但其品质受栽培条件影响波动较大, 其口味远不如西洋南瓜。用中国南瓜改良西洋南瓜的适应性、抗逆性受到人们的关注。前人的研究结果^[2-4]认为, 印度南瓜和中国南瓜进行有性杂交, 存在着杂交不亲和障碍。但不同栽培品种之间表现完全不同的结果^[2,5,6]。本研究探讨了印度南瓜与中国南瓜种间杂交的亲和性, 亲代与杂交后代植物学特性、抗病性和营养成分的变化, 为用中国南瓜改良西洋南瓜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

P_1 (12-97-55) 系印度南瓜日本南瓜品种美国极美味中分离的多代自交系, P_2 (12-97-56) 系中国南瓜小磨盘品种中选育的多代自交系, P_3 (98-1-7-4) 系中国南瓜以色列品种 (zhognp) 中分离的多代自

交系, P_4 (99-7-3) 系中国南瓜泰国品种 (chins) 中分离的多代自交系, P_5 (97-5-7-2) 系中国南瓜美国品种 (黄油) 中分离的多代自交系, P_6 (97-12-3-1) 和 P_7 (97-10-4-3) 系印度南瓜台湾南瓜品种一品和东升中分离的两个多代自交系; $(P_1 \times P_2) F_1$, $(P_1 \times P_3) F_1$, $(P_1 \times P_2) F_2$ 为杂交种。上述供试材料均由西北农林科技大学园艺学院蔬菜花卉研究所提供。

1.2 试验方法

试验于1997年春季至2001年夏季在西北农林科技大学园艺学院蔬菜花卉所蔬菜试验农场进行, 有性杂交选用 P_1 、 P_6 、 P_7 为母本, P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 为父本, 采用扎花隔离人工授粉。取每株第二雌花节位的雌花作为母本杂交(自交)的花朵, 于授粉前1d下午扎住花冠筒顶部出现浅黄色的花隔离, 第2天上午授粉完毕后继续扎花隔离, 直至自然脱落。授粉时间为每天上午6:00~8:00时, 采收时间为授粉后50d, 后熟20d取籽统计^[5,7]。每杂交组合取10株健壮株作为母本, 授以父本花粉, 每组合重复3次, 取平均值。在当代观察结籽情况, F_1 、 F_2 代观察远缘种的存活株数及其他性状。

抗病性表现观察: 上述参试材料每处理10株, 重复3次, 自然感病, 于发病期统计病率、病指。病毒病按6级[0, 1, 3, 5, 7, 9]分级标准计算病指, 白粉病按5级[0, 1, 2, 3, 4]分级标准计算

* [收稿日期] 2001-12-24
[基金项目] 陕西省科技攻关项目资助 (2001K-02)
[作者简介] 程永安 (1957-), 男, 陕西渭南人, 副研究员, 主要从事蔬菜育种工作。

病指。依据病指确定抗病等级。高抗 (HR) 0 < DI 25, 抗 (R) 25 < DI 45, 中抗 (MR) 45 < DI 63, 感病 (S) 63 < DI 80。

1.3 测试方法

供试南瓜 2001 年春季播种, 夏季采收后, 由陕西省农产品质量监督检测站进行南瓜营养成分测试。水分按 GB/T 14769- 1993 食品中水分的测定方法进行测定; 总糖量按 GB/T 6194- 1986 水果蔬菜可溶性糖测定方法进行测定; 淀粉含量按 GB/T 500914- 1996 (蒽酮法)、类胡萝卜素含量按分光光度法^[8], 用上海第二分析仪器厂的 752C 紫外可见分光光度计测定; 矿质元素锌、铬的含量分别按 GB/T 500914- 1996 食品中锌的测定方法测定; GB/T 5009- 1996 食品中铬的测定方法用美国 PE-5000 原子吸收分光光度计进行测定; 钴的含量按^[8]同一份样品中 Cu, Zn, Co 的测定方法进行测定。

2 结果与分析

2.1 种间杂交的亲合性

所有人工杂交授粉结果及观察结果见表 1。从表 1 可知, 印度南瓜不同品种与中国南瓜不同品种杂交都能刺激正常坐果, 之间无显著差异。但其单果发育种子数存在显著差异, F₁ 存活株率也有显著差异。与对照 P₁⊗相比, P₁×P₂, P₁×P₃ 与对照无显著差异, P₁×P₄, P₁×P₅ 与对照差异显著。说明 P₁ 与 P₂, P₃ 之间杂交表现亲和, P₁ 与 P₄, P₅ 之间杂交, 表现不亲和; 与对照 P₆⊗相比, P₆×P₂, P₆×P₃, P₆×P₄, P₆×P₅ 与对照有显著差异, 说明 P₆ 与 P₂, P₃, P₄, P₅ 之间杂交表现不亲和; 与对照 P₇⊗相比, P₇×P₂, P₇×P₃, P₇×P₄, P₇×P₅ 与对照有显著差异, 说明 P₇ 与 P₂, P₃, P₄, P₅ 之间杂交表现不亲和。F₁

存活株率的表现与单果种子发育数的表现完全吻合, 即凡表现杂交亲和的, 其 F₁ 存活株率也与其对照无显著差异, F₁ 存活正常。表现杂交不亲和的, F₁ 存活株率也显著低于对照。说明凡杂交亲和性高的组合, 杂种育性正常。以上结果表明, 印度南瓜与中国南瓜杂交存在部分杂交不亲和性, 同一种类不同品种之间杂交亲和性有显著差异, 其杂种的可育性与亲和性基本同步。选择杂交亲和性高的中国南瓜改良西洋南瓜是可能的。

表 1 印度南瓜、中国南瓜种间杂交试验结果

Table 1 Result of *C. maxima* Duche × *C. moschata* Duche interspecific hybridization

印度南瓜 × 中国南瓜 <i>C. maxima</i> D. × <i>C. moschata</i> D.	坐果率/% Percentage of fruit set	可育种子数 No. of regular seed	F ₁ 存活株率/% Percentage F ₁ plants attained
P ₁ ⊗	79	356 a	99.0 a
P ₁ ×P ₂	81	347 a	98.0 a
P ₁ ×P ₃	77	293 a	96.7 a
P ₁ ×P ₄	73	4 b	25.0 b
P ₁ ×P ₅	76	2 b	0 b
P ₆ ⊗	82	223 a	99.0 a
P ₆ ×P ₂	79	0 b	0 b
P ₆ ×P ₃	76	0 b	0 b
P ₆ ×P ₄	82	0 b	0 b
P ₆ ×P ₅	80	0 b	0 b
P ₇ ⊗	75	207 a	99.0 a
P ₇ ×P ₂	70	0 b	0 b
P ₇ ×P ₃	73	0 b	0 b
P ₇ ×P ₄	71	0 b	0 b
P ₇ ×P ₅	76	0 b	0 b

注: 邓肯氏新复极差测验, 不同字母为差异达显著水平, P=0.05。下同。

Note: Duncan's test, the same small letter indicated no significance at P=0.05 level. The followings are just the same.

2.2 植物学性状变化

印度南瓜和中国南瓜杂交 F₁, F₂ 及其亲本主要性状见表 2。

表 2 印度南瓜 × 中国南瓜种间杂交 F₁, F₂ 和亲本主要性状比较

Table 2 The characters comparison of *C. maxima* Duche × *C. moschata* Duche F₁, F₂ and parents

F ₁ , F ₂ 或亲本 F ₁ , F ₂ combinations and parent	第一雌花节位 First female flower node	始花期 (出苗后天数) /d Days to flowering	果型 Fruit type	纵沟的深浅 Shallow or deep vertical groove	果瘤 Fruit tumor	果梗的棱 Edges of fruit stalk	果梗的底座 Base of fruit stalk	梗端凹凸状 End of fruit stalk shape	果肉厚度/cm Pulp thickness	总产量/(kg·株 ⁻¹) Total yields
[P ₁ ×P ₂] F ₁	9.7 c	50 d	平球型 Flat ball	无 Nothing	无 Nothing	有 Exist	三角形 Triangle	平 Flat	2.5	3.7
[P ₁ ×P ₃] F ₁	15.7 d	60 c	平球型 Flat ball	浅 Shallow	无 Nothing	有 Exist	五角形 Pentagon	凹 Sunk	3.1	6.1
[P ₁ ×P ₂] F ₂	9.7 c	50 d	平球型 Flat ball	无 Nothing	无 Nothing	有 Exist	五角形 Pentagon	凹 Sunk	2.5	3.9
P ₁	8.7 c	45 c	葫芦型 Bottle gourd	无 Nothing	少 Few	无 Nothing	圆形 Round	凸 Projecting	2.5	3.1
P ₂	15.0 b	68 b	扁平球 Oblat	浅 Shallow	无 Nothing	有 Exist	五角形 Pentagon	凹 Sunk	2.8	4.5
P ₃	20.2 a	83 a	扁平球 Oblat	深 Deep	无 Nothing	有 Exist	五角形 Pentagon	凹 Sunk	8.5	10.2

从表 2 可看出, 杂交后代 F_1 , F_2 的早熟性 (第一雌花节位、始花期) 受母本的影响较大, 总产量、果实形状、纵沟的深浅居双亲之间, 果肉厚度偏向母本, 果梗棱的形状、果梗端的形状及果梗底座的形状均偏向父本。

2.3 抗病性表现

从表 3 可看出, 印度南瓜栽培种 P_1 (西洋南瓜) 不抗病毒病和白粉病, 表现发病早、发病率高 (100%), 以病情指数衡量 P_1 对病毒病和白粉病均表现为感病 S 型。中国南瓜栽培种 P_2 , P_3 对病毒病、白粉病的抗性显著高于 P_1 , 表现发病晚、发病率低

(40.1% ~ 89%), 以病情指数衡量 P_2 对病毒病和白粉病均表现为中抗病 MR 型, P_3 对病毒病和白粉病均表现为抗病 R 型。杂交后代 ($P_1 \times P_2$) F_1 , F_2 感染病毒病和白粉病的病情指数与 P_2 无显著差异, 表现为 MR 型。($P_1 \times P_3$) F_1 病毒病、白粉病的病情指数与 P_3 无显著差异, 表现为 R 型。上述结果表明, 南瓜远缘杂交种 F_1 代的抗病性表现, 不论病毒病或白粉病受父本抗病性强弱的影响比母本大, 利用抗病性强的中国南瓜品种能够改进提高西洋南瓜的抗病性。

表 3 印度南瓜 × 中国南瓜种间杂交 F_1 , F_2 和亲本的抗病性表现

Table 3 Comparison of the disease-resistance of *C. maxima* D. uche × *C. moschata* Duché F_1 , F_2 and parents

F ₁ , F ₂ 和亲本 F ₁ , F ₂ combinations and parents	病毒病 Virus				白粉病 U nvinula necator			
	病毒病始 发期 (出苗 后天数) /d Starting	发病率/% Disease percentage	病情指数 Disease index	抗病表现型 Disease resistance phenotype	白粉病始 发期 (出苗 后天数) /d Starting	发病率/% Disease percentage	病情指数 Disease index	抗病表现型 Disease resistance phenotype
[$P_1 \times P_2$] F ₁	75	85 b	51.2 b	MR	73	91 bc	59.0 b	MR
[$P_1 \times P_3$] F ₁	75	51 c	30.2 d	R	73	89 c	46.2 cd	MR
[$P_1 \times P_2$] F ₂	75	85 b	52.1 b	MR	73	94 b	60.3 b	MR
P_1	70	100 a	79.1 a	S	62	100 a	72.3 a	S
P_2	76	83 c	47.0 c	MR	73	89 c	57.2 bc	MR
P_3	80	40.1 d	27.7 d	R	75	72 d	41.7 d	R

2.4 营养成分的变化

从表 4 中可以看出, 南瓜营养成分除受环境条件影响外, 受母本的影响比父本大。在以印度南瓜 P_1 做母本时, 其杂交后代 F_1 , F_2 总糖、淀粉、矿质元素的含量 (以鲜重计算) 接近母本。类胡萝卜素含量 (以鲜重计) 对 P_1 , P_3 及 $P_1 \times P_3$ 的后代居双亲之间, 略偏父本, 而 P_1 , P_2 , ($P_1 \times P_2$) F_1 , ($P_1 \times$

P_2) F_2 的结果尚无规律, 有的研究认为, 不同品种自交、杂交选择, 类胡萝卜素含量能被改良的能力是有差异的^[6]。说明选用具有总糖、淀粉、矿质元素 (Zn, Cr) 等含量高的材料做母本, 容易得到品质优良的杂交后代, 因此在印度南瓜与中国南瓜杂交时, 具优良品质口味的印度南瓜宜做母本。

表 4 印度南瓜 × 中国南瓜种间杂交 F_1 , F_2 和亲本果实营养成分的变化

Table 4 Comparison of some nutrition of *C. maxima* D. uche × *C. moschata* D. F₁, F₂ and parents fruits

F ₁ , F ₂ 和亲本 F ₁ , F ₂ combinations and parents	水分/ (g · kg ⁻¹) Moisture content	总糖/ (g · kg ⁻¹) Total sugar content	淀粉/ (g · kg ⁻¹) Starch content	类胡萝卜素/ (g · kg ⁻¹) Carotenoid content	矿质元素/(mg · kg ⁻¹) Element content		
					Zn	Cr	Co
[$P_1 \times P_2$] F ₁	919.0	42.7	4.4	62.9	2.58	0.039	未检出 No detection
[$P_1 \times P_3$] F ₁	925.8	31.0	2.4	89.9	1.98	0.238	未检出 No detection
[$P_1 \times P_2$] F ₂	928.3	32.2	3.4	38.5	2.32	0.616	未检出 No detection
P_1	895.9	43.4	5.7	73.1	1.89	0.893	未检出 No detection
P_2	933.4	22.8	2.5	176.3	2.05	0.149	未检出 No detection
P_3	951.9	18.1	未检出 No detection	98.9	1.91	0.069	未检出 No detection

3 讨论与结论

1) 关于矿质元素铬(Cr)的作用, 研究认为^[9-11]南瓜中的铬是胰岛素辅助因子, 是葡萄糖耐量因子(GTF)的组分, 糖尿病患者通常缺乏铬元素, 铬缺乏时胰岛功能下降, 血糖上升, 铬是胰岛素起作用的必需元素并能加速血糖氧化, 改善血糖耐量。研究认为^[3], 铬对人类是致癌物质。1973年联合国粮农组织和联合国卫生组织WHO/FAO的食品法典委员会认为铬对人是有害的; 提出每人每周的耐受量, 铬的摄取量暂定为6.7~8.3 μg/kg(体重)。我国农产品安全质量国家标准GB/T 18407.1~18407.4-2001对铬也做了规定。铬元素对人体是有益还是有害, 目前的评价截然不同, 南瓜品质育种中铬元素含量选择标准有待研究确定。

2) 关于用中国南瓜改良西洋南瓜, 一些研究认为^[2-4], 中国南瓜和印度南瓜间存在着杂交不亲和性障碍, 并对其杂种的可育性研究较少, 使改良工作受到限制。本研究结果表明, 中国南瓜与印度南瓜间存在着杂交部分亲和性。南瓜品质和熟性遗传受母本的影响较大, 南瓜抗病性遗传受父本影响较大。在品种改良工作中, 选择熟性早、品质好的西洋南瓜做母本, 选具杂交亲和性高, 抗病、抗逆性强的中国南瓜栽培品种做父本, 可以育出熟性早、品质优、抗病性强兼容的F₁代杂交种或创制出好的育种资源。这与Mork的研究结果基本一致^[6]。改良能否成功, 关键取决于父母本之间的杂交亲和性。本试验研究结果, 杂种可育性基本正常, 只要种间栽培种选择正确, 杂交能够亲和, 南瓜种间就能相互改良。

[参考文献]

- [1] 林德佩. 南瓜植物的起源和分类 [J]. 中国西甜瓜, 2000, (1): 36-38
- [2] 林德佩. 南瓜植物的遗传基因及种间杂交 [J]. 中国西甜瓜, 2000, (3): 41-44
- [3] 程永安, 张恩慧, 许忠民, 等. 南瓜优良种质资源创新研究初探 [J]. 西北农学报, 2001, 10 (1): 100-102
- [4] 中国农科院蔬菜研究所. 中国蔬菜栽培学 [M]. 北京: 农业出版社, 1987. 572-580; 242-244
- [5] 李丙东, 刘宜生, 王长林, 等. 南瓜属蔬菜生物学基础研究概况及育种进展 [J]. 中国蔬菜, 1996, (6): 48-50
- [6] Mark J. 蔬菜作物育种 [M]. 陈世儒译. 重庆: 西南农业大学编辑出版部, 1994. 143-152
- [7] 赵富宽, 高遐红, 程继鸿, 等. 中国南瓜基因型及种瓜成熟度与瓜内种子发芽的关系 [J]. 北方园艺, 2000, (3): 13-14
- [8] [苏] 波钦诺克 X H. 植物生物化学分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1981. 255-259
- [9] 尹建梅, 王霖云. Cr³⁺对糖尿病二级预防的临床研究 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2000, 28 (1): 40-41
- [10] 赵晓华, 李兴. 加铬复合纤维对II型糖尿病大鼠治疗作用观察 [J]. 营养学报, 2000, 22 (4): 312-317
- [11] 金英锦, 张宏绪. 葡萄糖铬对实验性糖尿病小白鼠胰岛β细胞影响的超微结构观察 [J]. 微量元素与健康研究, 2001, 18 (8): 7

- 8

Study of sexual hybridization between *Cucurbita maxima* Duche and *Cucurbita moschata* Duche

CHENG Yong-an, ZHANG En-hui, XU Zhong-min, WANG Yan-ni

(College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The 3 self-line (P₁, P₆, P₇) of *Cucurbita maxima* Duche and 4 self-line (P₂, P₃, P₄, P₅) of *Cucurbita moschata* Duche were used to study the crossing affinity. F₁, F₂ of (P₁12-97-55 × P₂12-97-56) and F₁ of (P₁12-97-55 × P₃98-1-7-4) and 3 self-line (P₁, P₂, P₃) were used to observe the characters of prematurity, virus and powdery mildew-resistance, good-quality, fruit type, fruit tumor, pulp thickness, and so on the results showed that there is incompatibility between P₆, P₇ and P₂, P₃, P₄, P₅. There is incompatibility between P₁ and P₄, P₅. There isn't incompatibility between P₁ and P₂, P₃. The characters of prematurity and good-quality in F₁ and F₂ generations are related to their mother and the disease-resistance in F₂ generation is related to their father.

Key words: *Cucurbita moschata* Duche; *Cucurbita maxima* Duche; Cross