

丝瓜自交系主要经济性状配合力及遗传参数分析

张凌云, 何志俊, 向长萍

(国家蔬菜改良中心华中分中心, 教育部园艺植物生物学重点实验室, 华中农业大学 园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 按双列杂交设计, 用 Griffing 分析方法, 对 6 个丝瓜自交系的 10 个主要经济性状的配合力及遗传参数进行分析。结果表明: 各性状的一般配合力方差和特殊配合力方差均达到极显著水平。P3 和 P6 自交系的综合性状较优, 可在育种中直接利用; P3×P4 等 4 个组合具有较强的杂种优势, 有一定的增产潜力。在育种工作中, 对丝瓜第 1 雌花节位等 3 个性状宜早代选择, 而对可溶性糖含量等其它性状应进行晚代选择。

关键词: 丝瓜自交系; 配合力; 遗传参数

中图分类号: S 642.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)11-0036-04

丝瓜是葫芦科(Cucurbitaceae)丝瓜属(*Luffa* spp.) 1 年生攀援性草本植物, 是重要蔬菜作物之一, 在我国分布有普通丝瓜(*L. cylindrica* Roem.) 和有棱丝瓜(*L. acutangula* Roxb.) 2 个种。普通丝瓜又名水瓜、天萝瓜, 在我国大部分地区均有栽培; 有棱丝瓜又名棱角丝瓜, 主要在华南地区栽培。丝瓜营养丰富, 具有很好的医疗保健功能。丝瓜育种起步较晚, 近年来蔬菜育种工作者在丝瓜新品种选育上做了大量工作, 培育了一批优良新品

种, 如江蔬一号丝瓜、早杂一号肉丝瓜、早冠、早杂一代等^[1], 但在丝瓜育种基础理论方面研究较少, 有关丝瓜亲本主要性状的配合力及遗传效应分析报道较少。该研究对经多年多代自交纯化的 6 个丝瓜自交系进行主要经济性状的配合力及遗传参数分析, 以期筛选优良的自交系和配制优良的杂交组合, 为选配优良丝瓜新品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为华中农业大学丝瓜课题组经过多代自交纯化的 6 个自交系做亲本, 亲本代号为 Z-8-1(P1)、TH(P2)、CH-3(P3)、ZF(P4)、kehkashan(P5)、B07(P6), 其中 P2 为棱角丝瓜, 其余为普通丝瓜。按照 Griffing 完全双列杂交遗传选配设计方法 2 配制 15 个杂交组合。

1.2 试验方法

试验于 2008 年 3~7 月在华中农业大学蔬菜试验

第一作者简介: 张凌云(1982-), 女, 在读硕士, 研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: lingyunzhang@126.com。

通讯作者: 向长萍(1945-), 女, 湖北秭归人, 教授, 博士生导师, 研究方向为蔬菜栽培和遗传育种。E-mail: chpxiang@mail.hzau.edu.cn。

基金项目: 教育部重点资助项目(104134)。

收稿日期: 2009-06-20

The Effects of Organic Substrates Composed of Chinese Traditional Medicine Residue on the Yield and Quality of Tomato

ZHANG Yue-qun^{1,2}, SHE De-qin¹

(1. Nantong Agricultural College, Nantong, Jiangsu 226007, China; 2. Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract: The soilless culture experiments on tomato were conducted by adding different rates of inorganic substrates to Chinese traditional medicine (CTM) residue. The results demonstrated that the yield of tomato increased markedly when grown in the substrates composed of 75% CTM residue, 10% vermiculite and 15% perlite. Nutrition analysis revealed that the organic substrates composed of CTM residue were favorable to increasing contents of Vitamin C, lycopene and titratable acid in tomato, thus improving the quality of the fruit. Comparatively, the substrates composed of 75% CTM residue, 10% vermiculite and 15% perlite were most suitable for the growth of tomato.

Key words: CTM residue; Organic substrate; Tomato; Yield; Quality

基地进行。15 个杂交组合及 6 个亲本于 3 月 2 日浸种催芽后播种于营养钵内,4 月 6 日定植于大田,小区面积 3.0 m×2.4 m,随机区组设计,3 次重复,每小区定植 10 株,对爬式棚架栽培。始收期为 5 月 24 日,7 月 23 日采收结束,整个生育期栽培管理同一般大田生产。

每小区选生长一致的 6 株调查第 1 雌花节位(第 1 雌花着生的节位数)、雌花数(植株 30 节内着生雌花总数);商品成熟时按相同采收标准,每小区随机选 20 条瓜测定果长、果径(以瓜中部为准)、单瓜重;每小区随机选坐果 8 d 的 3 条瓜测定可溶性糖含量(蒽酮法)、可溶性蛋白含量(考马斯亮蓝 G-250 染色法)^[2];以小区为单位统计结果数、前期(收获期内前 25 d)产量和小区总产量。

配合力及遗传参数分析参考唐启义^[3] DPS(v3.01) 数据处理系统进行处理。

2 结果与分析

2.1 各性状的方差分析及配合力方差分析

对亲本及其杂交组合的第 1 雌花节位、商品瓜长、前期产量等 10 个性状进行方差分析(表 1),结果表明,各性状在组合间存在极显著的差异,说明亲本及组合间的 10 个性状存在真实差异,分析其差异是由遗传因素引起的,进而进行配合力分析。结果表明,各性状的一

般配合力方差和特殊配合力方差均达到极显著水平。

2.2 亲本一般配合力效应分析

6 个亲本所测性状的一般配合力效应值见表 2。从表 2 可以看出,同一性状不同亲本间的一般配合力效应值差异明显,同一亲本不同性状间的一般配合力效应值差异也很明显,表现正向和负向两类效应。

雌花数的一般配合力效应值极显著大于 0 的亲本有 P1、P3、P4 和 P6,说明用这 4 个亲本组配杂交组合,能增加 F₁ 的雌花数,而 P2 和 P5 作用相反。第 1 雌花节位的一般配合力效应值除了 P2 极显著大于 0 外,其余 5 个亲本均极显著小于 0。表明 P2 自交系能提高 F₁ 的雌花节位,用其余 5 个自交系组配杂交组合则能降低 F₁ 的第 1 雌花节位,提高早熟性。用 P4 和 P6 配制组合能够增加 F₁ 单瓜重, P2、P5 则降低单瓜重。P3 能提高 F₁ 的前期产量, P1 却降低 F₁ 的前期产量。用 P3、P5 和 P6 配制的组合有较多的结果数,用 P1 和 P4 配制的组合采瓜数较少。总产量的一般配合力效应值极显著大于 0 的有 P3 和 P6,它们能提高 F₁ 的总产量。P2 使 F₁ 的果长增加,果径减小,而 P5 使后代的果长降低。P6 使 F₁ 的可溶性蛋白含量增加,提高品质;而 P2 则相反,使品质下降。

表 1 各性状的方差分析及配合力方差分析(F 值)											
Table 1 Analysis of variance on combining ability for characters/ F value											
变异来源	自由度	第 1 雌花节位 First	雌花数 Female	果长 Fruit	果径 Fruit	单瓜重 Single	前期产量	结果数	总产量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量 Content
Source of variation	df	note of female flower	flowers number	length/cm	diameter/cm	fruit weight/g	Early yield/kg	Fruit number	Total yield/kg	Content of soluble sugar	of soluble protein
区组 Block	2	1.91	0.07	1.36	0.85	2.01	1.80	0.13	0.50	1.89	0.86
处理 Treatment	20	85.8 **	125.89 **	51.21 **	4.54 **	52.00 **	78.46 **	72.34 **	128.34 **	7.19 **	27.80 **
GCA	5	262.01 **	335.29 **	133.10 **	11.25 **	117.93 **	89.71 **	152.22 **	142.92 **	8.87 **	58.89 **
SCA	15	27.08 **	56.09 **	23.91 **	2.30 **	30.03 **	74.71 **	45.72 **	123.47 **	6.63 **	17.44 **

注: * 5%水平上显著, ** 1%水平上显著,下同。Note: * and **, significant at the 5% and 1% levels.

表 2		各性状的一般配合力效应分析								
Table 2		The effective analysis of general combining ability on all characters								
亲本	第 1 雌花节位 First	雌花数 Female	果长 Fruit	果径 Fruit	单瓜重 Single	前期产量	结果数	总产量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量
Parents	note of female flower	flowers number	length/cm	diameter/cm	fruit weight/g	Early yield/kg	Fruit number	Total yield/kg	Content of soluble sugar	Content of soluble protein
P1	—0.67 **	1.63 **	—0.45	0.04	5.32	—0.85 **	—9.90 **	—2.12 **	0.10	—0.08
P2	1.76 **	—4.00 **	3.66 **	—0.23 *	—13.43 **	—0.36	2.14	—0.38	0.24	—0.34 **
P3	—0.53 **	1.00 **	—0.35	0.01	3.45	1.25 **	6.72 **	2.14 **	—0.14	—0.08
P4	—0.70 **	1.07 **	—0.32	—0.01	15.32 **	—0.31	—9.28 **	—1.05 *	—0.05	—0.08
P5	0.73 **	—0.81 *	—2.77 **	0.09	—23.91 **	0.16	6.72 **	—0.54	—0.04	0.08
P6	—0.59 **	1.11 **	0.22	0.11	13.24 **	0.12	3.60 *	2.14 **	—0.10	0.40 **
LSD0.05	0.35	0.65	1.01	0.20	7.99	0.43	3.54	0.84	0.27	0.18
LSD0.01	0.47	0.86	1.33	0.27	10.56	0.58	4.74	1.12	0.36	0.24

2.3 各组合特殊配合力效应分析

对各组合特殊配合力效应分析表明(表 3),在 10 个性状中,除了果径、可溶性糖含量和第 1 雌花节位外,其它 7 个性状的特殊配合力效应达显著水平的组合均超过半数以上,说明大多数组合以非加性基因效应起显著作用,只有少数组合以加性基因效应起显著作用。组合 P3×P4 总产量表现较高的正效应;组合 P5×P6 单瓜重

表现出较高的正效应,可溶性蛋白含量则表现出较高的负效应;组合 P2×P6 在前期产量、采瓜数性状表现较高的正效应,而在雌花数、单瓜重上表现出较大的负效应。P3×P6 除第 1 雌花节位表现负效应外,其它性状均表现出不同程度的正效应;P4×P6 除前期产量表现为负效应外,其余各性状表现出不同程度的正效应。P2×P3 除采瓜数表现出正效应外,其余各性状则表现负效应。

表 3 各性状的特殊配合力分析

组合	第一雌花节位 First	雌花数 Female	果长 Fruit	果径 Fruit	单瓜重 Single	前期产量	结果数 Fruit	总产量 Total	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量
Combination	note of female flower	flowers number	length/cm	diameter/cm	fruit weight/g	Early yield/kg	number	yield/kg	Content of soluble sugar	Content of soluble protein
P1×P2	0.01	-3.96 **	-1.17	0.04	15.77 **	-0.07	5.54 *	3.15 **	0.47 **	-0.26 *
P1×P3	0.07	1.15 **	1.64 **	-0.07	17.23 **	0.97 **	2.96	2.04 **	-0.18	0.58 **
P1×P4	-0.21	1.64 **	-2.45 **	-0.01	-18.53 **	0.30	8.63 **	0.55	0.24	0.46 **
P1×P5	-0.97 **	2.07 **	3.55 **	0.01	17.37 **	1.88 **	2.63	2.37 **	0.46 **	-0.38 **
P1×P6	0.02	0.93 *	-0.12	-0.19	-3.67	-0.21	1.08	-0.12	-0.02	0.12
P2×P3	-0.40	-3.11 **	-1.78 **	-0.19	-25.13 **	-0.01	2.92	-1.12 *	-0.17	-0.15
P2×P4	-0.19	0.26	2.90 **	-0.13	17.44 **	1.65 **	1.25	1.63 **	-0.11	-0.07
P2×P5	-1.18 **	1.58 **	-1.69 **	0.25 *	16.12 **	0.92 **	7.58 **	3.48 **	-0.50 **	-0.17
P2×P6	-0.53 *	-3.44 **	-1.69 **	0.14	-18.81 **	2.08 **	14.38 **	1.52 **	-0.22	-0.15
P3×P4	-0.01	0.60	2.84 **	0.20	24.45 **	1.95 **	8.33 **	4.71 **	-0.07	-0.08
P3×P5	-1.33 **	0.58	1.63 **	-0.07	4.80	0.82 **	9.33 **	2.41 **	-0.04	0.24 *
P3×P6	-0.01	0.78	0.90	0.08	14.87 **	1.31 **	7.79 **	3.80 **	0.16	0.03
P4×P5	-0.94 **	2.07 **	0.49	0.11	5.70	0.46	0	0.58	0.55 **	0.35 **
P4×P6	0.15	0.60	0.75	0.03	20.22 **	-0.30	8.46 **	4.23 **	0.05	0.25 *
P5×P6	0.06	-0.19	3.17 **	0.16	25.01 **	1.44 **	7.79 **	4.64 **	0.20	-0.58 **
LSD0.05	0.43	0.80	1.23	0.25	9.79	0.53	4.34	1.03	0.33	0.22
LSD0.01	0.57	1.05	1.63	0.33	12.94	0.71	5.80	1.38	0.44	0.29

2.4 各性状的群体遗传参数分析

自交系的一般配合力和特殊配合力方差即遗传方差中的加性方差和非加性方差。根据各方差理论的组成,进一步估算一般配合力和特殊配合力方差^[4]。从表4看出,前期产量、总产量和可溶性糖含量的SCA方差远大于GCA方差,说明这3个性状在F₁中的表现主要受非加性基因效应影响。单瓜重、采瓜数和可溶性蛋白含量的SCA方差大于GCA方差,说明这些性状受非加性、加性基因效应共同影响,以非加性效应为主。第1雌花节位、雌花数、果长和果径的GCA方差大于SCA方

差,说明这些性状受加性、非加性基因效应共同影响,以加性效应为主。

遗传力反映的是亲代的性状遗传给子代的一种能力。在自交系选育过程中,可根据性状遗传力的大小确定不同性状的选择世代。分析结果表明(表4),第1雌花节位、雌花数和果长的狭义遗传力较高,分别为91.13%、70.52%和59.91%,因此在丝瓜育种中对这3个性状可进行早代选择,其它性状狭义遗传力都低于50%,该研究认为这些性状的变异除由遗传作用引起外,在很大程度上受环境的影响,不宜早代选择。

表 4 各性状的群体遗传参数估计

遗传参数	第1雌花节位 First	雌花数 Female	果长 Fruit	果径 Fruit	单瓜重 Single	前期产量	结果数	总产量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量
Genetic parameter	note of female flower	flowers number	length/cm	diameter/cm	fruit weight/g	Early yield/kg	Fruit number	Total yield/kg	Content of soluble sugar	Content of soluble protein
加性方差										
Additive	1.86	7.55	7.07	0.02	358.50	0.17	81.73	0.84	0.01	0.08
显性方差										
Dominant	0.83	5.96	5.94	0.01	473.57	3.35	137.26	21.11	0.10	0.13
总基因型方差										
Sum genotype variance	2.69	13.51	13.01	0.03	832.07	3.52	218.99	21.95	0.11	0.21
环境方差										
Environmental variance	0.29	0.97	13.01	0.09	146.83	0.14	9.21	0.52	0.05	0.02
表型方差										
Phenotype variance	2.05	10.71	11.80	0.12	799.64	3.57	187.33	22.05	0.16	0.20
GCA 方差 Variance of general combining ability/ %	0.15	55.88	54.34	66.67	43.09	4.83	37.32	3.83	9.09	38.10
SCA 方差 Variance of specific combining ability/ %	30.85	44.12	45.66	33.33	56.91	95.17	62.68	96.17	90.91	61.90
广义遗传力 Heritability in the broad sense/ %	40.47	55.66	50.29	11.42	59.22	93.80	73.27	95.75	63.17	66.77
狭义遗传力 Heritability in the narrow sense/ %	91.13	70.52	59.91	19.59	44.83	4.77	43.63	3.80	6.28	42.10

3 结论与讨论

通过对 6 份丝瓜自交系的 10 个主要数量性状的一般配合力分析, 证明自交系 CH-3(P3)和 B07(P6)的一般配合力效应值大部分为正向值, 其综合性状较好, 可直接应用于选育强优势组合; 其余几个亲本各有特色, 可根据育种目标有针对性地选用, 如用 TH(P2)作亲本可使 F₁ 果长增加 用 P4 作亲本可提高 F₁ 的单瓜重量。通过对各组合性状的特殊配合力效应分析表明, P3×P4、P3×P6、P4×P6 和 P5×P6 的产量性状大部分表现正向效应, 是具有较强杂交优势的组合, 可以进一步在生产上利用。

通过对各性状的群体遗传参数分析看出, 前期产量、总产量和可溶性糖含量主要受非加性基因控制, 在杂交组合的选配中应着重对杂交组合的表现进行评价; 单瓜重、采瓜数和可溶性蛋白含量受非加性、加性基因效应共同影响, 以非加性效应为主, 在杂交组合的选配中可放宽对双亲的选择, 着重对杂交组合的表现进行评价; 第 1 雌花节位、雌花数、果长和果径也受加性、非加性基因效应共同影响, 却以加性效应为主, 在选择时应兼顾双亲和杂交组合的表现, 着重双亲自身的选择。Rao-BN^[5] 等研究发现 除了瓜长性状, 其它性状的 SCA 方差均高于 GCA 方差, 说明非加性效应在丝瓜遗传中是主要的, 丝瓜的优势育种应根据非加性遗传效应来选择。Tyagi-SVS 等^[6] 研究则表明, 有棱丝瓜的产量及相关性状主要是由加性效应决定的, 而第 1 雌花开放时间 & 根瓜坐果时间是由非加性基因效应决定的。

第 1 雌花节位、雌花数和果长的狭义遗传力较高, 说明这 3 个性状在早代进行选择的可靠性大。其它性状狭义遗传力都低于 50%, 说明这些性状的变异除由遗传作用引起外, 在很大程度上受环境的影响, 不利于早代选择。

Hedau N K 等^[7] 研究表明, 有棱丝瓜的单株结果数和单株产量的狭义遗传力低于 50%, 表明基因作用中显性基因占优势; 瓜长和单瓜重具有部分优势, 狭义遗传力较高。

该试验通过对配合力分析发现, 同一性状不同亲本间的一般配合力效应值差异明显, 同一亲本不同性状间的一般配合力效应值差异也很明显。说明对某一性状进行选择时, 要尽可能多测试一些材料, 从中选择一般配合力高的亲本来配制杂交组合。由于同一亲本不同性状的一般配合力差异较大, 对于各个性状很难同时进行选择^[8]。因此, 在育种过程中, 应制定明确的育种目标, 根据育种目标选择合适的亲本。

参考文献

[1] 袁希汉, 汪玉清, 侯喜林, 等. 丝瓜主要农艺性状的相关及通经分析 [J]. 江苏农业学报 2006, 22(1): 64-67.
[2] 李合生, 孙群, 赵世杰, 等. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社 2000: 184-199.
[3] 唐启义. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社 2002: 203-218.
[4] 许崇香, 林巍, 左淑珍, 等. 10 份玉米自交系配合力的分析及利用 [J]. 杂粮作物 2005 25(4): 224-227.
[5] Rao B N, Rao P V, Reddy Y N. Combining ability studies in ridge gourd (*Luffa acutangula* Roxb.) [J]. International Journal of Tropical Agriculture 2000 18(2): 141-146.
[6] Tyagi S V S, Khandelwal R G, Maurya I B. Combining ability analysis over environments for fruit yield and other traits in ridge gourd (*Luffa acutangula* Roxb.) [J]. Scientic Horticulture 2003(8): 149-157.
[7] Hedau N K, Sirohi P S. A diallel studies in ridge gourd [*Luffa acutangula* (Roxb.) L.] [J]. Orissa Journal of Horticulture 2004 32(1): 13-14.
[8] 王元东, 陈绍江, 段民孝, 等. 玉米 P 群自交系与国内传统骨干系的杂种优势表现及其配合力分析 [J]. 玉米科学, 2006, 14(4): 21-25.

Analysis of Combining Ability and Genetic Parameter for Major Economic Characters in *Luffa* Inbred Lines

ZHANG Ling-yun, He Zhi-jun, XIANG Chang-ping

(National Center for Vegetable Improvement (Central China); Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education; College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: The 6 *luffa* inbred lines have been tested with the design of diallel crossing of griffing method to study on combining ability and its genetic parameters of 10 characters. The result indicated that the variance of both general combining ability and specific combining ability on all characters were very significant. The lines of P3 and P6 with the better comprehensive characters which can be directly used in *Luffa* breeding program; The 4 combinations of P3, P4 etc. with higher heterosis had potentiality of increasing yield production. In *Luffa* breeding program, the 3 characters such as first note of female flower should be selected earlier and other characters such as content of soluble sugar should be selected later.

Key words: *Luffa* inbred line; Combining ability; Genetic parameter