

同源四倍体普通白菜异源胞质雄性不育系及5个亲本的配合力分析

孔艳娥^{1, 2} 韩业飞¹ 张蜀宁^{1*} 李俊星¹ 刘惠吉¹

(¹南京农业大学园艺学院, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 江苏南京 210095; ²济南现代农业科技示范园, 山东济南 251600)

摘要: 采用完全双列杂交半轮配方法, 分析了同源四倍体普通白菜茎芥菜胞质雄性不育系 07P-2 及 5 个四倍体普通白菜自交系配制的 15 个 F₁ 的 16 个农艺性状的配合力。结果表明: 16 个农艺性状的遗传均受基因加性效应、显性效应和互作效应的共同作用; 07P-10 农艺性状的一般配合力 (GCA) 最好, 是综合性状优良的亲本, 雄性不育系 07P-2 一般配合力次之, 可作为四倍体普通白菜 F₁ 的制种骨干亲本; 不同性状间及同一性状不同组合间特殊配合力 (SCA) 效应值差异较大, 根据 SCA 综合表现, 07P-2 × 07P-7、07P-2 × 07P-10 具有较高的应用价值。

关键词: 普通白菜; 茎芥菜胞质雄性不育系; 农艺性状; 配合力

中图分类号: S634.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2012) 02-0021-04

Analysis of Combining Abilities of Some Agronomically Traits of 4xMtCMS and F₁ in Pakchoi

KONG Yan-e^{1, 2}, HAN Ye-fei¹, ZHANG Shu-ning^{1*}, LI Jun-xing¹, LIU Hui-ji¹

(¹College of Horticulture, Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China; ²Modern Agricultural Technology Demonstration Park of Jinan, Jinan 251600, Shandong, China)

Abstract: 15 crossing combinations are made by 4xMtCMS and 5 parents of pakchoi [*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (L.) Makino var. *communis* Tsen et Lee] with the method of complete diallel cross (half mating design). The result shows that 16 agronomical characters are controlled by the additive gene effect, dominance effect and interaction effect. And among 6 parents 07P-10 is a best parent, as it has highest general combining ability. It is excellent parent materials for the most of traits. The sterile lines 07P-2 is a better parent for quality genetic improvement research in autotetraploid pakchoi. The analysis of SCA effects show that the SCA effects of different characters in the same parent are obviously different, so does the same character in different parents. According to the comprehensive performance of the SCA effects, 07P-2 × 07P-7 and 07P-2 × 07P-10 have application of great value because they include sterile lines 07P-2.

Key words: Pakchoi; 4xMtCMS; Agronomic traits; Combining ability

收稿日期: 2011-06-21; 接受日期: 2011-08-29

基金项目: 江苏省科技支撑计划项目 (BE2011313)

作者简介: 孔艳娥, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜遗传育种, E-mail: kongyane@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 张蜀宁, 副教授, 专业方向: 园艺植物遗传育种, E-mail: snzhang@njau.edu.cn

异源多倍化带来了基因组间的杂合性, 基因组容量增大, 遗传变异范围更广, 创造出新的适应性和抗逆性, 从而带来高产和稳产的根本变化。刘惠吉和王华 (2004) 首次获得四倍体普通白菜 [*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (L.) Makino var. *communis* Tsen et Lee] 异源胞质雄性不育系 (4xMtCMS), 其黄化轻、不受环境影响, 不育度 100%, 结实率高。杨鹏鸣等 (2006)、马艳青等 (2006) 和王普等 (2006) 对南瓜、辣椒和普通白菜胞质雄性不育系的配合力进行了分析。关于四倍体作物配合力分析的报道较少, 邓云等 (2005) 对四倍体普通白菜的遗传效应进行了分析, 而关于同源四倍体普通白菜异源胞质雄性不育系配合力的分析尚未见报道。为了发挥该不育系新种质的异源优势、倍性优势及杂种优势, 本试验对其进行杂种优势利用的配合力分析, 评价其亲本及 F_1 的利用价值, 为选育优质抗逆高产四倍体普通白菜新品种及杂种优势利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料均来自南京农业大学, 07P-2 为同源四倍体普通白菜 (小白菜) 茎芥菜胞质雄性不育系 (4xMtCMS), 07P-6、07P-7、07P-8、07P-10 和 07P-15 为四倍体普通白菜自交系, 以绿星为对照。

1.2 试验方法

2008 年 4 月 1 日按完全双列杂交半轮配方法设计 (表 1), 配制 15 个杂交组合。2008 年 8 月 20 日播种于南京农业大学江浦园艺实验站, 完全随机区组设计, 4 次重复, 每小区 60 株。10 月 20 日每小区随机取 10 株, 测定 16 个农艺性状 (表 2)。采用数据分析软件 SPSS 进行配合力分析。

表 1 完全双列杂交半轮配的 15 个杂交组合

父本	母本				
	07P-2	07P-7	07P-15	07P-8	07P-10
07P-7	✓				
07P-15	✓	✓			
07P-10	✓	✓	✓		
07P-8	✓	✓	✓	✓	
07P-6	✓	✓	✓	✓	✓

2 结果与分析

2.1 配合力方差分析

由表 2 可见, 各性状 (除菜头粗外) 的一般配合力 (GCA) 和特殊配合力 (SCA) 均达到显著或极显著水平, 说明 16 个农艺性状的遗传同时受到基因加性效应、显性效应和互作效应的共同作用。株高、叶数、叶长、叶宽、叶质量、柄长、柄上宽和叶质量/柄质量的 GCA 方差与 SCA 方差比值均达显著或极显著水平, 表明这些性状的遗传基因加性效应占主导地位, 可以比较稳定地遗传给下一代; 而其他性状的 GCA 方差与 SCA 方差比值均未达显著水平, 说明这些性状的遗传基因加性效应未占主导地位, 而遗传显性效应和互作效应权重的增加可以通过杂种优势, 充分利用 F_1 的固定性状特征。即通过杂种优势育种途径可以获得高产的四倍体杂交种。

表 2 主要农艺性状的配合力方差分析

性状	一般配合力		特殊配合力		$F_{GCA/SCA}$
	MS	F	MS	F	
株高	29.42	85.77**	1.53	4.47**	19.21**
开展度	3.65	7.27**	1.61	3.20*	2.27
腰粗	2.32	5.13**	1.37	3.02*	1.70
菜头粗	3.59	4.64	1.49	2.94	1.09
叶数	8.47	56.86**	2.44	16.32**	3.48*
叶长	19.96	55.50**	2.61	7.23**	7.69**
叶宽	15.58	123.02**	1.53	12.08**	10.19**
叶质量	1 744.66	198.82**	337.37	369.12**	5.17*
十叶厚	0.03	35.62**	0.02	12.28**	2.90
柄长	15.46	176.31**	3.73	42.59**	4.14*
柄上宽	0.86	26.93**	0.12	3.29*	8.19**
柄下宽	0.25	4.73*	0.19	3.69*	1.29
柄质量	665.74	415.75**	1 346.33	1 939.78**	2.12
叶质量/柄质量	71.84	478.95**	9.29	61.90**	7.74**
单株质量	1 930.07	1 974.24**	1 282.26	1 040.38**	3.28
小区产量	56.11	169.00**	26.82	80.77**	2.09

注: *表示差异显著 ($\alpha=0.05$), **表示差异极显著 ($\alpha=0.01$)。

2.2 一般配合力分析

表 3 可知, GCA 表现为正、负两大类, 07P-10 的腰粗、叶数的正向效应以及株高、菜头粗、叶长、叶宽的负向效应均在 5 个亲本中最高, 表明 07P-10 可作为配制株型矮、紧凑、叶数型、叶柄质量大的 F_1 的亲本; 同理 07P-8 可作为株型高、叶片质量大、柄宽、单株质量大的亲本; 而 07P-7 可作为叶大、柄长、柄下宽、叶片质量大、单株质量大的亲本, 07P-15 可作为中高型、松散、叶片中等、小区产量高的亲本。07P-6 的柄长正向效应列第三位, 株高、叶长、叶宽、叶数均为负向效应, 故 07P-6 可作为中矮型、较紧凑、叶片厚中等、叶数型的亲本; 4xMtCMS 07P-2 为中高型、叶片宽大、柄长、叶片质量小、单株质量小、可密植的亲本。

2.3 特殊配合力效应值

表 4 可见, 不同性状间及同一性状不同组合间 SCA 效应值差异较大: 株高的 SCA 效应值变幅在 -2.113 ~ 3.275 之间, 07P-7 × 07P-8 组合的正向效应值最高, 而雄性不育 07P-2 × 07P-7 组合次之; 开展度的 SCA 效应值在 -2.534 ~ 3.125 之间, 正向效应极值出现在 07P-15 × 07P-10 组合上, 而雄性不育 07P-2 × 07P-7 组合负向效应值排列第四, 适易密植; 菜头粗的 SCA 在 -3.703 ~ 3.455 之间, 正向效应极值为 07P-15 × 07P-10 组合, 而雄性不育 07P-2 × 07P-10 组合次之; 叶数的 SCA 在 -2.673 ~ 3.845 之间, 正向效应极值为 07P-15 × 07P-10 组合, 而雄性不育 07P-2 × 07P-10 组合次之; 叶长的 SCA 正向效应值最高为 07P-7 × 07P-8 组合, 而雄性不育 07P-2 × 07P-10 组合的负向效应值最高; 叶宽和十叶厚的最大 SCA 正向效应值均出现在 07P-7 × 07P-15 组合上, 而最大 SCA 负向效应值均出现在 07P-2 × 07P-10 上; 柄长的最大 SCA 正向效应值为 07P-7 ×

表 3 亲本主要农艺性状的一般配合力效应值

性状	一般配合力效应值					
	07P-2	07P-6	07P-7	07P-8	07P-10	07P-15
株高	1.952	-1.664	0.664	2.697	-4.686	1.477
开展度	6.528	-1.041	9.629	-10.708	-7.741	-0.416
腰粗	-0.215	0.422	1.260	-2.016	2.458	-3.546
菜头粗	-0.081	0.411	0.576	-2.055	-6.158	1.104
叶数	2.575	-1.112	-0.012	-1.326	3.726	2.240
叶长	-0.720	-1.405	6.274	-0.087	-8.642	1.092
叶宽	2.433	-3.983	5.072	-2.410	-6.603	0.910
叶质量	-3.660	11.152	16.320	23.015	4.157	5.277
十叶厚	-0.038	-0.004	0.207	-0.690	-0.456	-0.020
柄长	1.999	1.762	2.181	-3.915	-2.680	1.051
柄上宽	-0.391	-0.058	-0.647	1.296	-0.536	1.047
柄下宽	-2.962	-0.091	1.340	-1.513	-2.520	-0.062
柄质量	-8.958	7.229	8.979	19.751	12.583	4.791
叶质量/柄质量	-0.359	0.647	-0.432	1.311	-0.447	1.934
单株质量	-40.096	39.997	34.297	78.465	38.592	50.485
小区产量	-4.852	-0.679	-1.252	-2.514	-0.407	0.341

表 4 不同组合主要农艺性状的特殊配合力效应值

材料组合	特殊配合力效应值							
	株高	开展度	腰粗	菜头粗	叶数	叶长	叶宽	叶质量
07P-2 × 07P-6	1.157	-0.443	1.239	0.486	0.525	1.079	-0.425	-0.333
07P-2 × 07P-7	2.343	-1.841	-1.592	-2.179	-1.704	-0.225	-1.375	-5.188
07P-2 × 07P-8	1.017	-0.719	2.776	-0.841	-0.495	0.372	-0.484	-0.182
07P-2 × 07P-10	-1.977	1.319	2.905	2.914	2.641	-2.175	-2.847	-6.831
07P-2 × 07P-15	1.575	-0.733	0.594	0.542	0.817	0.207	-0.505	-0.548
07P-7 × 07P-6	2.261	-1.033	-1.158	-2.519	-2.319	-0.755	-0.845	-5.513
07P-7 × 07P-8	3.275	1.408	2.114	1.766	1.173	3.665	1.863	7.033
07P-7 × 07P-10	-2.075	-2.075	0.695	1.477	1.137	1.035	0.980	5.842
07P-7 × 07P-15	0.442	-0.655	-1.695	-2.216	-1.808	-0.375	2.575	-5.652
07P-15 × 07P-6	1.331	-1.158	-1.402	-0.097	0.322	0.175	-1.880	-1.449
07P-15 × 07P-8	1.815	-1.755	-2.477	-0.434	-0.374	-0.375	-0.973	-0.972
07P-15 × 07P-10	1.225	3.125	2.548	3.455	3.845	1.765	2.011	0.448
07P-8 × 07P-6	-2.133	-2.534	-1.036	-0.088	-2.673	-1.148	0.222	0.163
07P-8 × 07P-10	-1.867	-1.964	-2.518	-3.703	-0.692	-1.513	-2.018	-0.641
07P-10 × 07P-6	1.017	2.809	1.960	2.905	1.375	0.895	1.126	0.451

续 表

材料组合	特殊配合力效应值							
	十叶厚	柄长	柄上宽	柄下宽	柄质量	叶质量/柄质量	单株质量	小区产量
07P-2×07P-6	-2.163	-2.117	-1.534	1.329	-0.375	2.037	-10.463	-0.474
07P-2×07P-7	0.602	-0.773	0.773	-2.951	1.582	-1.385	-6.581	-4.245
07P-2×07P-8	-2.563	-0.692	0.567	-0.385	-1.091	1.832	14.372	1.073
07P-2×07P-10	-2.884	2.838	3.102	2.758	2.267	-4.375	-37.847	-2.342
07P-2×07P-15	0.433	-0.841	-0.469	0.384	-0.606	0.225	2.505	0.471
07P-7×07P-6	1.229	-1.563	-1.089	1.715	2.375	-2.684	-6.625	-4.552
07P-7×07P-8	0.995	1.864	2.453	1.656	1.464	3.116	7.703	0.119
07P-7×07P-10	-2.328	2.395	1.363	-1.398	3.933	-1.267	-5.980	-1.892
07P-7×07P-15	1.631	3.374	-1.791	-1.016	1.528	-2.879	26.575	6.353
07P-15×07P-6	-1.497	0.319	-1.522	0.103	-0.439	-1.392	-21.171	-3.955
07P-15×07P-8	0.965	-1.837	-0.171	-0.548	1.007	0.859	-10.308	-0.972
07P-15×07P-10	1.384	-1.102	2.568	3.736	6.334	5.765	-2.245	0.327
07P-8×07P-6	-2.567	1.367	-1.362	-0.132	-7.381	-2.794	10.254	0.268
07P-8×07P-10	-1.782	0.844	-0.433	0.696	-10.236	-0.621	-2.109	-0.911
07P-10×07P-6	1.175	1.666	2.245	1.731	5.602	2.301	4.203	0.169

07P-15 组合;柄下宽最大 SCA 正向效应值出现在 07P-15×07P-10 上,而雄性不育 07P-2×07P-7 组合 SCA 负向效应值最大;叶质量/柄质量的 SCA 效应值变幅在-4.375~5.765 之间,正向效应极值出现在 07P-15×07P-10 组合上,负向效应极值出现在雄性不育 07P-2×07P-10 组合上,单株质量的 SCA 效应值变幅在-37.847~26.575 之间,从表 4 中还可以发现即使在同一组合中,因性状不同 SCA 效应值也有较大的差异。

3 结论与讨论

作物多倍体的倍性优势表现为高产、优质、抗逆性(张爱民等,2005),利用四倍体普通白菜异源胞质雄性不育系配制的 F₁ 兼具杂种优势、倍性优势及异源杂合优势(宋胭脂和柯桂兰,1998)。本试验中普通白菜的 16 个主要农艺性状的遗传同时受到基因加性效应、显性效应和互作效应的共同作用,在四倍体普通白菜的遗传改良中,杂交育种和杂种优势利用是同样有效的。一般配合力效应值存在较大差异,表现为正、负两大类,表明这些性状在群体效应均值基础上,各自发挥其独特的作用;根据 SCA 综合表现,在进行新品种选育亲本选择、选配时,可以选择不同的效应指标来满足不同的消费需求。两个 GCA 最高的亲本配制的组合,SCA 值并不是最高,而 SCA 最高的组合,其两个亲本 GCA 并不一定都很高,说明组合 SCA 和亲本 GCA 并不存在直接关系,因此,在利用四倍体普通白菜杂种优势时,选择高 GCA 亲本的同时要重视亲本的 SCA 选择。另外,对不含雄性不育系亲本的一些较好组合,如组合 07P-15×07P-10,可将雄性不育系不育源转育到其中一个亲本上,加以利用。

参考文献

- 邓云,张蜀宁,孙敏红,侯喜林. 2005. 四倍体白菜亲本和杂交组合经济性状的遗传效应分析. 江苏农业科学, (6): 75-80.
- 刘惠吉,王华. 2004. 同源四倍体白菜异源胞质雄性不育系的选育. 南京农业大学学报, 27 (2): 30-33.
- 马艳青,邹学校,张竹青,邹家华,陈文超,戴雄泽,李雪峰. 2006. 辣椒主要营养成分的配合力分析. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 32 (1): 29-31.
- 宋胭脂,柯桂兰. 1998. 不结球白菜雄性不育系选育研究初报. 西北农业学报, 7 (1): 41-44.
- 王普,许明,司龙亭,潘彬,宋秋瑾,伊维娜. 2006. 不结球白菜胞质雄性不育系数性状配合力分析. 陕西农业科学, (1): 12-15.
- 杨鹏鸣,蔡祖国,李新峥,耿新丽. 2006. 南瓜自交系主要农艺性状配合力及杂种优势研究. 湖北农业科学, 45 (4): 481-483.
- 张爱民,常莉,薛建平. 2005. 药用植物多倍体诱导研究进展. 中国中药杂志, 30 (9): 645-649.