

辣椒苗期性状杂种优势的预测及相关性和配合力分析

侯金珠¹, 王兰兰²

(1. 甘肃农业大学 农学院 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对8个辣椒亲本及其组配的16个不完全双列杂交组合的11个性状进行了杂种优势、相关性和配合力分析。结果表明: R21、R14的2个组合在苗期各性状中表现优良, 在育种上可着重考虑; 11个性状均具有一定程度的杂种优势, 且地上部干重和根干重的超亲优势较高, 可把这2个性状作为苗期杂种优势预测的参考依据。相关性分析表明: 单株产量与10个性状间有明显的相关性, 除了茎粗、每周叶产量、根鲜重外, 均达到极显著水平。地上部干重、根干重与单株产量间的相关系数较大, 分别达到0.517^{**}、0.505^{**}。配合力分析表明: R21、R14、R13、R10的总配合力高, 在杂交育种上有一定的利用价值。R1、R6一般配合力表现较为理想, 是杂交育种上的良好亲本。

关键词: 辣椒; 预测; 杂种优势; 相关性; 配合力

中图分类号: S 641.303.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)08-0012-04

杂种优势是指2个遗传组成不同的亲本杂交产生的子代植株在生活力、生长势、适应性、抗逆性和丰产性等方面超过双亲的现象。杂种优势的早期预测是指利用生理生化或分子生物学的方法, 在实验室直接对杂种优势进行预测^[1-4]。杂种优势的利用和预测, 一直是遗传学和植物育种学研究的重要内容, 所以杂种优势的利用和预测是辣椒(*Capsicum annuum* L.)育种的基础, 它不但能改善辣椒果实的品质, 增加可观的产量, 而且从诸多方面均表现出了优势, 比如生长率、结果率、抗病性等方面。它可节省大量田间试验的人力、物力和时间, 缩短育种年限, 提高杂交组合选择效果^[5-9]。多年的育种实践证明, 关于辣椒性状的相关性亟待解决而这方面的相关文献较少。在配合力方面, 正确选择高配合力的亲本是杂交育种及选配优良杂交组合的关键^[7-11]。通过对杂种优势的利用, 相关性、配合力的分析, 为明确性状对产量的影响规律, 选配合适的亲本, 选配高产、优质的杂交组合提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

该试验采用的4个母本、4个父本由甘肃省农业科学院辣椒研究室提供, 均为多代自交选育的自交系。按Griffing 4×4不完全双列杂交方法配制成16个杂交组

合, 与8个亲本一起共24份材料进行研究, 杂交设计图见表1。

表1 不完全双列杂交试验设计

Table 1 The design of incomplete crosses

♂	♀			
	R1	R2	R3	R4
R5	R9	R10	R11	R12
R6	R13	R14	R15	R16
R7	R17	R18	R19	R20
R8	R21	R22	R23	R24

1.2 试验方法

试验在甘肃省农科院实验基地进行。2008年3月5日在玻璃温室中播种, 每份材料播种60株, 重复3次, 每重复20株。试验采用随机区组设计。播种后第30天和第50天, 每重复随机抽取8株, 测量各单株的株高、每株叶数。辣椒每天的生长率和每周叶产量按下式计算:

生长率(cm/d) = $\frac{\text{播后第50天的株高} - \text{播后第30天的株高}}{20}$,
每周叶产量(叶/周) = $\frac{\text{播后第50天的叶数} - \text{播后第30天的叶数}}{20} \times 7$ 。

播种后第50天, 每重复随机抽取12株, 测量茎粗、侧根数、干重、鲜重。

2 结果与分析

2.1 杂交辣椒苗期性状与单株产量的超亲优势值分析

由表2可以看出, 不同杂交组合的性状存在明显的差异。8个杂交组合的茎粗有超亲优势, 其中以R23、R14较好; 9个杂交组合的生长率有超亲优势, 其中以R14、R10较好; 8组杂交组合的每周叶产量具有超亲优势, 其中以R21、R13较好; 12个杂交组合的侧根数具有超亲优势, 其中以R21、R13较好; 15个杂交组合的地上

第一作者简介: 侯金珠(1983-), 女, 在读硕士, 研究方向为蔬菜育种与种质资源利用。E-mail: hjz1983206@126.com。
通讯作者: 王兰兰(1962-), 女, 研究员, 研究方向为蔬菜育种与种质资源利用。E-mail: lanwang@126.com。
收稿日期: 2009-03-20

部鲜重有超亲优势,其中以 R14、R23 较好;15 个杂交组合的地上部干重有超亲优势,其中以 R10、R21 较好;14 个杂交组合的根鲜重有超亲优势,以 R14、R21 较好;13 个杂交组合的根干重有超亲优势,其中以 R13、R21 较好。单株产量中以 R21、R14 较好,只有 4 组杂交组合表

现出负优势,说明单株产量的杂种优势是普遍存在的,在育种的早期就可以对其进行选择。从上述苗期性状的较优杂交组合中筛选出 R21、R14,这 2 个组合在苗期各性状中表现优良,在将来的育种工作中可着重考虑以上 2 个组合。

表 2 子代各苗期性状与单株产量的超亲优势值

Table 2 Analysis on proportions of super-parent heterosis of seedling characters of F ₁ hybrids and individual yield %									
组合 Cross	茎粗 Stem diameter	生长率 Growth rate	每周叶产量 The ratio of weekly leaf yield	侧根数 The number of lateral roots	地上部鲜重 Fresh weight of overground part	地上部干重 Dry weight of overground part	根鲜重 Fresh weight of root	根干重 Dry weight of root	单株产量 Individual yield
R9	0.79	1.68	-7.55	10.94	3.81	11.32	7.21	12.34	6.08
R10	0.94	8.91	-3.92	0.58	18.59	31.94	9.48	19.69	10.51
R11	-3.85	4.66	-7.84	7.29	15.34	12.33	-3.55	-1.67	0.20
R12	-2.14	3.89	-15.69	5.23	2.69	29.22	-3.64	-5.44	4.00
R13	0.40	3.97	11.32	12.58	10.01	22.45	10.58	21.27	13.26
R14	3.38	9.19	11.11	5.97	24.00	10.03	17.20	10.94	22.32
R15	0.42	-6.26	2.08	-2.73	9.63	7.29	3.54	11.00	2.54
R16	-6.33	-20.88	-18.37	-15.61	21.11	-2.23	5.27	9.69	-17.80
R17	-3.97	-14.88	-13.21	0.64	-5.94	3.41	5.66	10.39	-18.23
R18	3.02	-29.57	6.67	-14.26	10.26	5.28	6.52	6.81	-15.63
R19	-10.78	4.42	2.08	12.16	19.69	9.43	3.48	1.31	12.42
R20	-3.45	-22.77	4.44	5.95	20.82	16.79	8.94	8.20	0.65
R21	1.19	3.56	15.09	16.40	5.02	30.96	16.14	20.78	30.66
R22	-1.67	-18.48	1.92	-13.10	9.22	20.20	11.46	-11.94	-21.02
R23	3.77	-3.54	-5.77	11.35	23.49	22.18	10.53	16.33	8.83
R24	-2.09	5.19	-9.62	2.64	8.50	14.69	7.04	20.00	0.57

2.2 子代及其亲本苗期性状与单株产量杂种优势分析

由表 3 可以看出,子代与亲本中值或高亲值比较都普遍存在正向优势。茎粗方面的超中优势为 1.56%、超亲优势为 0.48%;播后 50 d 株高的超中优势为 4.62%、超亲优势为 4.29%;生长率方面的超中优势为 3.83%、超亲优势为 2.69%;播后 50 d 的叶数的超中优势为 2.57%、超亲优势为 2.44%;每周叶产量的超中优势为 1.80%、超亲优势为 0.25%;侧根数的超中优势为 5.54%、超亲优势为 4.38%;地上部鲜重的超中优势为

18.70%、超亲优势为 11.73%;地上部干重的超中优势和超亲优势最高,分别达到 24.69%和 22.87%;根鲜重方面的超中优势为 9.89%、超亲优势为 9.75%;根干重方面的超中优势为 17.31%、超亲优势为 12.51%;单株产量的杂种优势较为明显,超中优势和超亲优势分别为 7.62%和 7.05%。苗期性状中地上部干重、根干重的超亲优势较高,在育种工作中可把这 2 个性状作为苗期杂种优势预测的参考依据。

表 3 子代及其亲本苗期性状与单株产量的杂种优势分析

Table 3 Analysis on heterosis of individual yield and seedling characters in seedling of F ₁ hybrids and parents							
性状 Character	子代 F ₁	母本 Female parent	父本 Male parent	中亲优势 Mid- parent heterosis/%	变异幅度 Variation range/%	超亲优势 Super- parent heterosis/%	变异幅度 Variation range/%
茎粗 Stem diameter	0.20	0.19	0.20	1.56	-5.69~11.21	0.48	-10.78~3.77
株高 Plant height	9.20	8.77	8.82	4.62	-5.79~11.12	4.29	-10.55~8.89
生长率 Growth rate	0.18	0.17	0.17	3.83	-15.95~18.44	2.69	-29.57~9.19
叶数 The number of leaves	8.30	8.10	8.08	2.57	-4.21~9.55	2.44	-8.49~3.13
每周叶产量 The ratio of weekly leaf yield	1.44	1.39	1.44	1.80	-14.89~15.69	0.25	-15.68~15.09
侧根数 The number of lateral roots	55.17	52.85	51.69	5.54	-11.94~19.06	4.38	-15.61~16.40
地上部鲜重 Fresh weight of overground part	0.75	0.67	0.59	18.70	4.94~28.98	11.73	-5.94~24.00
地上部干重 Dry weight of overground part	0.09	0.07	0.07	24.69	8.96~49.29	22.87	3.41~31.94
根鲜重 Fresh weight of root	0.19	0.18	0.18	9.89	-3.37~23.40	9.75	-3.64~17.20
根干重 Dry weight of root	0.03	0.02	0.02	17.31	-4.64~37.07	12.51	-11.94~21.27
单株产量 Individual yield	292.38	270.21	273.13	7.62	-20.91~32.68	7.05	-21.02~30.66

2.3 辣椒苗期性状与单株产量之间的相关性分析

由表 4 可以看出,单株产量与各性状间有明显的相

关性,其中单株产量与 50 d 的株高、生长率、50 d 的叶数、侧根数、地上部鲜重、地上部干重、根干重之间达到

极显著水平。表明苗期表现的杂种优势,可以较好的了解辣椒产量的高低。地上部干重、根干重与单株产量间的相关系数较大,分别达到 0.517^{**}、0.505^{**}。为了获得高产与杂种优势的预测指标,在苗期进行性状选择,应考虑产量与各性状的配合得到最大的表现。

2.4 配合力效应分析

不同亲本的组配,其子代配合力有很大差异,所以要在生产上加强对亲本一般配合力的选配。一般配合力高的品系,其相应性状传递力强,对杂种后代影响也

大。从表 5 可知,就产量而言:亲本 R1、R6 的一般配合力较高,其 \bar{g}' 的值分别为 9.29、2.63,是杂交育种上的良好亲本;其次是 R2、R8 \bar{g}' 的值为 0.96、0.13;最差的是 R4, \bar{g}' 的值为-56.54。一个杂交组合的优劣,不仅取决于亲本的一般配合力效应,而且也取决于组合的特殊配合力效应,由此可以看出:在选配杂交组合时,既要选用一般配合力较好的材料作亲本,还应具体考虑亲本的特殊配合力效应。因此用配合力总效应的大小来衡量一个杂交组合的优劣更为完全和合理。

表 4 苗期性状与单株产量之间的相关性分析

Table 4 Analysis of correlation between individual yield and seedling character										
性状 Character	茎粗 Stem Diameter	株高 Plant height	生长率 Growth rate	叶数 The number of leaves	每周叶产量 The ratio of weekly leaf yield	侧根数 The number of lateral roots	地上部鲜重 Fresh weight of overground part	地上部干重 Dry weight of overground part	根鲜重 Fresh weight of root	根干重 Dry weight of root
茎粗 Stem diameter										
株高 Plant height	.392 **									
生长率 Growth rate	.251 *	.836 **								
叶数 The number of leaves	.392 **	.193	.045							
每周叶产量 The ratio of weekly leaf yield	.332 **	.108	-.005	.924 **						
侧根数 The number of lateral roots	.167	.166	.040	.190	.206					
地上部鲜重 Fresh weight of overground part	.361 **	.408 **	.256 *	.433 **	.289 *	.322 **				
地上部干重 Dry weight of overground	.332 **	.382 **	.194	.455 **	.372 **	.327 **	.720 **			
根鲜重 Fresh weight of root	.133	.238 *	.134	.230	.140	.189	.420 **	.453 **		
根干重 Dry weight of root	.316 **	.208	.119	.454 **	.330 **	.350 **	.606 **	.542 **	.422 **	
单株产量 Individual yield	.285 *	.392 **	.356 **	.354 **	.290 *	.489 **	.438 **	.517 **	.236 *	.505 **

注:*,** 分别代表 0.05 0.01 的显著程度。Note:*,** Correlation are significant at 0.05 and 0.01 level(2-tailed).

单株产量的总配合力以 R21 最高,达到 101.79;其次是 R14、R13、R10,其值分别达到 68.46、49.29 和 31.79。由此可以看出:不同亲本配制的不同组合或同一亲本配制的不同组合的配合力总效应有很大的差异,用一般配合力好的亲本杂交易配出高产组合。由于单株产量与实际小区产量呈极显著正相关,通过比较单株产量的总配合力,可以说明 R21、R14、R13、R10 这 4 个为最优组合。

表 5 单株产量在亲本一般配合力的效应及其组合总配合力的相对效应

Table 5 Effects of general combining ability of parents and total combining ability of F ₁ hybrids of individual yield						
P1 P2	R1	R2	R3	R4	$\bar{g}' \times j$	
R5	27.63	31.79	-41.88	-32.38	-42.38	
R6	49.29	68.46	10.13	-49.88	2.63	
R7	-45.71	-44.88	-5.71	-35.71	-37.38	
R8	101.79	-60.71	25.96	1.79	0.13	
$\bar{g}' \times j$	9.29	0.96	-42.38	-56.54		

如果苗期性状与单株产量在总配合力作用方面有所关联,那么极有可能在苗期鉴别高产的优良杂种。辣椒地上部干重和根干重的总配合力效应的相关系数分别为 0.726^{**}、0.573^{*}。地上部干重和根干重不仅超亲优势明显,而且在总配合力效应的相关性分析上也有显著性。由此,地上部干重和根干重在育种方面可为苗期

杂种优势性状的鉴定提供依据。

表 6 苗期较好性状与单株产量总配合力的相关系数

Table 6 Analysis of correlation of total combining ability between individual yield and better seedling characters	
性状 Character	与单株产量的总配合力效应 Effects of total combining ability of individual yield
地上部干重 Dry weight of overground weight	0.726 **
根干重 Dry weight of root	0.573 *

3 讨论与小结

育种的目的是通过不同亲本间的杂交,选育出在综合性状上能优于其亲本或优良性状能够互补的杂交组合。对 11 个性状杂种优势的表现研究表明:它们的杂种优势是普遍存在的,但程度和方向各异。性状不同杂种优势表现也不同。尤其突出的性状是地上部干重和根干重。单株产量方面的超亲优势也较为明显,通过与地上部干重、根干重这 2 个较优指标之间相互协调来着重选育后代,提高杂种优势育种的效率。通过子代组合的超亲优势分析得出:子代的杂种优势明显,特别是 R21、R14 的植株性状超亲优势强,是选育产量高、品质好的优良组合。说明利用杂种一代可显著提高辣椒产量,这与前人研究结果相一致。

相关性分析中,植株性状如 50 d 的株高、生长率、50 d 的叶数、侧根数、地上部鲜重、地上部干重、根干重

等对产量有一定影响。地上部干重、根干重不仅超亲优势明显, 而且与单株产量间的相关系数也较大, 分别达到0.517^{**}、0.505^{**}。

亲本选配是杂交育种中十分重要的一个环节, 而配合力是亲本配制杂交种的一种潜在能力。在常规育种中, 双亲一般配合力高, 不一定产生特殊配合力也较大的杂交组合。双亲一般配合力较高, 特殊配合力也较高, 选出高产组合的可能性就越大。仅由一般或特殊配合力之一是无法决定组合是否高产, 分析结果与张淑霞等人一致^[12]。所以应综合一般配合力和特殊配合力效应, 即总配合力, 来较好的反映杂交组合的优势强弱。由此, 筛选出了4个优良组合: R21、R14、R13、R10。因此, 亲本选配时, 在选择优良农艺性状的基础上, 还需对材料进行配合力的测定, 尽可能使亲本配合力性状间互补, 在配制较优杂交组合时既综合了优良的性状, 又发挥了配合力的作用。

参考文献

[1] 陈蕊红. 辣椒杂种优势及其亲本选配的研究[D]. 西北农林科技大

学, 2003.
[2] 王永元, 王鸣. 杂种优势早期预测研究现状[J]. 中国农业通报, 1997, 13(5): 45-46.
[3] 杜希。克。艾蒙, 舒拉。艾蒙。阿。凯希利拉。克。毕。通过辣椒苗期性状预测杂种优势和配合力[J]. 中国辣椒, 2002(2): 43-44.
[4] 邹学校. 中国辣椒[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
[5] 温玲. 杂种优势早期预测研究进展[J]. 北方园艺, 2003(6): 39-40.
[6] 陈桂英, 刘汉宇, 李尽朝. 辣椒杂种优势利用的研究进展[J]. 内蒙古农业科技, 2003(6): 30-32.
[7] 姚国才, 姚金保, 杨学明, 等. 江淮下游地区小麦主要农艺性状的配合力及遗传力分析[J]. 南京农专学报, 2001, 17(3): 9-16.
[8] 高艳平, 杨桦, 顾恒琴, 等. 5个辽棉品种主要农艺性状配合力测试与遗传力分析[J]. 辽宁农业科学, 2004(5): 46-47.
[9] 赵景云, 王平, 吴志刚, 等. 色素万寿菊主要数量性状的配合力分析[J]. 北方园艺, 2007(8): 114-115.
[10] 刘政国. 苦瓜产量杂种优势与配合力研究[J]. 广西农业生物科学, 2002, 21(4): 238-241.
[11] 王大春, 张宝石, 薛玉梅. 11个玉米自交系主要性状的配合力分析[J]. 玉米科学, 2006, 14(4): 64-69.
[12] 张淑霞, 崔健, 宋云云, 等. 配合力在作物育种上的应用[J]. 现代农业科技, 2007(11): 94-95.

Analysis of Heterosis Forecast and Correlation and Combining Ability on Seedling Characters of Pepper

HOU Jin-zhu¹, WANG Lan-lan²

(1. Department of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Vegetable Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Analysis of heterosis, correlation and combining ability of eleven characters in sixteen hybrids was carried followed a 4×4 uncomplete diallele crossing, which included four female parents and four male parents. The results showed that: Give emphasis to R21 and R14 combinations, which had good performance in the seedling characters; eleven characters had heterosis in certain degree. Dry weight of overground part and root, which could be considered as forecast guideline of seedling heterosis, had high over super-parents heterosis. There were normally significant correlations between individual yield and ten characters. There were extremely significant correlations except for stem diameter, the ratio of weekly leaf yield, fresh weight of root. They had high correlation coefficients between individual yield and dry weight of overground part and that of root, which arrived at 0.517^{**}, 0.505^{**} respectively. The analysis of combining ability showed that there were R21, R14, R13, R10 combinations with good total combining ability that could be used in cross-breeding. Each of R1, R6 had good performance in general combining ability that could be considered as excellent parents in cross-breeding.

Key words: Pepper; Forecast; Heterosis; Correlation; Combining ability