

一种提高作物产量杂种优势的亲本选配方法——以棉花为例

潘春桂 (安徽省东至县种子管理站, 安徽东至 247210)

摘要 [目的]研究棉花双亲间一些产量性状的差异与杂种一代产量中亲优势的变异性。[方法]采用半双列杂交方法配制36个组合,按照随机区组方法进行设计。[结果]双亲铃重均匀度和单株成铃数是棉花产量杂种优势变化的敏感性状,提高全株铃重均匀度的双亲差异或减小单株成铃数的双亲差异,均可使产量中亲优势变异加大。[结论]该研究为选育产量强优或超强优杂种一代提供理论依据。

关键词 中亲优势;变异性;铃重均匀度;单株成铃数;敏感性状

中图分类号 S562 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)07-0028-02

A Parent Selection Method to Improve Crop Yield Heterosis—Taking Cotton for Example

PAN Chun-gui (Seed Management Stations of Dongzhi County, Dongzhi, Anhui 247210)

Abstract [Objective] To study difference of some yield characters of cotton between parents and yield mid-parent heterosis variability of first generation of hybrid. [Method] By adopting the method of half diallel cross 36 combination were prepared, and the experiment was carried out in accordance with the method of randomized block design. [Result] Boll weight evenness of parents and the bell number per plant was the sensitive characters of cotton yield heterosis change. Improving parents differences of the whole boll weight evenness or reducing parents differences of the bell number per plant could make yield mid-parent heterosis variation increase. [Conclusion] The study provides theoretical basis for breeding first generation of hybrid with strong optimal or super optimal yield.

Key words Mid-parent heterosis; Variation; Boll weight evenness; The bell number per plant; Sensitive character

对作物杂种优势的遗传研究已有很多报道,棉花产量中亲优势与特殊配合力显著相关,棉花产量与单株成铃数呈显著的显性效应相关,与单铃重也呈显性相关^[1-2],但有研究未得出与其一致的结论^[3]。由于试验材料与栽培环境的不同,关于作物产量杂种优势的遗传机制研究结果存在一定差异。因此大量配制杂交组合及后代多环境广泛测试仍是选育强优杂种一代的必要手段,这也使预测作物产量杂种优势显得十分必要。

基于性状变量构成的多维空间的主成分分析和SSR扩增结果计算的遗传距离大多数报道均不支持遗传距离与杂种优势存在直线相关的结论^[4]。由于主成分分析目的是在减少维数的空间中计算空间距离,因此初始性状变量的选取对最终确立的主轴影响较大,一些与产量无关或相关性较小的性状变量可能干扰遗传距离与杂种优势的相关性。分子标记遗传距离用于杂种优势预测也受到很多因素影响,预测不理想的原因^[5]:所选分子标记估计的杂合性与影响某一性状QTL的杂合性没有足够的相关性;所选择的参考性状QTL的杂合性与杂种优势相关性不密切;由于上位性的作用,增加标记的数目可能不能增加上述相关性,应寻找与研究性状有紧密连锁的标记位点,因此不同的试验材料、试验设计和分子标记,所得出的结论存在较大差异,可见目前预测作物产量的杂种优势还面临许多尚未解决的问题,离实际应用相距较远。杂交后代系谱选择、系统育种、诱变育种等常规育种手段均创造或利用遗传变异,经过后代不断选择,获得产量等性状的遗传进展。因此,遗传进展的大小和初始变异的广泛程度相依存,可以利用相同的原理,利用某种指示性状选配双亲,使杂种优势大小分布区间大幅度扩大,从而选育出强优或超强优杂种一代。基于以上设想,笔者对棉花一些

产量性状的双亲差异与杂种一代产量中亲优势变异进行相关性分析,以期对棉花或其他作物高效利用杂种优势提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 数据来源于已发表文献[6],选用9个陆地棉品种,其中7个为转基因抗虫棉品种,2个为非转基因常规品种。

1.2 试验方法 采用半双列杂交方法配制36个组合,亲本和组合共45个构成不同处理,田间按照随机区组方法进行设计,重复2次。2003和2004年分别在浙江萧山棉花繁育基地进行试验,小区面积20 m²,按照当地一般性方法进行管理。小区实测产量,9月15日对各小区进行常规调查,并随机选取50个棉铃室内考查铃重和衣分。

采用2年平均值作为分析对象。并引入2个新的性状,即平均铃重与铃重均匀度,平均铃重为单位面积籽棉产量与单位面积总铃数比值,铃重均匀度为平均铃重与中部取样铃重比值,产量杂种一代中亲优势为产量杂种一代值与中亲值之比。各品种产量性状见表1,各组合皮棉产量中亲优势见表2。

2 结果与分析

以各组合产量中亲优势离均差绝对值表示其变异程度,以各组合双亲大亲本值与小亲本值之比表示有关性状的亲本间差异性,各组合有关变量的群体分布参数见表3。对表3各个变量进行相关性分析,结果见表4。预先对各组合双亲大亲本值与小亲本值之比与组合产量的中亲优势进行相关分析,所涉及的性状包括皮棉产量、单株成铃数、中部铃重、平均铃重、铃重均匀度、衣度,均无显著相关性。

对各性状双亲大亲本值与小亲本值之比与相应组合皮棉产量中亲优势离均差绝对值进行逐步回归分析,逐步增加变量,偏相关临界显著度取 $P < 0.05$,最后确立了铃重均匀度及单株成铃数的亲本值之比是2个影响显著的变量,偏相关系数分别为0.637 0**及-0.582 6**,复相关系数为0.699 3**。

作者简介 潘春桂(1962—),男,安徽枞阳人,高级农艺师,从事作物种子技术研究。

收稿日期 2017-01-06

表 1 各品种产量性状
Table 1 Yield characters of each variety

序号 No.	品种 Variety	皮棉产量 Lint yield kg/hm ²	单株成铃数 The bell number per plant// 个	中部铃重 Boll weight of central// g	平均铃重 The average boll weight// g	铃重均匀度 Boll weight uniformity	衣分 Lint %
1	春矮早	1 923.8	30.25	3.70	2.91	0.786	40.99
2	抗虫春矮早	1 871.6	27.80	4.25	3.03	0.714	41.46
3	33B	2 120.0	33.45	4.01	3.08	0.768	38.65
4	32B	2 173.3	30.70	4.05	3.76	0.928	35.21
5	GK321	920.3	21.00	3.93	2.21	0.562	36.97
6	GK22	2 082.8	33.50	4.04	3.29	0.814	35.49
7	邯 109	1 738.5	24.40	4.36	3.82	0.876	34.98
8	浙 905	2 251.3	35.45	4.27	3.21	0.751	37.00
9	TM-1	1 487.3	21.25	4.14	3.83	0.925	34.20

表 2 各组合皮棉产量中亲优势
Table 2 Lint yield advantage of each combination

组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis	组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis	组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis	组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis	组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis	组合 Combination	中亲优势 Mid-parent heterosis
1×2	1.237	1×8	0.985	2×7	1.242	3×7	0.916	4×8	0.923	6×7	1.118
1×3	1.060	1×9	1.196	2×8	1.139	3×8	0.835	4×9	1.176	6×8	0.846
1×4	0.867	2×3	1.054	2×9	1.021	3×9	1.038	5×6	1.108	6×9	1.090
1×5	1.460	2×4	1.097	3×4	0.825	4×5	1.257	5×7	1.452	7×8	1.206
1×6	1.120	2×5	0.959	3×5	1.311	4×6	0.943	5×8	1.232	7×9	0.854
1×7	1.154	2×6	1.081	3×6	0.822	4×7	1.018	5×9	1.813	8×9	1.130

表 3 各组合有关变量的群体分布参数
Table 3 The population distribution parameters of the relevant variables of each combination

项目 Items	分布范围 Distribution range	平均值 average	标准差 Standard deviation
各组合产量中亲优势离均差绝对值 The absolute value of the divided difference of yield mid-parent heterosis	0.002 ~ 0.740	0.148 2	0.142 5
各组合双亲大亲本值与小亲本值之比 The ratio of great parents value and small parents vriousalue in various combinations	皮棉产量	1.017 ~ 2.416	1.390 0
	单株成铃数	1.000 ~ 1.680	1.275 8
	中部铃重	1.000 ~ 1.178	1.058 6
	平均铃重	1.004 ~ 1.731	1.229 1
	铃重均匀度	1.000 ~ 1.640	1.199 1
	衣分	1.000 ~ 1.212	1.086 0

表 4 各变量的相关系数
Table 4 Correlation coefficient of each variable

项目 Items	各组合双亲大亲本值与小亲本值之比 The ratio of great parents value and small parents vriousalue in various combination					
	皮棉产量 Lint yield	单株成铃数 The bell number of per plant	中部取样铃重 Boll weight of centra	平均铃重 The average boll weight	铃重均匀度 Boll weight uniformity	衣分 Lint
各组合皮棉产量中亲优势离均差绝对值 The absolute value of the divided difference of yield mid-parent heterosis	0.152 7	-0.374 7 *	-0.033 0	0.445 5 **	0.476 1 **	-0.115 1
各组合双亲大亲本值与小亲本值之比 The ratio of great parents value and small parents vriousalue in various combinations	皮棉产量	0.659 0 **	-0.090 2	0.707 4 **	0.721 0 **	-0.239 6
	单株成铃		-0.160 3	0.251 5	0.253 8	-0.163 6
	中部取样铃重			0.070 3	-0.130 4	0.105 1
	平均铃重				0.933 3 **	0.117 4
	铃重均匀度					0.029 7
	衣分					

注：*、** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著相关
Note: *, ** stand for significant correlation at 0.05 and 0.01 level

如果未引入铃重均匀度,则单株成铃数和平均铃重的亲本值之比是 2 个影响显著的变量(偏相关系数未列出)。结果显

示当双亲单株成铃数差异较小或铃重均匀度差异较大时,杂

(下转第 99 页)

- 分析与比较[J]. 水产学报, 2013, 37(5): 768 – 776.
- [5] 唐雪, 徐钢春, 徐跑, 等. 野生与养殖刀鲚肌肉营养成分的比较分析[J]. 动物营养学报, 2011, 23(3): 514 – 520.
- [6] 俞寅寅, 周健博, 张玉明, 等. 野生与养殖光唇鱼肌肉营养组成与评价[J]. 水产科学, 2012, 31(4): 207 – 210.
- [7] 袁立强, 马旭洲, 王武, 等. 饲料脂肪水平对瓦氏黄颡鱼生长和鱼体色的影响[J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(5): 577 – 584.
- [8] 黄峰, 严安生, 熊传喜, 等. 黄颡鱼的含肉率及鱼肉营养评价[J]. 淡水渔业, 1999, 29(10): 3 – 6.
- [9] PELLET P L, YOUNG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: United National University Press, 1980: 26 – 29.
- [10] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991.
- [11] 张凤枰, 宋军, 张瑞, 等. 养殖南方大口鲶肌肉营养成分分析和品质评价[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 274 – 278.
- [12] 曹静, 张凤枰, 宋军, 等. 养殖和野生长吻鮠肌肉营养成分比较分析[J]. 食品科学, 2015, 36(2): 126 – 131.
- [13] 缪凌鸿, 刘波, 何杰, 等. 吉富罗非鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(5): 635 – 641.
- [14] 邹礼根, 冯晓宇, 王宇希, 等. 杂交鳢(斑鳢♀ × 乌鳢♂)与乌鳢肌肉品质比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(2): 303 – 307.
- [15] 谭德清, 王剑伟, 但胜国, 等. 厚颌鲂含肉率及生化成分的分析[J]. 水生生物学报, 2004, 28(1): 17 – 22.
- [16] 张宪中, 戈贤平. 泰国笋壳鱼肌肉营养品质的评价[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2006, 25(1): 23 – 27, 49.
- [17] WATANABE T. Lipid nutrition in fish[J]. Comparative biochemistry and physiology Part B: Comparative biochemistry, 1982, 73(1): 3 – 15.
- [18] DANIELS W H, ROBINSON E H. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) [J]. Aquaculture, 1986, 53(3/4): 243 – 252.
- [19] CHO S H, LEE S M, LEE S M, et al. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and temperature conditions[J]. Aquaculture nutrition, 2005, 11(4): 235 – 240.
- [20] 丁月, 陶宁萍, 魏志宇, 等. 养殖博氏(鱼芒)肉营养成分的分析及评价[J]. 水产学报, 2015, 35(12): 1857 – 1864.
- [21] 马旭洲, 温旭, 王武. 野生与人工养殖瓦氏黄颡鱼肌肉营养成分及品质评价[J]. 安徽农业大学学报, 2016, 43(1): 26 – 31.
- [22] 王伟, 陈立侨, 顾志敏, 等. 六个群体翘嘴红鲌肌肉生化组成的比较[J]. 水产学报, 2007, 31(S1): 92 – 99.
- [23] 袁立强, 李伟纯, 马旭洲, 等. 瓦氏黄颡鱼肌肉营养成分的分析和评价[J]. 大连水产学院学报, 2008, 23(5): 391 – 396.
- [24] 陈锦云, 曹振东, 谢小军. 温度对瓦氏黄颡鱼幼鱼静止代谢的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2003, 28(4): 618 – 621.

(上接第 29 页)

种一代皮棉产量中亲优势倾向取较大值或较小值, 相反后者倾向取值大小聚集于平均值附近。从分子角度看, 杂种一代与单株成铃数有关的基因位点同质性较高或与铃重均匀度有关的基因位点杂合度较高时, 皮棉产量中亲优势变异性较大。这表明上位性效应对杂种优势有显著影响, 铃重均匀度和单株成铃数是与杂种优势有关的敏感性状, 而相关的基因位点是敏感位点, 这为从分子角度进一步研究棉花杂种优势提供了切入点。研究表明, 棉花衣分的中亲优势较小, 而且单株成铃数与平均铃重中亲优势存在负相关^[3,6], 容易从数学上得出, 在绝大多数情况下, 棉花皮棉产量中亲优势与单株成铃数和平均铃重中亲优势之和近似相等或高度相关。但以往很多报道都未发现二者的相关性, 原因除试验误差外, 最主要是将中部铃重代替了平均铃重, 可见中部铃重作为棉花皮棉产量构成因子是不严谨的, 中部铃重仅为棉花营养生长和生殖生长较为协调、外部光温条件最优时段的铃重, 它与构成产量因子的平均铃重相关性很小或无相关性, 铃重均匀度与全株铃重相对于中部铃重平均减小幅度有关, 比平均铃重包括更多确定的遗传信息, 它与棉花根系功能、植株叶片大小、果枝、果节长短等构成的群体光照结构、早熟性、成铃快慢、后期早衰程度、抗逆性等方面有关。因此, 在棉花产量遗传研究中, 引入此性状极其必要, 而且其他作物也存在类似性状, 如水稻稻穗一次枝梗与二次枝梗粒重亦存在差异。水稻单位面积穗数和结实率对穗粒重杂种优势贡献较大, 与结实率相比, 粒重均匀度形成时期更长, 与之相关的水稻生理特性更多, 包括剑叶功能期长短、碳水化合物的转运、根系后期功能等方面。粒重均匀度可能比结实率有更为重要的研究意义。可见, 应重视铃重均匀度、粒重均匀度及其他作物类似性状在品种资源收集、评价及利用中的重要意义和价值。另外, 双亲结铃性相近且均较强时, 杂种一代产量中亲优势反而显著减小, 这可能与杂种一代结铃性增加、空间变小有关。

3 结论与讨论

截至目前, 作物杂种优势的预测尚未在生产实践中利用, 应用该研究结果, 可以寻找与杂种优势有敏感关系的性状或基因位点, 采用适当的方法, 使杂种一代产量中亲优势大小分布在更宽的区间, 从而选育出强优或超强优杂种一代。如可以适当增加棉花亲本群体铃重均匀度的分布范围或变异度, 或者采用不完全双列杂交等方法, 扩大组间铃重均匀度差异, 均可以使杂种一代产量中亲优势广泛变异。由于生产上关注竞争优势, 对棉花双亲的单株成铃性差异可适当放宽。就该试验而言, 假定首先去除 2 个结铃低于最大值 65% 的亲本, 然后按铃重均匀度亲本值之比大于 1.1 配制组合, 符合条件的有 11 个组合, 可见刘芦苇^[6]配制的 36 个组合中产量竞争优势前 3 位都包括在其中, 但工作量减少了 70%。再引入一个实例, 仍按上述方法, 去除 3 个结铃很差的亲本, 配制 8 个杂交组合, 余丽霞^[3]配制的 26 个组合中 2 个竞争优势最强的杂种一代已包含在上述 8 个组合中, 工作量减少了 70%。最重要的是可以利用现有品种资源, 利用此原理更多更快地获得强优和超强优杂种一代。

该研究分析是 2 年平均值, 虽未基于任何遗传模型, 计算方法也较为简单, 但不影响结论可靠性和适用性。在不同的栽培环境下, 如在早熟或特早熟棉区, 结论是否完全相同, 所涉及的原理是否适用, 有待进一步验证。

参考文献

- [1] 杨代刚, 马雄风, 周晓箭, 等. 陆地棉配合力与杂种优势、遗传距离的相关性分析[J]. 棉花学报, 2012, 24(3): 191 – 198.
- [2] 邢朝柱, 喻树迅, 郭立平, 等. 不同生态环境下陆地棉转基因抗虫杂交棉遗传效应及杂种优势分析[J]. 中国农业科学, 2007, 40(5): 1056 – 1063.
- [3] 余丽霞. 陆地棉主要经济性状的遗传及杂种优势研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2005.
- [4] 应雯. 水稻 SSR 分子标记遗传距离与产量杂种优势相关性研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2009.
- [5] 张义荣, 姚颖垠, 彭惠茹, 等. 植物杂种优势形成的分子遗传机理研究进展[J]. 自然科学进展, 2009, 19(7): 697 – 703.
- [6] 刘芦苇. 转基因抗虫棉主要经济性状的遗传效应及其杂种优势的分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.