

距离分析的回顾与展望

王玉兰 王逸群 赵仁贵 牟 琪*

(吉林农业大学, 长春 130118)

提 要 本文回顾了距离分析的发展简史,剖析了遗传距离的不同计算方法,阐述了距离分析不仅在理论上具有重要意义,而且在作物遗传育种的实践上有着广泛的应用,论述了遗传距离的稳定性,对距离分析的进一步完善进行了展望,并对今后在这一领域的研究工作提出了建议。

关键词 遗传距离;马氏距离;基因型;相关阵;杂种优势;特殊配合力

1 距离分析的历史

早在1936年, Mahalanobis 就提出了广义距离 (generalized distance), 进行数量性状多维指标的研究。Rao 于1952年提出经枢轴凝聚转换进行距离分析, 开辟了距离分析在生物研究中的应用途径, 后来许多学者以植物品种间遗传距离表示其间的综合遗传差距, 并作为亲本选配和组合预测的依据, 例如, 澳大利亚学者 Bhatt (1970) 提出采用多元统计分析的方法, 研究植物亲本间遗传距离的大小, 以指导育种中的亲本选配。北京师范大学刘来福教授 (1979) 在国内首次提出“遗传距离”的概念并给出了植物数量性状遗传距离的测定方法, 他指出: 所谓数量性状的遗传距离是指由于基因型值的不同而产生的差异的一种度量, 从某种意义上讲它反映了基于若干个数量性状而产生的遗传差异。其后, 我国许多学者在研究遗传距离方面做了大量工作, 如毛盛贤等以冬小麦为研究材料, 研究其遗传距离, 并在作物育种实践中加以应用; 徐静斐等以水稻为研究材料, 探讨应用遗传距离预测杂种优势的可能性和实用价值。

2 计算遗传距离的不同方法

遗传距离 (genetic divergence), 自从提出这个概念起, 就对其计算方法进行了大量的研究, 许多学者提出了不同的计算方法, Rao 采用枢轴凝聚转换法, 刘来福教授采用马氏距离法, 郭平仲教授采用欧氏距离法, 杨德提出了典范遗传距离, 何中虎提出加权遗传距离等。具体估算过程详见表1。

表1 遗传距离估算过程

设计者	设计时间(年)	原始矩阵	转 换	距离种类
Rao	1952	机误协方差阵	枢轴凝聚法	马氏距离
刘来福	1979	基因型相关阵	主成分法	马氏距离
郭平仲	1989	表现型相关阵	主成分法	欧氏距离
杨 德	1983	相关遗传力阵	典范相关法	典范遗传距离
何中虎	1992	经验权重均值	加权法	加权遗传距离

3 距离分析的成就

3.1 研究亲本选配和亲本分类

众所周知,合理地选配亲本是杂交育种过程中的关键措施之一。由于育种过程中所遇到的主要性状多数是数量性状,受环境影响较大,特别是性状间彼此常有不同程度的相关。因此,通过独立地考虑每个性状来选配亲本有时不一定能够得到令人满意的效果,而遗传距离则可作为育种工作中亲本选配时的一个参数。

距离分析应用于育种研究,国外已有近 30 年的历史,先后应用于 20 多种栽培作物、蔬菜及其它经济作物。国内自 1979 年开始,应用在水稻、冬小麦、春小麦、大豆、甜菜、甘蔗、棉花、爆玉米、向日葵等大田作物和经济作物上。

研究品种分类,为亲本选配提供理论根据。有代表性的研究是 Bhatt 对小麦遗传差异的研究,Bhatt(1970)以选自不同地区的 40 个小麦品种为材料,调查了子粒产量、抽穗期、株高、单株分蘖、单珠子粒产量和百粒重 6 个性状。通过计算遗传距离,并配合聚类分析法,将 40 个来自不同地区的基因型归入 12 个类群。发现不同地区的材料可归入同一类群,而同一地区的材料可以归入不同的类群,所以他提出地理差异并不代表遗传差异。现代的种质变换和人工选择,会使不同地区材料可能具有同一遗传基础,而同一地区的材料由于选择等原因,可能具有较大的遗传差异。这个结论和后来许多学者研究的结果相一致。

Bhatt(1973)利用遗传距离对亲本选配的方法与其它的亲本选配方法进行比较,研究结果表明,根据遗传距离大小进行亲本选配是十分有效的方法。这个结论和我国学者的研究结果相吻合。

3.2 预测杂种优势

S.Ramanujam(1974)以菜豆属的一种豆(mung bean)为材料,研究遗传距离与杂种优势的关系。结果表明,遗传距离较大的,杂种优势一般较大。

李成荃(1979)的研究结果认为,水稻遗传距离与相对优势的相关系数为 $r = 0.7107^*$;明宗莉(1987)的研究结果认为,向日葵遗传距离与杂种优势为 $\hat{y} = -12.54 + 5.55X$;龙漫远(1987)、郭平仲(1989)、张爱民(1985)、王玉兰(1994)等研究结果表明,两者间回归关系的通式为: $Y = aX^2 + bX + c$;杨明(1996)研究结果认为, $Y = aX^b e^{cx}$ 。

综上所述,关于对遗传距离与产量杂种优势的关系,学术界尚未取得一致意见,有相关和无关之说,曲线相关和直线相关之争。但在一定范围内,双亲之间的遗传距离越大,杂种优势也越大,超过这个范围,又会降低杂种优势。这一点与大多数学者研究结论相一致,国外一些研究文献中也有相同的报道。

3.3 研究环境分类

Abon E. Eittouh H. A. Rawlings J. O. 和 Miller P. A. 利用互作效应研究区域的相似性。共研究美国棉花带 39 个地点,通过计算遗传距离和聚类分析,结果将 39 个地点归入 5 个组。根据试验结果,他们指出了品种的适应区域,并提出了修改原来棉花区域试验的区域划分方案。

Compbell L. G. 和 Laferer H. N. (1980)直接利用每个地点的 n 个品种产量作为 n 维向量来代表每个地点,计算地点间的相关系数,进行聚类分析。Lin C. S. 和 Thompsou B. 则把回归方法和聚类分析方法结合起来,了解基因型之间对环境反应的相似程度。他们提出一种度量基因型对环境反应的异质性指数,并以这个指数作为分类指标进行聚类分析。

3.4 遗传距离和特殊配合力的关系

龙漫远(1987)以21个玉米自交系和按 15×6 不完全双列杂交设计配制的90个单交种为材料,对遗传距离和特殊配合力关系进行了研究。结果表明两者呈抛物线回归关系,方程为: $\hat{y} = -15.0206 + 1.8514X - 0.0452X^2$ 。同时他还指出,运用这种回归关系,可以在一定程度上用遗传距离预测杂交组合产量特殊配合力的大小,改变了过去在 F_1 产量试验前对产量的特殊配合力毫无所知的情况,增加了组配组合的预见性。

4 遗传距离的稳定性

遗传距离的概念及其估算方法提出后,国内外学者将其广泛用于研究育种材料的分类、亲本的选择、杂种优势预测等各个方面。随着遗传距离的研究应用,人们提出了遗传差异参数的稳定性问题,许多学者作了大量的研究工作。

4.1 遗传距离在年份间的稳定性

根据遗传距离进行亲本选配和杂种优势预测,遗传距离在年份间稳定性影响着所选组合的好坏和预测准确率的高低。

张爱民(1984,1985)的研究结果表明,两年间遗传距离的相关系数 $r = 0.6534^{**}$;吴建宇的研究结果是在同一生态条件下,不同年份的遗传距离是稳定的;郭平仲(1989)的研究结果认为,两年间遗传距离的相关系数 $r = 0.578^{**}$ 。

4.2 不同环境条件下类群组成的稳定性

Murty等以亚麻为材料,研究类群组成在同一地点不同年份的变化。结果表明,同一套供试材料,在同一地点不同年份的类群组成是比较一致的。Bhatt(1976)以小麦为研究材料,也得出相同的结论。反之,类群在年份、地点等不同环境条件下不够稳定的结果也有些报道,如中国农业科学院作物栽培育种研究所曾启明等,在1978~1982年以北部冬麦区45~59个常用小麦亲本为材料,研究结果发现年度间聚类结果不稳定。

Singh S. 和 Gupta P.K.(1979)以34个珍珠谷品系为材料,在施肥和不施肥两种人工环境条件下研究这些品系间的遗传差异,研究结果发现两种不同环境条件下品种间的遗传距离值大小与分类结果差异很大。Sing D. 和 Gupta P.K.(1984)、Jatasra 和 Paroda(1978,1983)都得到相似结论。

综上所述,不同环境条件下类群组成的研究结果很不一致,从已有的报道看,有两种观点:一种认为在不同环境条件下类群的组成较稳定,另一种认为不稳定。

4.3 不同方法的稳定性

郭平仲(1989)对遗传距离的不同估算方法之间的关系进行了研究,结果表明PCE(郭平仲建议的遗传距离估算法)与EPM(Rao设计的遗传距离估算法)之间相关系数 $r = 0.809^{**}$;PCE与GCM(刘来福提出的遗传距离估算法)之间 $r = 0.737^{**}$;EPM与GCM之间 $r = 0.55^{**}$ 。因而,遗传距离的不同计算方法之间存在着稳定性。

5 距离分析的展望

5.1 遗传距离应用中存在的问题

首先是性状的数量化。生物性状的数量化是利用数学工具解决问题的前提,但是目前这个问题还没有解决好,必须通过遗传研究的深入和调查手段的不断改进才能逐步解决。其次是性状的选择与调查,进行遗传距离的测定,调查什么性状,应根据实验目的而定,并不

是越多越好,选择合适的性状进行调查和测定,仍是需要进一步探讨的问题。第三是方法问题。遗传距离的测定,一般通过基因型相关阵(或表现型相关阵)进行,但实际计算中往往会遇到某些困难,如相关矩阵的不正定、相关系数大于1、特征根出现负值等。对于以上问题的正确解决,还需进一步加以研究,探索出解决问题的合理方法。

5.2 遗传距离与杂种优势的关系问题

对于这个问题,通过科学家们的不断努力,一定能对两者的回归关系得出正确结论,从而运用这种关系预测杂种优势,为正确筛选亲本,实现育种目标,提供正确的理论指导。

参 考 文 献

- 1 郭平仲等.距离分析方法与杂种优势.遗传学报,1989,16(2):97-104
- 2 龙漫远.玉米遗传距离测量方法及其与产量的杂种优势和特殊配合力的关系.作物学报,1987,13(2):193-199
- 3 王玉兰等.爆裂玉米距离分析与杂种优势.作物学报,1994,20(2):223-227
- 4 刘来福.作物数量性状的遗传距离及其测定.遗传学报,1979,6(3):349-355
- 5 陈洪文等.春小麦品种数量性状遗传距离的测定及其系谱分析.遗传,1985,1:7-10
- 6 汪茂华等.玉米自交系主成分分析及遗传距离测定研究初报.河南农业大学学报,1986,20(4):407-415
- 7 张爱民等.T型杂种小麦亲本数量性状遗传距离与杂种优势的关系.北京农业大学学报,1985,4:135-142
- 8 张爱民等.数量性状遗传距离的稳定性.北京农业大学学报,1987,13(1):37-38
- 9 武耀廷.小麦亲本间遗传距离与单株子粒产量杂种优势初步探讨.河南农业大学学报,1987,21(4):557-563
- 10 明宗莉等.向日葵数量性状遗传距离的测定及其应用.吉林农业大学学报,1987,9(3):14-18
- 11 刘垂环编.作物数量性状的多元遗传分析.农业出版社,1991
- 12 Arunachalm. Genetic distance in plant breeding. Indian J. Genetics, 1981, 41: 226-236
- 13 Bhatt G M. Comparison of various method of selecting parents for hybridization in common wheat. Aust. J. Agri. Res., 1973, 24: 457-464
- 14 Sigh K N. Genetic divergence in India mustard in sodic soil conditions. Indian J. Genetics, 1979, 39(3): 439-443
- 15 Rao C R. The use and interpretation of principal component analysis in applied research. Sankhya, 1964, 26: 329-358

(责任编辑:张 瑛)