

甜玉米距离分析、杂种优势 及特殊配合力的关系

王逸群 赵仁贵 王玉兰 牟琪

(吉林农业大学, 长春 130118)

(吉林省情报所, 长春 130021)

提 要 本试验根据 70 个甜玉米自交系数量性状的表现估算了它们之间的遗传距离, 又估算了由其中 42 个自交系间随机组配的 89 个杂交组合 F_1 代小区产量、含糖量的杂种优势。选用 8 份遗传差异较大的甜玉米自交系做亲本, 按 Griffing 方法 1 进行配制组合, 估算了青穗产量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量的配合力。并对 D 与 H_c 、 $S \cdot C \cdot A$ 进行回归分析, 其结果表明: F_1 代产量的对照优势与其双亲间的遗传距离呈显著的二次曲线关系, 而 F_1 代品质性状的对照优势与其双亲之间的遗传距离无确定性关系; 甜玉米自交系的遗传距离与产量的特殊配合力间呈五次曲线关系, 而遗传距离与品质性状的特殊配合力间无确定性关系; 在一定条件下, 数量性状遗传距离具有稳定性; 遗传距离具有特殊的生物学意义。因此, 可以根据亲本间数量性状的综合遗传差异——遗传距离预测甜玉米杂种一代的产量优势, 估算产量性状的特殊配合力。

关键词 甜玉米; 距离分析; 杂种优势; 特殊配合力

早在 1936 年, Mahalanobis 就提出了广义距离进行数量性状多维指标的研究。后来, 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。其后, 许多学者以品种间距离表示其间的综合遗传差异, 并作为亲本选配和组合预测的依据。1979 年北京师范大学刘来福提出遗传距离的概念并给出了作物数量性状遗传距离的测定方法, 而后我国许多学者在遗传距离的研究中做了大量工作, 取得了一定的进展。

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, 其实质是运用多元统计分析的方法, 计算出品种间的遗传差异。

本试验旨在估测甜玉米自交系的遗传距离, 应用具体的试验结果研究遗传距离与杂种优势之间、同特殊配合力之间的真实关系, 以及距离分析在不同环境条件下的稳定性, 探讨距离分析的生物学意义, 为吉林省甜玉米的亲本选配和杂种优势的预测提供依据, 并为进一步完善遗传距离在作物育种实践中的应用积累资料。

1 材料与方法

试验于 1994~1996 年在吉林农业大学试验站进行。1994 年与 1995 年按安全随机区组设计, 3 次重复, 种植 70 个甜玉米自交系。每小区随机取样 5 株考查 18 个性状。1994 年从 70 个自交系中随机选出 42 个自交系, 并在开花期前后, 由它们随机配制 89 个杂交组合。

1995 年将 89 个杂交组合的 F_1 代连同对照杂交种吉甜 3 号, 按随机区组设计, 2 次重复,

种植于田间,对 16 个性状进行考查。

1995 年在吉林农业大学试验田的亲本圃中选择遗传差异较大的甜玉米自交系 8 份,然后将这 8 份自交系按 Griffing 完全双列杂交遗传交配设计的方法 1 配制组合,当年收获试验材料 64 份。

1996 年将 64 份材料按随机区组试验设计播于吉林农业大学试验田,对 3 个性状进行考查。

2 结果与分析

2.1 方差分析

对所有 18 个性状进行时间裂区方差分析,以测验 1994 年和 1995 年甜玉米 70 个自交系各性状表现的同质性。结果表明,除株高的品种×年份互作均方显著外,各性状的年份间的品种×年份互作均方都不显著,而品种间均方都达到极显著水平。说明本试验中各性状的表现不因年份的变化而变化,2 年数据具有同质性,因而将 2 年资料予以合并,进行有关的统计分析。

2.2 计算遗传距离、进行聚类分析和对照优势的计算式

70 个自交系之间的遗传距离按郭平仲(1989 年)建议的最优方法估算。即先按 $X'_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_{ij})/S_j$ 公式将各自交系(i)、各性状(j)的表型平均值 X_{ij} 标准化,估算性状间相关系数矩阵 R,并按主成份分析法对 R 作独立性转换。再由转换后的新变量(主成份) $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$ 计算自交系 i 与 K 间的欧氏距离: $D_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (Y_{ij} - Y_{kj})^2}$ 。其中 X_j 是性状 j 所有自交系的总平均值, S_j 是该性状标准差。聚类分析采用类平均法,结果表明:70 个甜玉米自交系聚成 8 类,如果对每类各主要农艺性状的平均值作进一步深入分析则看出,这 8 个类群代表着甜玉米自交系的各种不同类型。说明本研究选用的亲本遗传基础丰富,通过植物育种方法选育优良自交系和杂交种的潜力较大。

虽然聚类分析结果可以反映亲本间的亲缘关系,但聚类分析在甜玉米杂种优势利用研究中的亲本选配上没有显著效果和应用价值。

89 个杂交组合的产量、含糖量的对照优势按 $Hc = \frac{F_1 - \overline{CK}}{\overline{CK}} \times 100$ 计算。

2.3 遗传距离与杂种优势的关系

为了确定遗传距离与杂种优势之间的关系,首先绘制散点图,再配合直线与各种曲线方程等数学模型。以亲本自交系间遗传距离为自变量,以相应杂种对照优势为依变量,进行曲线回归方程的拟合,其回归方程为:

$Hc = 34.724 - 17.717D + 3.1874D^2$

其通式为 $Hc = a + bD + cD^2$

经显著性测验表明:用这个二次曲线回归方程可以很恰当地描述甜玉米自交系间的遗传距离与相应杂交种产量对照优势之间的数量关系,在统计学上有实际意义,模型可信度高。

研究表明:在一定范围内,杂种优势随遗传距离增加而增加。遗传距离与品质性状对照优势间无确定性关系,因此不能用遗传距离预测杂种的品质优势。

2.4 遗传距离与特殊配合力的关系

按照黄金龙、孙其信等关于 Griffing 方法 1 的统计方法对特殊配合力进行测定,估算其效应值。研究表明:产量的特殊配合力与遗传距离间的回归关系以五次曲线回归方程拟合的效果为最好,其回归方程为:

$$S \cdot C \cdot A = -2\,010.7 + 3\,435.2D - 2\,234.6D^2 + 699.54D^3 - 106.02D^4 + 6.254\,6D^5$$

$$\text{其通式为: } S \cdot C \cdot A = a + bD + cD^2 + dD^3 + eD^4 + fD^5$$

根据研究,遗传距离与含糖量性状的特殊配合力之间无确定性关系,因此不能用遗传距离预测甜玉米含糖量性状的特殊配合力。

2.5 遗传距离稳定性分析

对两年遗传距离进行相关性分析,其结果为: $r = 0.532\,6^{**}$ 。经显著性检验,相关达到极显著水平,因此,在同一地区不同年份间遗传距离的估测值是稳定的。

对不同距离分析方法之间的关系进行研究,结果表明:PCE 与 GCM 之间相关系数 $r = 0.626^{**}$,PCE 与 HCCC 法间相关系数 $r = 0.566^{**}$ 。因此,不同方法估测的遗传距离,具有一定的稳定性。

2.6 距离分析的生物学意义

在一定程度上,遗传距离是品系相异程度的综合反应,不同于地理来源上的差异。

3 讨 论

3.1 遗传距离的数学意义及应用上的关键问题

遗传距离,就其数学意义而言,不过是某一个多空间内的几何距离。当用几何距离表达遗传差异时则该多空间的向量应能把生物遗传基础的主要属性反映完备,因此,必须解决好如下问题:

- ①性状的数量化问题;
- ②性状的选择与调查;
- ③数据的标准化;
- ④通过转换,使向量之间相互独立。

3.2 遗传距离的研究展望

遗传距离与杂种优势的关系是个很复杂的问题,除了影响遗传距离本身的因素外,还涉及到杂种优势的机制与表达以及 D 与 Hc 之间关系的形式问题。其内部机制涉及到有关位点的基因效应类型、增值基因与减值基因间的显隐性关系及有关的基因频率、基因上位互作的形式,尤其是与亲本适应性有关的特定上位基因组合、基因型—环境互作以及杂种基因体系的调控与表达等一系列重要问题,这些都有待于进一步广泛的研究探讨。因此,在下一步研究中,建议用细胞生物学和植物分子生物学手段进行深入研究。

4 结 论

从本文对甜玉米距离分析、杂种优势及特殊配合力关系的研究中,从所估测结果的分析及讨论中,得出以下结论:

①甜玉米亲本自交系的遗传距离与产量的杂种优势间呈二次曲线关系,其通式: $Hc = a + bD + cD^2$ 。

②应用亲本间的遗传距离可以有效地预测产量的杂种优势,但不能预测品质特性的杂种优势。

(下转第 26 页)

ries, Crop Science Society of America. 1992, 3~8

27 Thoymann et al., Use of RAPD and RFLP markers for germplasm evaluation. In: Application of RAPDs to plant breeding. Joint plant breeding symposia series. .Crop Science Society of America. 1992, 9~11

28 Thoymann C E, Ferreira M E, Camargo L E A, Tivang J G, Osborne T C. Comperison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species. Theor. Appl. Genet. 1994, 88, 973~980

29 Waugh and Powell, Useing RAPD markers for crop improvment. Trends Biotech. 1992, 10, 186~191

30 Welsh et al., Polymorphisms generated by arbitrarily primed PCR in the mouse; Application to strain identification and genetic map-ping. Nucleic Acids Res. 1991, 19, 303~306

31 Williams et al., DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 1990, 18, 6531~6535

32 Williams et al., Genetic analysis using RAPD markers. Methods Enzymol. 1992

33 Yu Kangfu and Pauls, Optimization of the PCR program for RAPD analysis. Nucl. Acids Res. 1992, 20, 2606

34 Yu and Pauls, Rapid estimation of genetic relatedness among heterogeneous populations of alfalfa by random amplification of bulked genomic DNA samples. Theor. Appl. Genet. 1993, 86, 788~794

35 刘新芝, 彭泽斌等. RAPD 在玉米类群划分研究中的应用. 中国农业科学, 1997, 3

Applications of Molecular Marker Techniques in
Plant Genetic Studies and Breeding

XIE Jun

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract The molecular markers of DNA-based polymorphism reveal the genetic variation at DNA level in laboratory, which have provided a powerful tool to genetic study. The purpose of this paper is to introduce the fundamentals of RFLP, RAPD techniques and their applications in plant breeding and genetic studies.

Key words Molecular markers, Plant, Genetic study, Breeding (责任编辑:任 禾)

(上接第 19 页)③根据甜玉米自交系的遗传距离所进行的聚类分析,虽然可以把亲缘关系较近的系统归为一类,但对于杂种优势预测和亲本选配的实际指导意义不大。

④研究遗传距离与产量杂种优势关系时,应用对照优势更有实际意义。

⑤甜玉米亲本自交系的遗传距离与产量特殊配合力间呈五次曲线关系,其通式为: $S \cdot C \cdot A = a + bD + cD^2 + dD^3 + eD^4 + fD^5$ 。

⑥在一定条件下,数量性状遗传距离具有稳定性。

⑦遗传距离具有特殊的生物学意义。

参 考 文 献

1 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

2 何中虎.距离分析方法在小麦亲本选配中的应用研究.作物学报,1992,18(5):359~365

3 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

4 何中虎等.距离分析的稳定性研究.北京农业大学学报,1988,14(4):380~386

5 吴建宇,任和平.玉米自交系遗传距离的稳定性分析.河南农业大学学报,1990,24(3):301~309

6 黄清阳等.玉米自交系间遗传距离与产量杂种优势、杂种产量的关系.遗传学报,1991,18(3):271~276

(责任编辑:张 瑛)