

玉米抗旱性的遗传和抗旱品种的性状选择

霍仕平 晏庆九 宋光英 许明陆

(四川省万县市农科所, 634006)

摘要 玉米抗旱性是受多基因控制的数量性状, 加性效应是该性状遗传变异的主要来源。在干旱条件下, 通过对与玉米抗旱性有关的形态、开花性状和产量构成性状的直接或间接选择, 并进行综合评判, 便可选育出既高产又抗旱的玉米品种。

关键词 玉米 抗旱品种 品种选育

玉米是旱地作物中需水量最大, 对水份胁迫很敏感的作物之一。因此, 干旱是影响玉米产量的重要原因。近半个世纪以来, 各国玉米育种家为了寻求提高玉米抗旱性的途径, 对玉米抗旱性的遗传规律、抗旱品种的性状表现和性状间的相关性进行了很多研究, 试图通过遗传改良来提高玉米品种对干旱的承受能力, 并取得了初步成功。本文根据有关资料对玉米抗旱性的遗传和抗旱品种的性状选择进行了评述。

1 抗旱性的遗传

Trapani 等研究发现, 玉米基因型间存在着广泛的抗旱遗传变异, 他们指出与抗旱性有关的性状在很大程度上受加性基因效应的影响。Guei 等^[5]研究了 2 个优良玉米群体在干旱和无干旱条件下, 单株果穗数、播种至 50% 散粉、播种至 50% 抽丝的时间、散粉至抽丝的间隔时间(ASI)的遗传行为。结果表明, 所有性状的加性方差比显性方差更重要, 在干旱环境下加性基因的作用更大, 这些性状显性与加性遗传方差估计值之比都小于 0.50, 表明加性效应是这些性状遗传变异的主要原因。Guei 等还指出, 产量及与产量有关的 ASI 性状有最大的遗传变异系数, 这与 Edmeades 等早先关于 ASI 和果穗生物量的株间变异很大的研究结果是一致的。Bolanos 等^[8]研究了经 8 轮抗旱性全同胞轮回选择后的“Tuxpeno Sequia”玉米群体 ASI 的遗传变

异, 同样发现在开花期遇干旱, ASI 的遗传变异能充分地表现出来。Edmeades 等^[10]在最近的报道中指出, ASI 是一个高度遗传的性状。这些结果说明玉米的抗旱性是受多基因控制的性状, 在遗传行为上主要表现为加性效应。

Ivancic 等对试验室内快速干旱胁迫下的玉米幼苗叶片和大田旱作条件下的花期叶片中的 ABA(脱落酸)合成进行遗传分析。结果表明干旱胁迫促使 ABA 合成增加, F_1 代低 ABA 含量表现为部分显性, 控制 ABA 合成的基因间存在非等位基因互作效应, ABA 含量的遗传可能存在超亲现象。李霞等^[2]在水分胁迫对抗旱性不同的冬小麦品种叶片蛋白质影响的比较研究中推测, ABA 可能是植物出现水分亏缺的一种化学信号, 这一信号传递并启动了基因表达产生特异的干旱适应蛋白质, 在正常供水情况下, 这些基因不转录, 翻译成蛋白质。说明在干旱条件下, 植物体内某些物质的合成和分解作用是受基因支配的。换句话说, 植物体内有抗旱基因存在, 抗旱性是可以遗传的。在育种上通过定向选择, 积累有效的抗旱基因频率, 培育出抗旱的玉米品种或材料是可以获得成功的。

2 抗旱品种的性状选择

2.1 产量性状的选择

玉米受到干旱胁迫后的明显表现是籽粒

产量显著降低。所以,许多学者便以玉米在干旱胁迫下的减产程度(与无干旱条件下的产量相比)和产量构成性状的稳定性作为玉米抗旱性强弱的指标。Du Plessis 等(1967)⁽⁹⁾的研究结果表明,玉米开花期遇干旱,散粉至抽丝的间隔时间(ASI)延长,当 ASI 由 0 增至 28 天时,籽粒产量降低 82%。Under-sander 的研究结果表明,在干旱条件下,粒重对产量的贡献不显著,穗粒数与产量呈显著正相关。Hall 等, Dow 等和 GrantBad⁽¹²⁾研究发现,玉米开花期遇干旱,单株粒数减少,籽粒产量随之降低,这与 Herrero 等⁽¹⁴⁾和 Boyle 等的研究结果是一致的,并得到 West-gate 等的研究结果所证实。Fischer 等⁽⁶⁾研究指出,在干旱和高密度下,玉米雌雄间隔时间会增加,多穗(双穗)品种具有较好的耐密植性,能增强玉米自我调节适应不良环境(包括干旱)的能力,他们强调在干旱和非干旱条件下反复鉴定产量的稳定性,可获得既抗旱又高产的品种。罗淑平等⁽⁴⁾在人工抗旱棚内研究了 8 个玉米自交系籽粒结实深度,每穗行数和每行粒数与单株粒重即抗旱指数(抗旱指数 = $\frac{\text{对照产量} - \text{干旱处理产量}}{\text{对照产量}} \times 100$)的关系,结果三个性状与抗旱指数的相关均达极显著,并指出在干旱条件下,通过对籽粒结实深度,每穗行数和每行粒数的间接选择可使抗旱指数提高。

Guei 等⁽⁵⁾研究了 2 个优良玉米群体在干旱和无干旱条件下单株果穗数的遗传表现,指出对该性状的选择在干旱环境中要比非干旱环境中的进展更大,产量的选择应在非干旱环境中进行。Bolanos 等⁽⁸⁾对经 8 轮全同胞轮回选择后的“Tuxpeno Sequia”玉米群体开花期进行干旱处理,研究在干旱条件下产量构成因素和植株总生物量的直接相关选择响应,结果表明,在干旱条件下,产量的增加归结于单株粒数和收获指数的增加,产量(Gy)与植株总生物量(B)的关系为 $Gy = -1.85 + 0.47B$, 决定系数 $R^2 = 0.94$, 达极显

著。Edmeades 等⁽¹⁰⁾研究了“Tuxpeno Sequia”群体在高密度,轻度和重度干旱条件下的表现,指出在果穗小穗分化期间,即果穗生长锥开始伸长后的前 20 天内,果穗生物量的增加不可忽略,在此期间, C₈ 群体果穗生物量(y, 克/株)与果穗生长锥开始伸长后的时间(x)关系为 $y = e^{-10.43 + 0.407x}$, $R^2 = 0.96$, 达极显著。说明在干旱条件下,选择生长势强,生物量积累多,特别是开花期间果穗生物量积累多的基因型,对增强玉米品种的抗旱性,提高干旱条件下的籽粒产量是有益的。

2.2 形态性状的选择

有资料指出,作物适应干旱的根形态特征是根系发达,根冠比大。Fischer 等⁽⁶⁾研究发现,根的多少和重量与抗旱性有关,而根的深度与抗旱性无关。胡荣海⁽¹⁾研究了胚根数与反复干旱后幼苗存活率的关系,结果胚根数较多的品种存活率高,幼苗抗旱性较强。Bolanos 等研究了“Tuxpeno Sequia”玉米群体在干旱条件下的根形态性状的变化,发现随选择轮数增多群体抗旱性提高,横向根条数增多,而垂直根条数变化很小。说明在玉米抗旱性育种中,对根系的选择应重点放在根条数和根粗的选择上。

Johnson 等⁽⁵⁾和 Fischer 等⁽¹¹⁾先后报道降低株高的选择,使品种的抗旱性得到改良。Bolanos 等⁽⁸⁾发现在干旱条件下对“Tuxpeno Sequia”玉米群体进行 8 轮全同胞轮回选择,结果抗旱性提高,株高平均每轮降低 0.9%。表明在选择中适当降低植株高度对增强玉米的抗旱能力是有利的。

Weerathaworn 等在研究中发现,水分胁迫下玉米单株叶片数的减少比叶面积减少更轻些。Bolanos 等⁽⁸⁾报道,经 8 轮抗旱性轮回选择的玉米群体“Tuxpeno Sequia”抗旱性增强,而单株叶片数每轮只减少 0.05%。有人认为玉米适应干旱的叶特征是叶片较小,叶脉致密,叶片较厚,叶色浓绿,叶片直立。说明选择单株叶片数目较多而单叶面积偏小或在干旱条件下单株叶片数目变化较小和叶片直

立的基因型,对于玉米在干旱条件下维持一定的光合面积和较高的光合效率,提高玉米品种的抗旱能力具有重要作用。

Grogan^[13]和 Buren 等先后指出,缩小雄穗能增强玉米的抗旱性,Johnson 等^[15]和 Fischer 等^[11]在降低株高和缩小雄穗的选择中亦获得相同结果。Bolanos 等研究表明,选择使“Tuxpeno Sequia”玉米群体的抗旱性增强,雄穗随选择轮数增多而缩小,平均每轮选择使雄穗分枝数减少 2.6%。说明选择雄穗较小,特别是分枝数较少的基因型有利于增强玉米品种的抗旱性。

2.3 开花性状的选择

Herrero 等^[14]和 Grant 等^[12]研究表明,玉米开花期间植株出现水分亏缺,花丝伸长受到强烈抑制,Hall 等和 Don 等进一步研究发现,开花期遇干旱,抽丝延迟,导致 ASI 增加,籽粒产量下降。Bolanos 等^[8]和 Edmeades 等^[10]的研究结果证实了这一结论,Edmeades 等还指出,开花期遇干旱,果穗小穗生物量(y)与 ASI(x)的增加表现为指数关系,即 $y = e^{4.105 - 2.68x}$, $R^2 = 0.74$,达极显著,这和 Du Plessis 等关于干旱条件下籽粒产量的对数与 ASI 的增加表现为线性关系的结果是相同的。Martiniello 等^[7]在田间和室内研究了 20 个基因型一些性状与抗旱性的关系,发现 ASI 与籽粒产量呈负相关,r 为 -0.78,达极显著。Guei 等^[3]的研究结果表明,玉米基因型间 ASI 有着广泛的遗传变异,加性方差是该性状遗传变异的主要来源,他们主张在干旱条件下选择该性状将会获得更大的遗传增益。Bolanos 等在报道中指出,玉米开花期干旱对 ASI 进行选择,是增强玉米抗旱能力,提高和稳定干旱条件下玉米籽粒产量的一条有效捷径。

综上所述,玉米的抗旱性是一个遗传上受多基因控制的数量性状,在育种上通过对某些目标性状的直接选择或相关性状的间接选择,可获得既高产又抗旱的玉米品种。然而

在实际应用上,单独依靠某个或某几个性状指标往往难于对一个材料或品种的抗旱性作出客观评价。有人^[3]提出先求出干旱条件下各抗旱指标在各品种中的具体隶属值,即 $X_u = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$ (①) 或 $X_u = 1 - \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$ (②)(式中 x 为各品种某一指标的测定值, $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 分别为所有品种中此指标的最大和最小测定值。如所有指标与抗旱性呈正相关用①式,反之用②式),再累加指示品种各指标的抗旱隶属值,求其平均值,平均值越大,抗旱性就越强。

参 考 文 献

- [1]胡荣海,农作物抗旱鉴定方法和指标,《作物品种资源》,1986,4:36-39
- [2]李霞等,水分胁迫对抗旱性不同的冬小麦品种叶片蛋白质影响的比较,《华北农学报》,1993,8(4):20-25
- [3]黎裕,作物抗旱鉴定方法和指标,《干旱地区农业研究》,1993,11(1):91-98
- [4]罗淑平,玉米抗旱性及鉴定指标的相关分析,《干旱地区农业研究》,1990,8(3):72-78
- [5]谢勤成译,玉米某些干旱适应性状的遗传,1.产量,开花及每株果穗数间的相互关系,《国外作物育种》,1993,3:28-29
- [6]张彪译,玉米抗旱育种的性状选择,《国外作物育种》,1992,4:23-24
- [7]于久江译,玉米不同基因型对耐旱性鉴定的反应,《国外农学—杂粮作物》,1987,2:1-4
- [8]Bolanos, J. et al., 1993a, Eight Cycles of Selection for Drought Tolerance in Tropical Maize. I. Response in Yield, Biomass and Radiation Utilization, Field Crop Res., 31(3-4):233-252
- [9]Du Plessis, D. P., et al., 1967, The Influence of Time Lag Between Pollen Shedding and Silking on The Yield of Maize, S. Afr. Agric. Sci., 10:667-674
- [10]Edmeades, G. O., et al., 1993, Causes for silk Delay in A lowland Tropical Maize Population, Crop Sci., 33(5):1029-1035
- [11]Fischer, K. S., et al., 1989, Selection for Improvement in Maize yield Under Moisture Deficits, Field Crop Res., 22(4):227-243
- [12]Grant, R. F., et al., 1989, Water Deficit Timing Effects on Yield Components in Maize, Agron. J., 81(1):61-65
- [13]Grogan, C. O., 1956, Detasseling Responses in Corn, Agron. J., 48:247-247
- [14]Herrero, M. P., et al., 1981, Drought Stress and Its Effects on Maize Reproductive Systems, Crop sci., 21(1):105-110
- [15]Johnson, E. C., et al., 1986, Recurrent Selection for Reduced Plant height in Lowland Tropical Maize, Crop Sci., 26(2):253-260