

[文章编号] 1005-0906(2002)01-0021-03

玉米多育性研究

赵 明, 石桂春

(中国人民解放军军需大学, 长春 130062)

Studies on Prolificacy in Maize

ZHAO Ming, SHI Gui-chun

(Quatermaster University of the PLA)

Abstract: Many studies have demonstrated that the yield and the utilization rate of N fertilizer is influenced by the prolificacy in maize. Although relations between the inheritance and control of prolificacy and their environment are very complex in the prolific maize, it has been proved that the prolificacy in maize is mainly controlled by the recessive genes. The model of one-ear $\times$ two-ear should be a main type of using prolificacy in hybrid maize. If the stress-insensitive prolific genotypes are successfully bred, the model of two ear $\times$ two-ear may be one of the important ways to develop super hybrid maize.

Key word: Maize; Prolificacy; Recessive genes.

[摘 要] 很多研究表明:玉米的多育性对提高产量潜力和氮肥利用率有着重要的作用。玉米多育性的遗传与控制及其与环境的关系是极其复杂的,但是可以肯定的是玉米的多育性主要是由隐性基因控制的。单穗 $\times$ 双穗是玉米多育性在杂种优势利用中的主要形式,但是育种家如果能创造出对环境胁迫不敏感的玉米多育性基因型材料,那么利用双穗 $\times$ 双穗的杂交模式,就有可能培育出稳定表达双穗特性的超级杂交玉米。

[关键词] 玉米;多育性;隐性基因

[中图分类号] S 513.035.3

[文献标识码] A

玉米多育性是指一个玉米植株结两个或两个以上果穗的特性。尽管人们栽培的玉米品种大多是单穗品种,甚至在密植或其它环境胁迫条件下,会产生不同程度的败育穗,使其单株平均结穗数小于1,但是由于玉米在结构上的特点,其上部果穗以下的几个侧芽(基部侧芽成为分蘖)能够发育成幼穗,甚至在某些基因型和环境背景下可能有2~3个幼果穗正常抽丝直至发育成结实穗。由于玉米的这一重要的结实特性可能与产量和抗逆性有着极其密切的关系,因此,自20世纪60年代末以来引起了世界玉米研究工作者极大兴趣,试图揭示多育性玉米形成的机制及其与环境因素的关系,甚至育成可供生产利用的多育型杂交种。然而令人遗憾的是,到目前为

止,虽然对玉米多育性的研究取得了许多进展,但其遗传和控制机制并未获得最终的揭示,多育性杂交种也未能在生产上取代单穗型品种,但是人们始终相信多育性玉米的研究对于提高玉米的产量潜力有着广阔的前景和重要的利用价值。

1 多育性与产量潜力

Lonnquist^[1]对地方品种“Hays Golden”用混合选择方法分别对产量和每株穗数进行选择,结果对产量直接进行选择,每轮产量增加2.68%,而通过对每株穗数的选择,却间接地使群体产量每轮增加6.28%。Mo11^[2]等采用全姊妹轮回选择方法对原始群体进行了10轮产量改良,第5轮和第10轮分别比原始群体产量提高27%和42%。同时每株穗数也相应提高27%和31%。上述研究表明:对每株穗数的选择伴随着产量的增加甚至比直接选择产量更有效,而对产量的选择也会相应增加穗数。可见玉

[收稿日期] 2001-08-07

[作者简介] 赵 明(1955-),男,解放军军需大学研究员,玉米系主任,从事玉米育种研究。

米的多育性与产量的增加表现出一致的趋势。Russell^[3]。采用一个单穗单交种和一个双穗单交种作为测验种,对 10 个单穗自交系和 10 个双穗自交系进行测验杂交,在多年多点 4 种密条件下双果穗自交系测交产量比平均单果穗自交系增加 4.45%。而在高密度条件下(58 100 株/hm²)增产幅度达 8.71%。本试验中 10 个单果穗被测系均是已发放的优良自交系,而双果穗自交系大多未在生产中利用。Russell 的研究结果表明:大多数双果穗自交系具有较高的产量配合力。其增产因素主要是一定的双穗率和相对低的空秆率。Durieux^[4]在理想密度(43 000 株/hm²)和高氮量(244 kg/hm²)条件下证实,双穗杂交种比单穗对照种产量提高 8.1%,双穗杂交种的双穗率达 77.2%,第二穗产量占总产量的 32.5%,第二穗产量是主穗产量的 49%。

以上研究表明:玉米的多育性和产量之间存在着密切关系,多育性玉米由于穗库的增加(双穗性或低空秆率)提高了产量或产量潜力。

2 多育性玉米的遗传与控制

Hallauer^[5]用 8 个自交系(其中 C103 为单穗)组成 7 个杂交组合在 3 个密度、4 个地点条件下对每株穗数和 ENWI(第二果穗与第一果穗产量比)的遗传力进行估计,每株穗数和 ENWI 的平均遗传力为 0.273 8** 和 0.241 7**。不同遗传背景间存在明显差别。C 103 在 4 个组合中有 2 个遗传力为零。Hallauer 的研究结果表明在更多的情况下,双穗特性的表达是由稳性多基因控制的。它的遗传和环境影响是数量的,而表现型又是质量的。因此,玉米多育性的遗传是非常复杂的。Hallauer 等提出了“临界值特性”的概念用于解释遗传和环境影响的连续性而表型非连续性的矛盾。虽然玉米顶穗以下各节都存在着穗原基的分化,但是当基因型、许多生理过程以及与环境条件的相互作用达到某个“临界值”时,下部幼穗就会发生败育。

Harris^[6]等通过果穗去除和控制授粉等试验,虽然也提出多育性明显是由隐性基因控制的,但同时也提出了一个简单遗传的假设模型解释第二果穗的败育。即 A、B 两个遗传位点控制着可扩散的植物激素的合成。这种具有抑制作用的激素在某一个关键时期从上部幼穗扩散到下部幼穗并抑制其生长和发育。在一定的环境胁迫条件下,植物体内会产生一种效应分子,即使是很低的浓度,基因型 AA 或 Aa 也会对它非常敏感,从而激活抑制剂启动子,产生植物激素,并扩散到下部幼穗,抑制其生长发育,使其不能抽丝。但是如果下部幼穗与上部幼穗的发育具

有很好的同步性,抑制作用就会降低,使部分下部果穗正常抽丝。而基因型 aa 对效应分子不敏感,这种早期抑制也就不会发生。同样当基因型为 BB 或 Bb 时会对下部果穗产生晚期抑制(抽丝后),但是对具有抽丝同步性的下部果穗,就不会或较少受到抑制。同样当基因型为 bb 时,无论第一、第二果穗是否具有抽丝同步性,晚期抑制都不会发生。Harris 的简单遗传模型和发育同步性理论较好地解释了他的试验结果。他本人和其他研究结果^[7,8]都证明了某些植物生长调节物质如生长素等会引起下部果穗的败育。但是用这种简单遗传模型却难以解释轮回选择对玉米多育性具有很好的改良效果的研究结果。因此它也难以被普遍接受。围绕玉米的多育与败育的遗传和控制机理到目前为止还没有结论性的研究结果。但是较多的研究都支持抽丝的同步性与多育性关系密切。

3 多育性与氮素营养

Anderson^[9]等研究表明:增加氮肥用量明显提高半多育性玉米第一、第二果穗抽丝的同步性和双穗率。在子粒灌浆阶段双穗植株的果穗和全株中积累的氮素在两个施氮水平下均明显高于单穗植株。双穗植株氮素在果穗中分配的比例也明显高于单穗植株。可见玉米的双穗性有利于氮的累积和向子粒运输,提高了氮肥的利用率。Anderson^[10]等在比较多育和半多育两种玉米基因型的研究中也证明了多育杂交种氮的利用效率高于半多育杂交种。Pan^[11]证明:在高氮条件下,单穗和双穗玉米对氨态氮与硝态氮有着不同的肥料效应。两个双穗品种施用氨态氮比硝态氮分别增产 20% 和 11%。而两个单穗品种似乎存在相反的趋势。可见多育性玉米有着特殊的氮素营养特性。特别是在提高氮肥利用率方面可能具有很好的前景。

4 对开展玉米多育性研究的建议

玉米的多育性是进一步提高玉米产量潜力的重要途径。因此对玉米遗传育种研究者是一个特殊兴趣的领域。特别是美国的一些大学一直对此给予了充分的重视和持续的研究。我国虽缺少对玉米多育性的系统研究,但近年来玉米育种工作者在杂交种选育方面已经注意到了品种的结实性能在高产育种中的重要性。建议从如下方面开展玉米多育性的研究与利用。

(1)黄早 4 群、瑞德黄马牙群是我国玉米杂种优势利用中的两个重要的优势群体。从这两个群体中分离的优良自交系大多具备很好的结实性。这两个

优势群应成为选育双穗自交系的重要遗传资源,在玉米遗传改良中,应注意保持和不断提高其结实性。

(2)多育性与高光效的统一问题。玉米多育性的表达往往受到环境的影响。各种胁迫条件,特别是密度和氮素营养胁迫对其每株穗数和产量有直接影响。这些胁迫条件直接的作用就是影响群体特别是个体的光合作用,从而减少光合产物向生殖器官的供应。这时植物体内就可能会产生某些信号物质,并最终引起其果穗发生败育。因此果穗败育的激素调控理论与营养供应理论应该是统一和相互关联的。提高源的供应能力是保证多育玉米“穗库”发育的物质基础。将高光效与多育性结合起来很有可能培育出对环境胁迫条件不敏感的多育性玉米基因型材料。

(3)多育性与抗倒性。由于多育性玉米能使较多的干物质分配到“穗库”,因此在某些遗传背景下,很可能会降低玉米的抗倒伏能力。Jampatong^[12]曾报导,来自同一原始群体的双穗和单穗两个亚群体的抗倒性有明显差异。其中双穗群体倒伏率明显增加。

(4)多育性在杂交种中的利用:优良的单交种可能会产生于单×双类型。尽管单×双的杂种一代一般表现为单果穗,但它在较高的密度下,能明显减少空秆率,并能阻止无效的第二果穗对光合产物的消耗。从遗传多样性的角度分析,单×双也不失为可供选择的杂种类型。虽然采用单×双类型是为了降低空秆率并提高果穗的整齐度,而不是要获得较高的双穗率。如果通过遗传改良效果的提高,能够获得对环境胁迫不敏感的双果穗自交系及其杂交种,那么双×双类型将有可能成为培育超级杂交玉米的一种有效途径。

[参 考 文 献]

- [1] Lonngvist, J. H. Mass selection for prolificacy in maize[J]. Der Zueker. 1967, 37: 185 - 188.
- [2] Moll, R. H. and Kamprath, E. J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L[J]. Agronomy Journal. 1977, 69: 81 - 84.
- [3] Russell, W. A. Testcrosses of one - and two - ear types of Corn Belt maize inbreds. 1. Performance of four plant stand densities [J]. Crop Sci. 1968, 8: 244 - 247.
- [4] Durieux, R. P., Kamprath, E. J. and Moll, R. H. Yield contribution of apical and subapical ears in prolific and nonprolific corn[J]. Agronomy Journal. 1977, 85: 606 - 610.
- [5] Hallauer, A. R. Heritability of prolificacy in maize[J]. The Journal of Heredity. 1974, 65: 163 - 168.
- [6] Harris, R. E. Control and Inheritance of prolificacy in maize[J]. Crop Sci. 1976, 16: 843 - 850.
- [7] Jeune, P., Prinsen, E., Onkelen, H. V. and Bernier, G. Hormonal control of ear abortion in a stress - sensitive maize (*Zea mays*) inbred[J]. Aust. J. Plant Physiol. 1998, 25: 481 - 488.
- [8] Sorrells, M. E., Harris, R. E. and Lonngvist, J. H. Response of prolific and nonprolific maize to growth regulation chemicals[J]. Crop Sci. 1978, 18: 783 - 787.
- [9] Anderson, E. L., Kamprath, E. J., Moll, R. H. and Jackson, W. A. Effect of N fertilization on silk synchrony, ear number and growth of semiprolicific maize genotypes[J]. Crop Sci. 1984, 24: 663 - 666.
- [10] Anderson, E. L., Kamprath, E. J. and Moll, R. H. Prolificacy and N fertilizer effects on yield and N utilization in maize[J]. Crop Sci. 1985, 25: 598 - 602.
- [11] Pan, W. L. Prolificacy in corn: its effects on nitrate and ammonium uptake and utilization. Soil [J]. Sci. Soc. AM. J[J]. 1984, 48: 1101 - 1106.
- [12] Jampatong, S., Darrach, L. L. and Krause, G. F. Effect of one - and two eared selection on stalk strength and other characters in maize[J]. Crop Sci. 1984, 40: 605 - 610.

联系电话: 0431 - 7993710(宅)