

甜玉米品质的遗传改良*

李新海

焦少杰

(东北农业大学农学系) (黑龙江省农科院育种所)

1 甜玉米品质性状及评定方法

甜玉米品质主要体现于嫩度、甜度、风味等。糖分含量和组成、WSP(水溶性多糖)含量、WSP与不溶成分的比率对品质有重要影响,尤其是WSP含量既影响子粒的奶油状特性、种子的质地,也对适口性有重要作用,因而是构成品质的重要因素。

嫩度主要取决于薄果皮,即覆盖子粒二倍体母体组织(4~30层细胞厚度),普甜玉米较之超甜玉米的果皮薄,故嫩度较强。果皮厚度常常是育种家在田间摘取玉米子粒通过品尝测试而估计的。较为准确的方法是采取剥离组织再用测微直尺直接测量果皮厚度。优良甜玉米杂种的果皮厚度介于40~50 μm 范围。

甜玉米子粒糖分含量因不同类型而异。普甜玉米含糖量相当于普通玉米的2.5倍,超甜玉米含糖量为普通玉米的10倍,加甜玉米与超甜类型接近。超甜和加甜玉米类型过甜,但采收后糖分向淀粉的转化速度较慢,因此在采收、运输和销售方面都比普甜玉米方便。

宋同明指出,决定风味的主要因素是糖分含量和组成,尤其是WSP的含量更为重要。WSP是一种高度分枝的小分子淀粉,能溶于水,糯性,是构成风味的主要因素之一。因此增加糖分含量的同时应注意WSP的选择。

2 甜玉米品质性状的遗传和遗传控制

改良甜玉米品质的一系列有关遗传及遗传机制的研究工作表明,有一系列基因突变与玉米胚乳碳水化合物化合物的代谢有关。它们中个别基因位点的纯合或不同基因位点之间的互作都能引起碳水化合物成分的改变,甜玉米胚乳中累积各类碳水化合物的系统是受遗传控制的。

Eest和Hayes(1911)描述了甜玉米的 Su_1 基因,指出 Su_1 是胚乳的一个隐性突变基因;它在乳熟期能阻止糖分向淀粉转化,使还原糖、蔗糖含量显著高于普通玉米,特别效果是可以大量累积WSP。今天以 Su_1 基因为基础的甜玉米已有几百个杂交种在世界各地销售。暗胚乳(du)及一系列复等位基因有 Su_1 的相似效果,但程度不如 Su_1 。

Hatchinaon(1921)发现的凹陷胚乳突变体,它受凹陷-1(Sh_1)基因控制可以大大减少胚乳中淀粉含量,以致于成熟时子粒表现型为一种凹陷胚乳。laughnan(1953)报道了一种相似的突变体,受凹陷-2(Sh_2)基因控制,它使种子干重成分的20%变成了糖分,相当于正常玉米的10倍。laughnan提出了在甜玉米育种利用 Sh_2 基因的可能性,并于1959年发放了第一个以突变基因 Sh_2 为背景的超甜杂交种“伊利若斯 Xtra”。

CamerSon等(1954)又发现了两个胚乳突变体脆弱-1(bt_1)和脆弱-2(bt_2),它们的作用与 Sh_2 基因相似,减少胚乳淀粉含量而不积累WSP,只增加还原糖和蔗糖含量。美国夏威夷大学发放了以 bt_1 和 bt_2 为遗传基础的超甜玉米品种夏威夷9号和6号。

* 本文承蒙东北农业大学王云生、王殊华教授,省农科院玉米研究中心曹靖生副研究员审阅,在此表示诚挚谢意。
收稿日期 1996-01-18

以上介绍的 Su_1 、 du 、 Sh_1 、 Sh_2 、 bt_1 、 bt_2 等控制玉米胚乳碳水化合物成分的基因都属于单隐性遗传,并且在子粒外观上都有独特的表现型,这为遗传育种研究提供了方便。

深入的研究发现各个基因在不同的遗传背景下,由于某些修饰因子的影响,各种糖分含量也有一个变化幅度。因此除了进一步研究这些单基因本身的影响及其在育种上的利用以外,还可以寻求其它途径来有效地控制胚乳中糖分代谢,从而选育特殊品质性状的品种。

特别指出的是,在 Se 基因被发现之前,人们很难把高糖和高 WSP 含量结合到一个材料中去,Gonzales 等人(1973)的发现改变了这一状况。发现 I_{1167A} 甜玉米自交系具有与 Su_2 材料一样高的糖分含量,但 WSP 与 Su_1 甜玉米相似。后来证明,这是由一个糖分加强基因 Se 作用的结果。 Se 是 Su_1 的主效修饰基因,只有在 Su_1 的遗传背景上才能表达,但与 Su_1 呈现独立遗传。 Se 基因的发现对甜玉米的品质改良注入了新的动力。以 Su_1Se 双隐性组合为遗传基础的称为加甜玉米。它综合了普甜和超甜的共同优良。目前还没有发现任何胚乳基因突变组合可以与之相比。

3 甜玉米品质的改良技术

甜玉米品质改良主要通过育种手段来调整胚乳碳水化合物中的糖分、直链、支链淀粉和 WSP 含量,以培育甜度适中、WSP 含量高、果皮柔嫩、适口性好、味道纯正和颜色均一的类型。

甜玉米品质改良方法主要有:选择法、杂交法、回交法、轮回选择法等。

通过杂交和回交可以将胚乳突变基因转移到优良自交系中,使甜质性状和自交系优良性状结合到一起,并用于杂优利用。华中农业大学玉米研究室于 1983 年开始开展甜玉米的杂交和回交育种,到 1988 年已育成一批品质性状上乘、产量和抗性较好的甜玉米自交系和杂交组合。这项工作中要注意两点,一是普通玉米在甜玉米品质改良中的作用;二是回交与自交代数问题。许多研究已经证明,甜质基因的主要作用是控制碳水化合物的代谢,对于绝大多数控制丰产、农艺和抗病性状的基因,甜玉米和普通玉米是相同的;同时甜质基因作用时也要受到遗传背景的影响,因此利用优良普通玉米材料改良甜玉米是可行的,并且是有效的。在回交改良中,一般回交一代要自交一代,使隐性甜质基因纯合,且每次回交应尽量选择和轮回亲本相似的单株授粉,争取改良成功。为缩短改良过程,也可采用连续回交两代再自交一代的方法。回交转育是获得理想系的快速方法。

优质材料应进行配合力测定,能够结合 WSP 含量高、糖分高、果皮柔嫩的系最理想。有关甜玉米品质性状的遗传方式及配合力的研究结果不尽一致,但较为一致的观点是,在特殊配合力高的组合中双亲的一般配合力值均高或双亲之一的一般配合力值是高的占多数。因此在甜玉米品质育种中应该利用多数品质性状一般配合力较高的自交系,这样就有更多可能选配出多品质、性状特殊、配合力效应高的杂交种。

获得优良甜玉米系的另一条途径可以通过一些有修饰作用的基因来实现。其它变通方式有:组建现有系的综合体,在改造后的基因群体中选择优系;将甜系与普通群体杂交,向甜系方向选择杂种后代。

从各国研究工作进展来看,双、三隐性突变体已从研究阶段进入实用时期。著名的 Su_1Se 双隐性组合、复合突变体($aeSu_1Wx$)正在被广泛研究。D. V. Glover(1987)报道了三隐性突变体 Su_1SeSu_2 及其品种 Symphony,它的含糖量高达 40%,WSP 含量也较高,品质大大被改善。

近年来,国内外都加强了甜玉米品质育种工作,并取得了一些成果。目前甜玉米品质育种的重要课题是协调高糖、高 WSP 含量、果皮嫩度与最佳品质保持时间和采收期之间的矛盾,同时产量和抗病虫性也应得到足够的重视。