

[文章编号]1005-0906(2001)04-0014-04

糯玉米杂交育种研究

孟昭东,韩 静,张发军,郭庆法,汪黎明,刘治先,张庆伟

(山东省农业科学院玉米研究所,山东 济南 250100)

Discuss on Waxy Corn Breeding Strategies

MENG Zhao-dong, HAN Jing, ZHANG Fa-jun, GUO Qing-fa, WANG Li-ming, LIU Zhi-xian, ZHANG Qing-wei

(Maize Institute of Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: We gave out our opinions on some problems concerning waxy corn breeding in this article, and used two concepts, the definite inflorescence and indefinite inflorescence, to describe the characteristics of corn female inflorescence. We pointed out that (1) the definite female inflorescence performs an important role in corn yielding and the commercial value of the waxy corn ear; (2) the uniformity in size of the corn ears and kernels has same effect on the yield heterosis of the corn of all kinds, compared with the uniformity in height of the corn plant and the ear; (3) the kernels in ear will keep consistence in their developing stages if the silks of a ear expose simultaneously and quickly, and the competition of the kernels will be weakened and the kernels will develop in the similar size, which is an important quality trait in waxy corn trade market.

Key words: Waxy corn; Definite inflorescence; Indefinite inflorescence; Uniformity of the kernels.

[摘 要] 本文就糯玉米杂交育种中的几个问题进行了探讨,使用有限结实和无限结实两个概念对玉米的结实性进行了分类。作者认为:(1)有限结实习性对玉米的丰产、稳产和糯玉米的外观商品品质具有重要作用,(2)与株高穗位性状一样,果穗大小和子粒大小的一致性体现各类玉米产量杂种优势的另一重要因素,(3)吐丝快、花期协调可保证玉米果穗上子粒间的授粉、发育基本同步,从而使同一果穗上子粒间的养分竞争趋于平衡,在发育好的果穗上表现为子粒大小基本一致,少有小粒、瘪粒存在,从而为玉米杂交种高产、稳产以及糯玉米杂交种果穗的外观商品品质提供保障。

[关键词] 糯玉米;有限结实;无限结实;子粒一致性

[中图分类号] S 513; S 330.94

[文献标识码] A

作为玉米的一个亚种,糯玉米(*Zea mays L. ceratina* Kulesh)有其独特的用途。起源于我国的糯玉米,其子粒中的淀粉 100% 为支链淀粉(糯质基因突变体 wx-a 的子粒中有低于 5% 的直链淀粉)。支链淀粉是一种重要的高分子原料,它广泛应用于食品、饲料、纺织、造纸、粘合剂、铸造、建筑和石油钻井等现代工业中^[1]。

当前,我国农业进入了一个新的历史时期,农业传统经济向商品经济发展成为一种必然,农村产业

化和种植业结构调整势在必行。加入世贸组织后,我国的农业生产要与国际接轨,不可避免地要受到很大冲击。在这种形势下,农产品加工产业作为农村产业结构调整的一种形式,作为农产品增值的一种措施,会有很大的发展潜势。糯玉米作为一种特用增值玉米,随着农产品加工技术的不断深化和企业的迅速发展,将有广阔的发展前途。

1 育种和生产应用状况

我国种植糯玉米历史悠久。种植区域主要集中在广西、云南和贵州等地,在全国各主要玉米产区都有零星种植。尽管 20 世纪 70 年代后期,我国的一些农业科研单位就开始了糯玉米育种工作,但进展

[收稿日期] 2001-05-16

[作者简介] 孟昭东(1968-),男,农学学士,山东省农业科学院副研究员,从事玉米育种研究。

缓慢,目前仍处在起步阶段。主要原因是过去一直以玉米高产研究为重点,糯玉米的利用价值没有引起政府和科研部门足够的重视,糯玉米深层次的加工和新产品的开发工作没有形成一定的规模,其用途主要还是用作果穗鲜食和制作一些粗食品、罐头等,市场有限,因而限制了糯玉米育种和生产的发展。随着当前我国农村种植业结构的调整,糯玉米产品加工的深化,糯玉米的育种、生产和开发将有长足的发展。在育成的优良糯玉米杂交种中,主要有山东省农业科学院玉米研究所育成的鲁糯玉1号、鲁糯2号和鲁糯6号,烟台农业科学院育成的烟单5号,江苏沿江地区农业科学研究所育成的苏玉(糯)1号,中国农业科学院作物所育成的中糯1号,重庆市农业科学研究所和重庆市蔬菜研究中心合作育成的渝糯1号等。

糯玉米1909年传入美国,但在20世纪30年代以前,wx基因只是作为标记基因广泛应用于遗传研究和各种试验,40年代初,Iowa农业试验站的研究表明,糯玉米淀粉的性状类似于木薯淀粉^[3,4],加之二战期间从远东进口木薯淀粉很困难,因而美国的糯玉米商业开发才开始启动。当时,无论在美国还是在整个世界市场都无法推测这种新型的特用玉米潜在的发展前景,但是,过去半个世纪中糯玉米用途的陆续开发,使其种植面积在美国、加拿大和欧洲稳步增加,而糯玉米杂交种水平的不断提高,则促使其种植面积进一步扩大。除Iowa农业试验站有糯玉米育种项目外,美国大多数的糯玉米育种工作由私人种子子公司完成,目前有五六家私人种子子公司致力于糯玉米的杂交育种工作。其育成杂交种的产量已接近普通玉米。在推广的糯玉米杂交种中以黄糯玉米为主,近年来白糯玉米也有了一定规模。美国的糯玉米种植区主要集中在Illinois和Indiana的中部、Iowa的北部、Minnesota的南部和Nebraska等地,面积大约有700 000 hm²,约占其玉米总面积的1%。美国生产的糯玉米主要用于湿磨粉加工,此外,还用于出口,作牲畜、奶牛和家禽养殖业的饲料。

2 育种目标

糯玉米的育种目标主要有:高产稳产、营养品质和外观商品品质好、风味佳;株高穗位适中,果穗柱型、大小均匀、结实好,子粒硬粒、半硬粒型、大小一致,绿花丝;熟期适中、采收期长;抗穗粒腐病和玉米产区主要病虫害等。

3 种质资源

糯玉米子粒的糯质性状由玉米第9条染色体上的wx隐性基因控制。wx基因在隐性纯合状态下,

子粒中的淀粉均为支链淀粉,然而wx的突变基因wx-a在隐性纯合时,其子粒中有少于5%的直链淀粉^[5],其它的突变体子粒中淀粉性状与wx类似^[6,7]。虽然在糯质基因wx纯合状态下,玉米子粒均会表现为糯性,但不同种质材料的风味、口感和营养品质却不尽相同。依据糯玉米育种目标的不同,应采用相应的种质作为育种材料。在已存入国家长期种质库,编入《全国玉米种质资源目录》第一、二、三集的糯玉米种质有909份,其中大部分为地方品种,仅有8份自交系。经鉴定,有100份综合性状表现较好,如白鹤粘、城厢糯、爆裂糯、黑糯、红糯等^[2]。

4 自交系选育基础材料的组配

基础材料的组配是糯玉米杂交育种的关键步骤。由于可用的糯玉米种质材料大多数为长期种植的品种,普遍表现为产量一般、抗逆性差,难以直接用于自交系的选育,因而组配选系的基础材料就显得更为重要。

作者认为,糯玉米基础材料的组配应注意:(1)选作糯玉米基础材料的亲本必须要有高的配合力,这对于育成系具有高配合力性状至关重要。基础材料的组配也要考虑杂种优势群之间的关系,以便育成系有明确的杂交种组配方向。(2)由于商品糯玉米特有的外观品质要求,选作基础材料的亲本材料最好具有良好的结实性,这对育成杂交种果穗及其子粒大小的一致性具有重要意义。

糯玉米基础材料的组配可从以下几个方面入手:

(1)通过杂、回交方式将优质的糯玉米种质与配合力高、抗性好的普通玉米育种材料组合在一起,作为糯玉米选系的基础材料。

(2)通过杂、回交方式在优良的糯玉米种质之间组配基础材料,以集合糯质双亲材料的优点育成新系。这样做有可能保证育成系具有现有糯玉米自交系和目标种质的优良糯质风味及其营养品质。糯质系之间相互组配基础材料在配制深粒色的糯玉米种质时更有其优点。比如,在黑糯和紫糯玉米自交系选育中,可以不必费力用染色技术去鉴别子粒或花粉的糯性,因为在授粉严格的情况下,一般不存在有非糯性的玉米子粒。

(3)可通过生物技术、辐射等手段创造一些变异的选系基础材料。如果基因导入材料的安全性能有保障,还可通过分子生物技术导入目标基因的手段来创造新的糯玉米种质。

(4)从长远看,应积极寻求异地种质(如热带、亚热带种质或不同玉米亚种类型的种质)的导入,以创

育广基础、多抗性的糯质玉米。

(5) 相对于糯玉米育种的长期研究目标来说, 依据现有的高产糯玉米杂优模式, 组建二至三个优良的糯玉米群体, 着手进行糯玉米的群体改良工作, 以作为糯玉米选系的稳定来源, 是糯玉米育种工作深入开展的基础。

5 自交系选育中的一些问题

结合糯玉米育种和生产状况以及深加工的要求, 我们认为理想的糯玉米自交系应具有如下特征: 较高的配合力; 高的自身产量; 好的营养品质; 香甜软粘的风味; 花粉量大、花期长, 结实性为有限结实性, 子粒硬粒、半硬粒型, 花丝绿色; 高抗穗粒腐病及玉米产区其它主要病虫害, 抗倒性好等。

5.1 配合力

育成系具有较高的一般配合力和特殊配合力是组配高产糯玉米杂交种的保证。一个较为特殊的情况是, 鲜食用糯玉米的种植收益是以有效果穗数计算的, 有时子粒产量的不显著增减对种植者的收益并不产生太大的影响。而且, 糯玉米以子粒硬粒型、半硬粒型品种的商品品质和营养品质为佳, 而双亲均为硬粒型、半硬粒型时, 往往会限制育成杂交种的高产潜力。

5.2 自身产量

由于种子市场的逐渐规范和种子法的出台, 加之种子生产行业潜在的风险, 玉米的杂交制种和经营基本上由种子公司操作。制种产量的高低会直接影响种子经营部门的利益。自身产量高的母本自交系配制的杂交种较易调动种子公司生产的积极性。

5.3 营养品质

育成的糯玉米自交系子粒具有较高的蛋白质和赖氨酸含量, 鲜穗采收期具有较高的可溶性糖、粗脂肪和维生素含量, 口感好、风味佳等品质是育成优良糯玉米杂交种的根本。

5.4 花粉量和花期协调性

由于近年来生态环境破坏严重, 气象学上称为的“厄尔尼诺”现象和“拉尼娜”现象无序发生, 造成种子生产难度加大, 品种制种错期时间难以界定。如果作父本的花期短、粉量小、散粉集中, 很容易因土壤、气候、耕作等原因造成父母本花期不遇, 从而给种子生产和新品种推广造成很大影响。

5.5 结实习性

自交系自身结实性的好坏直接影响到育成杂交种的结实性, 从而影响糯玉米杂交种果穗的外观商品品质。

作者认为: 玉米的结实性在根本上是一种遗传

性, 类似于大豆、玉米的结实习性也可以分为有限结实性和无限结实性两种。在玉米育种和生产中, 我们会发现, 有的玉米品种在一定的肥水条件下表现结实好、不秃顶, 作者认为这是由于其雌穗小花分化的有限性所造成的。这种有限性会随着肥水供给的程度而有一定的变化范围, 然而无论子粒多少, 其果穗结实到顶, 整穗子粒大小差别不大。作者称其为有限结实性品种; 而有的品种, 即使在十分充足的肥水条件下, 果穗依然秃顶, 越靠近果穗顶端, 子粒越瘪小, 这是由于其雌穗小花分化的无限性, 造成无限的玉米子粒发育所需的营养条件永远无法满足, 因而造成了后期分化的小花形成瘪粒的现象。作者将这种品种称为无限结实性品种。

有限结实性品种在肥水条件稍差时, 也会表现一定程度的秃顶, 这种情况下它与无限结实性品种的差别在于其果穗顶端的子粒与中间子粒相比, 大小上没有明显的差异, 而后者则不然。

有限结实性玉米自交系自身花期协调、吐丝齐而快, 从而保证了玉米良好的结实性。自身花期协调、吐丝齐而快可保证整个果穗上的子粒授粉和发育基本同步, 这意味着同一果穗子粒间的养分竞争基本平衡, 因而发育好的果穗上子粒大小基本一致, 少有小粒、瘪粒存在, 从而提高了玉米的产量和稳产性以及糯玉米果穗的外观商品品质。

玉米育种和生产上常常过多地强调了玉米株高和穗位的整齐度对玉米杂交种产量的影响。由于我们最终收获的是玉米子粒的产量, 因而玉米果穗的结实性以及子粒的大小一致性便显得十分重要。作者认为, 果穗大小和子粒大小的一致性与株高穗位一样也是影响玉米产量杂种优势的重要因素。

5.6 抗逆性

糯玉米自交系的抗逆性体现在抗病虫、抗倒和耐寒等方面。穗部病虫害会直接影响果穗的商品品质。之所以强调品种的耐寒性是因为作为一种增值玉米来讲, 种植者一般是一年种一至两季糯玉米, 早春常覆膜种植, 由于早春的气温不太稳定, 耐寒性不好会影响品种的性状表现。

5.7 花丝颜色

作鲜食玉米时, 由于果穗上常会带有未清除的花丝, 糯玉米果穗的绿花丝不太显眼, 较之红花丝品种在商品品质上具有一点优势。

5.8 子粒类型

较之马齿型的品种, 硬粒型、半硬粒型品种的子粒胚乳中角质成分多, 鲜食时, 皮薄无渣、香甜软粘, 风味更佳。但生产支链淀粉用的糯玉米品种则无须细分。

以上是糯玉米选系中作者认为应注意的一些问题。与普通玉米选系相比较,糯玉米自交系的选育还存在一个糯质子粒的鉴别问题。

糯玉米子粒的含水量低于 16% 时,在子粒外观上,黄色和白色的糯玉米子粒易与普通玉米的子粒区别开来。但在含水量较高或糊粉层颜色较深时,糯质性状就要借助于碘液染色技术来鉴别,在子粒的切面上点以碘液,颜色呈棕红色的即为糯质子粒,表现深蓝色的即为非糯质子粒。wx-a 背景下的糯质子粒染色效果介乎二者之间^[8]。

用稀释的碘化钾溶液对花粉粒染色也可用来鉴别糯质性状。只含支链淀粉的花粉粒染色后呈棕红色,非糯质的含直链粉的花粉粒染色后呈深蓝色至黑色。Wxwx 杂合型植株的花粉粒两类颜色各占一半。花粉粒染色法在分离的群体和自交系回交改良后代的筛选中尤其适用,它可让育种者在育种过程中,先选择目标株后再行授粉。

6 杂交种选育中的几个问题

糯玉米的杂交种组配原则上与普通玉米杂交种相同。本文只强调在育成杂交组合的筛选中应注意的几个问题:

(1)以果穗和子粒大小均匀一致的有限结实性糯玉米杂交种为最佳。

(2)杂交种粒色应当纯正一致。当然以培育花

糯为目标的育种除外。

(3)应高抗穗粒腐病和各种玉米产区主要病虫害。

(4)茎秆要坚韧,不宜过硬或过软,以免大风天气下引起倒折或倒伏。

(5)鲜食用糯玉米一般是一年一至两季,早熟性应是糯玉米育种的一个较为重要的指标。

(6)采收期的长短对糯玉米品种来说十分重要,应重点加以选择。

【参考文献】

- [1] 董树亭. 优质专用玉米[M]. 山东人民出版社, 1999, 10.
- [2] 中国农业科学院作物品种资源研究所. 玉米优异种质资源——研究利用指南(1991~1995)[M]. 中国农业出版社, 1996. 6.
- [3] Shopmeyer, H. H., et al, Waxy cornstarch as a replacement for tapioca[J]. Ind. Eng. Chem., 1943. 1168.
- [4] Hixon, R. M., et al., Waxy starch of maize and other Cereals[J]. Ind. Eng. Chem, 1944. 34, 959.
- [5] Andres, J. M., et al., Caracteres hereditarios acaados en maices cultivados en la Argenta[J]. Inst. De Genetica, Univ. Buenos Aire, Fac. Arg. Vet. II 1941. 3,
- [6] Bear, R. P., Mutations for waxy and sugary endosperm in inbred lines of dent corn, [J]. Agron. J., 1944. 36, 89.
- [7] Nelson, O. E, The waxy locus in maize. II. The location of the controlling element alleles[J]. Genetics. 1968, 60, 507.
- [8] Ferguson, V., High amylose and waxy corn, Hallauer, A. R., Specialty corns[M]. CRC Press, 1993.

联系电话: 0531 - 8603247