

文章编号: 1005-0906(2003)02-0019-03

影响超甜玉米子粒种皮厚度因子的关联分析

禹玉华¹, 段俊¹, 王子明², 张旭林³, 刘远星³, 古汉明³, 王鸿昌³

(1. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650; 2. 广东省农作物杂种优势利用站, 广东 广州 510500;

3. 东莞市农业种子研究所, 广东 东莞 523063)

摘要: 应用灰色关联分析法, 对近年参加广东省超甜玉米区域试验的 8 个超甜玉米组合乳熟期鲜穗子粒种皮厚度与其他主要农艺性状间的相关性进行了分析。结果表明; 子粒种皮厚度与其他 10 个农艺性状间的关联度排序为穗行数>行粒数>株高>单苞鲜重>穗粗>穗位高度>穗长>单穗鲜粒重>单穗净重>可溶性多糖含量。这说明穗行数对子粒种皮厚度影响最大; 行粒数和株高以及单苞鲜重对子粒种皮厚度影响次之; 而可溶性多糖含量对子粒种皮厚度影响最小。

关键词: 超甜玉米; 种皮厚度; 农艺性状; 关联分析**中图分类号:** S513.6**文献标识码:** A

Grey Correlative Degree Analysis of the Factors Influencing the Grain Pericarp Thickness of Super Sweet Corn Hybrid

YU Yu-hua¹, DUAN Jun¹, WANG Zi-ming², ZHANG Xu-lin³,LIU Yuan-xing³, Gu Han-ming³, WANG Hong-chang³(1. *South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;*2. *Guangdong Provincial Crops Heterosis Utilization Station, Guangzhou 510500, China;*3. *Dongguan Municipal Agriculture and Seed Research Institute, Dongguan 523063, China*)

Abstract: The correlation of main agronomic traits and their effect on grain pericarp thickness was studied by using the grey correlative degree analysis. The results showed that the order of correlative degree between pericarp thickness and other agronomic traits was row number per ear > kernel number per row > plant height > fresh ear with leaves weight per ear > ear diameter > ear height > ear length > fresh grain weight per ear > net grain weight per ear > water-soluble polysaccharose (WSP). Which also showed kernel number per row was closely related to row number per ear; next to them are kernel number per row, plant height, net weight per ear, ear diameter, ear height, ear length, fresh grain weight per ear, fresh ear with leaves weight per ear; water-soluble polysaccharose(WSP) was less related to grain pericarp thickness.

Key words: Supersweet corn; Pericarp thickness; Agronomic trait; Grey correlative degree

美国学者 Laughnan^[1]发现玉米(*Zea mays* L.)胚乳突变基因 *sh₂*(*shrunken-2*)能显著提高其乳熟期子粒含糖量及延长鲜穗适宜采收期后, 超甜玉米的育种便引起了育种工作者的极大关注。超甜玉米因其具有独特的营养价值和特有的风味而被誉为“果蔬型玉米”, 且倍受消费者青睐。随着人们消费水平的提高, 对超甜玉米的品质要求也越来越高。通常人们喜

欢食用种皮薄、爽脆、可溶性多糖含量高和口感风味佳的优质超甜玉米。前人对超甜玉米子粒种皮厚度做了不少的研究。研究认为超甜玉米子粒种皮厚度是决定其品质的最重要的因子之一^[2]; 超甜玉米的爽脆度是由子粒种皮的厚度所决定的^[3,4]; 爽脆度和子粒种皮厚度呈负相关^[3,5]; Tracy 和 Schmidt^[6]通过对 7 个具有 10 种不同胚乳基因型的近等位基因系的甜玉米品种的研究表明, 子粒种皮厚度的差异主要取决于胚乳基因型, 具有最厚的种皮(48.0 μm)的胚乳基因型为 *Susu₂*, 而具有最薄种皮(38.0 μm)的胚乳基因型为 *susu₂*。然而, 关于具有同一基因型背景

收稿日期: 2002-11-08

作者简介: 禹玉华(1964-), 男, 大学本科, 现在中国科学院华南植物研究所从事植物引种栽培和遗传育种研究, 曾获广东省科学技术奖, 发表论文 30 多篇。

基金项目: 本研究得到广东省科技计划项目(2002B2120102)资助。

的超甜玉米品种,其子粒种皮厚度与主要农艺性状之间的关系的研究尚未见报道。鉴于此,本研究采用灰色关联分析法,探讨同一基因型(sh_2sh_2)超甜玉米品种乳熟期子粒种皮厚度与其它主要农艺性状间的相互关系,从而为超甜玉米新品种的选育和栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为近年参加广东省超甜玉米区域试验品种:分别为粤甜 2 号(V1)、粤甜 3 号(V2)、超甜 28 (V3)、超甜 711(V4)、金银 2 号(V5)、金凤 3 号(V6)、穗甜 2 号(V7)和穗甜 1 号(V8)共 8 个,其中以穗甜 1 号作为对照品种。试验在增城、河源、梅州、阳春和遂溪 5 个试点进行。本研究选取子粒种皮厚度(X_0)、植株高度(X_1)、穗位高度(X_2)、穗长(X_3)、穗粗(X_4)、穗行数(X_5)、行粒数(X_6)、单苞鲜重(X_7)、单穗净重(X_8)、单穗鲜粒重(X_9)和可溶性多糖含量(X_{10})共 11 个性状(详见表 1),作为灰色关联分析的依据。

1.2 分析方法

参照郭瑞林^[7]书中的方法进行。

1.2.1 确定参考数列和比较数列 按照灰色系统理论要求,在分析各性状对种皮厚度的影响时,将 8 个超甜玉米品种的 11 个农艺性状视为一个灰色系统,以种皮厚度为参考数列,记为 X_0 ,其它各性状为比较数列,记作 $X_i(i=1,2,3,\dots,n)$ 。

1.2.2 数据标准化处理 由于各性状的量纲不同,所以必须对原始数据进行无量纲化处理,本文采用

均值化方法,即: $X_i'(k) = \frac{X_i(k)}{\bar{X}_i}$

$X_i(k)$ 为第 i 个性状第 k 点的原始数据, $\bar{X}_i$ 为第 i 个性状原始序列的平均值, $X_i'(k)$ 表示第 i 个性状第 k 点均值化变换后的新数据。

1.2.3 计算关联系数与关联度 采用如下公式:

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0'(k) - X_i'(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0'(k) - X_i'(k)|}{|X_0'(k) - X_i'(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0'(k) - X_i'(k)|}$$

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$$

式中 $\xi_i(k)$ 为 X_0' 与 X_i' 在 k 点的关联系数, r_i 为比较数列 X_i 对参考数列 X_0 的关联度, $|X_0'(k) - X_i'(k)|$ 表示 X_0' 与 X_i' 在 k 点的绝对差值, ρ 为分辨系数,取值范围在 0 ~ 1 之间,本文取 $\rho=0.5$ 。

2 结果与分析

供试材料子粒种皮厚度及主要农艺性状的平均值见表 1。其中第 1 列(X_0)为各品种乳熟期子粒种皮厚度,因为没有测微器,本研究中子粒种皮厚度(X_0)以果皮比例取代之,果皮比例即为果皮重量占全子粒重量的百分比(%);植株高度(X_1)、穗位高度(X_2)、穗长(X_3)和穗粗(X_4)的单位为 cm;穗行数(X_5)的单位为行/穗;行粒数(X_6)的单位为粒/行;单苞鲜重(X_7)、单穗净重(X_8)、单穗鲜粒重(X_9)的单位为 g;可溶性多糖含量(X_{10})为乳熟期子粒中能溶解于水的蔗糖、葡萄糖和果糖占全子粒重量的百分比(%)。

以超甜玉米乳熟期子粒种皮厚度为参考数列,其他农艺性状为比较数列,所得关联系数和关联度列于表 2。从表 2 可以看出,超甜玉米乳熟期子粒种皮厚度与其他各性状的关联度排序依次为穗行数>行粒数>株高>单苞鲜重>穗粗>穗位高度>穗长>单穗鲜粒重>单穗净重>可溶性多糖含量,根据灰色关联度分析原则,关联度大的数列与参考数列关系最为密切,关联度小的数列与参考数列关系较为疏远。由表 2 可知,穗行数对种皮厚度的影响最大,行粒数、株高、单苞鲜重、穗粗的影响次之,其次是穗位高度、穗长、单穗鲜粒重和单穗净重,而可溶性多糖含量对种皮厚度的影响最小。

表 1 供试材料种皮厚度及主要农艺性状的平均值

品 种	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
V1	5.741	203.6	67.3	20.47	4.53	15.0	36.2	278.0	214.5	134.6	17.65
V2	6.810	201.8	70.1	19.85	4.47	15.2	36.3	274.0	215.0	137.1	19.56
V3	6.902	185.8	60.9	19.39	4.45	14.3	35.2	256.2	198.3	126.3	16.98
V4	6.132	196.9	65.7	19.00	4.51	13.2	33.0	254.0	206.5	130.5	17.85
V5	6.211	188.2	60.6	19.50	4.48	13.5	34.3	255.1	211.0	134.6	17.38
V6	6.831	202.5	63.8	18.91	4.57	14.6	37.6	248.5	195.9	132.0	16.39
V7	7.143	202.7	65.9	18.93	4.22	13.7	34.4	228.3	189.0	128.6	14.22
V8	5.692	186.7	47.5	18.98	4.26	13.5	36.5	226.0	183.7	131.6	17.86

表 2 子粒种皮厚度与其它主要农艺性状的关联系数和关联度

品 种	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
V1	0.496 2	0.443 5	0.467 5	0.528 2	0.459 1	0.527 4	0.408 1	0.457 1	0.529 6	0.522 6
V2	0.834 1	0.710 5	0.809 6	0.739 8	0.894 5	0.809 6	0.846 9	0.956 6	0.884 6	0.654 6
V3	0.535 1	0.585 6	0.666 5	0.674 4	0.705 2	0.644 6	0.712 9	0.616 1	0.555 2	0.621 7
V4	0.738 7	0.604 9	0.842 9	0.737 9	0.887 9	0.870 1	0.733 4	0.672 5	0.801 5	0.636 7
V5	0.967 6	1.000 0	0.780 9	0.765 9	0.940 3	0.987 6	0.764 7	0.642 3	0.725 2	0.772 5
V6	0.835 1	0.764 3	0.626 3	0.821 2	0.835 1	0.997 9	0.649 9	0.613 7	0.702 8	0.564 8
V7	0.654 3	0.707 7	0.518 6	0.474 8	0.506 0	0.512 9	0.410 6	0.453 2	0.515 1	0.334 7
V8	0.681 4	0.550 7	0.603 9	0.656 7	0.670 6	0.497 7	0.937 2	0.850 4	0.560 9	0.487 2
关联度	0.717 8	0.670 9	0.664 5	0.674 9	0.737 4	0.731 0	0.683 0	0.657 7	0.659 4	0.574 4
排序	3	6	7	5	1	2	4	9	8	10

3 讨 论

随着超甜玉米育种工作的不断深入，品质性状育种已日益受到重视，有人提出选育子粒种皮薄的品种,以满足消费者追求爽脆、可口的优质食用品质的需要。本研究认为,对超甜玉米乳熟期子粒种皮厚度育种而言,应注重考虑穗行数和行粒数的影响,但也不应忽视植株高度、单苞鲜重和穗粗的选择。不宜一味强求某单一性状的育种。在今后的超甜玉米育种工作中，育种工作者应全面考虑各性状间的相互关系和相互影响,不能顾此失彼,以选育出品质好、产量高、抗性强以及株型理想的优良品种。

本研究中子粒种皮厚度、可溶性糖含量等 11 个性状均为数量性状，但其中子粒种皮厚度和可溶性糖含量为品质性状，其它性状则属于农艺性状和产量性状范畴。而品质性状与产量性状抑或农艺性状之间的相互关系及其相关程度究竟如何仍有待进一步研究。

同一品种其子粒种皮厚度与灌浆速度、成熟期和成熟度有一定的关系。通常在子粒发育过程中,种皮厚度随着成熟度的不断增加而逐渐变厚，到一定时期子粒种皮停止发育,厚度趋于稳定。关于子粒种皮厚度与成熟度之间的相互关系是一个值得研究的课题，因为这对于合理确定鲜穗最佳采收期以及保证品质至关重要。

灰色系统理论已逐步应用于作物育种实践,灰色关联分析法也已用来探讨作物育种目标性状间的相互关系^[7]。本文采用的灰色关联分析法计算简便，对数据概率分布要求不严,能够较方便、快速地求出各性状间的关联程度，为进一步深入分析提供了理论依据。

参考文献:

[1] Laughnan J R. The effect of the sh2 factor on the carbohydrate reserves in the mature endosperm of maize [J] . Genetics, 1953, 38: 485-499 .
[2] Schmidt D H, Tracy W F. Effects of strachy sugary-2 and sugary sugary-2 endosperm on pericarp thickness in sweet corn [J] . HortSci-ence, 1988, 23(5): 885-886 .
[3] Bailey D M., Bailey R M. The relation of the pericarp to tenderness in sweet corn [J] . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1938, 36: 555-559 .
[4] Gaessar W G. Hixon R M, Haber E S. The quantity of pericarp in several hybrid and inbred strains of sweet corn [J] . Iowa State Coll. J. Sci. 1940, 14: 379-383.
[5] Ito G M, Brewbaker J L. Genetics advance through mass selection for tenderness in sweet corn [J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1981, 106: 496-499 .
[6] Tracy W F, Schmidt D H. The effect of endosperm type on pericarp thickness in sweet corn inbreds [J] . Crop Sci. 1987, 27: 692-694 .
[7] 郭瑞林 . 作物灰色育种学[M] . 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 7-9, 52-86 .

通讯作者: 段 俊
联系电话: 020-37252712
E-mail: Duanj@scib.ac.cn