

文章编号: 1005-0906(2007)06-0047-04

甜玉米品质研究进展

王娜¹, 史振声¹, 王志斌¹, 李凤海¹, 刘峰²

(1. 沈阳农业大学特种玉米研究所, 沈阳 110161; 2. 康平县农业技术中心, 辽宁 康平 110500)

摘要: 从品种选育和栽培技术两个方面, 就国内外有关甜玉米品质的研究进展做了阐述, 并对该研究领域存在的问题和发展方向提出了建议。

关键词: 甜玉米; 品质; 育种; 栽培措施

中图分类号: S513

文献标识码: A

A Review of Studies on Sweet Corn Quality

WANG Na¹, SHI Zhen-sheng¹, WANG Zhi-bin¹, LI Feng-hai¹, LIU Feng²

(1. Institute of Special Corn, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161;

2. Extension Center of Agricultural Technology of Kangping County, Kangping 110500, China)

Abstract: The important factors affecting the sweet corn quality were summarized from genetic law and breeding and cultivation measures, and some suggestions were discussed to improve sweet corn quality.

Key words: Sweet corn; Quality; Breeding; Cultivation measures

控制甜质性状的基因一般分为普甜型、超甜型和加强甜型。甜玉米的含糖量比普通玉米高出 2~7 倍, 富含人体所需的多种氨基酸, 且含有膳食纤维、亚油酸和多种维生素等营养成分, 口感鲜嫩、爽脆, 果蔬兼用, 市场上十分畅销。甜玉米通常以鲜穗上市、蒸煮食用或者直接生食, 也可加工成速冻食品和罐头。由于生物学特性和食用方式不同, 甜玉米乳熟期子粒含水量及含糖量变化很快, 品质下降迅速, 风味易劣变, 使其发展受到限制。因此, 对甜玉米品质影响因素的研究倍受重视。

1 甜玉米的品质育种

甜玉米是受一个或多个隐性基因控制的胚乳突变体, 与其有关的基因有 su_1 、 su_2 、 sh_1 、 sh_2 、 bt_1 、 bt_2 、 se 等。我国现在应用的多为 su_1 型普甜玉米、 sh_2 型超甜玉米和 su_{se} 型加强甜玉米。普甜玉米由于 su_1 的纯合干扰了水溶性多糖转化为淀粉。因此, 胚中含糖量增加并积累了大量的水溶性多糖(WSP), 具有粘性,

乳熟期胚乳中含有 10%~15% 的糖分。超甜玉米是由双隐性 sh_2 控制的胚乳类型, 淀粉含量很低, 含糖量可达 20%~25%, 但不积累 WSP, 没有糯性, 食之甜而脆嫩。以 su_{se} 基因控制的甜玉米称为加强甜玉米, 综合了普甜和超甜的优点, 含糖量高且具有糯性。

甜玉米品质通常包括食用品质、营养品质、加工品质和商业品质。食用品质也称为适口性或蒸煮品质, 主要体现在甜度、柔嫩度、香味、糯性、风味等方面; 营养品质是品质的基础, 主要包括糖分、淀粉、氨基酸、脂肪、蛋白质等营养成分。研究表明, 甜度受糖分含量和组成的影响; 水溶性多糖(WSP)的含量及其与不溶成分的比率影响糯性和风味; 柔嫩度主要取决于果皮厚度和细胞壁成分。

在甜玉米遗传育种研究中, 对含糖量遗传效应的报道较多。赵仁贵等(2000)发现甜玉米含糖量遗传属于数量性状, 符合加性—显性遗传模型, 加性效应起主要作用。含糖量性状遗传力较高, 早代选择有效。董海合等(2004)以 9 个普通甜玉米自交系组配 36 个杂交组合, 结果表明, 影响甜玉米品质的天冬氨酸以加性效应为主; 蔗糖、蛋氨酸、脯氨酸以非加性效应为主; 加性效应和非加性效应对可溶糖总量、可溶糖—蔗糖、干物质、甘氨酸、丝氨酸、赖氨酸、精氨酸几乎同等重要。王振华(1998)指出, 甜玉米的可

收稿日期: 2007-03-04

作者简介: 王娜(1979-), 女, 满族, 硕士, 主要从事特种玉米高产优质栽培技术研究。E-mail: dsxs2002@163.com
史振声为本文通讯作者。Tel: 024-88421178
E-mail: shi.zhensheng@163.com

溶性糖主要是蔗糖,与可溶性固形物呈极显著的正相关,与嫩度值、干物质含量呈负相关,但可溶性多糖与其它品质性状相关均不显著。说明对含糖量的选择不会影响甜玉米的风味和嫩度。进一步对一些农艺性状分析表明,甜玉米应选择穗柄较短、苞叶较少、茎含糖较高的类型,分蘖的存在并不影响甜玉米品质。乐素菊等(2003)认为蔗糖是超甜玉米可溶性糖的主要组成部分,对甜度起着主导作用。食用口感不仅受子粒糖含量的影响,也与子粒粗纤维含量密切相关,粗纤维含量愈高,口感愈粗糙,粗纤维含量与蔗糖含量呈显著负相关。有研究表明,基因型对甜玉米子粒的糖分转化有重要的决定作用。利用基因工程方法阻断甜玉米子粒糖分的转化过程,可大大提高甜玉米品质。胡建广等(2002)已开展此方面的研究,初步结果表明,硝酸银和激动素等可以明显抑制甜玉米子粒的糖分转化。

淀粉含量的高低间接影响甜玉米含糖量。赵元增(2002)对超甜型玉米淀粉含量配合力分析表明,淀粉性状受加性和非加性效应,同时还受到细胞质基因的影响,淀粉性状的GCA在各亲本间、SCA在各组合间均存在显著差异。祁新等(2006)对吉甜6号研究表明,可溶性糖、蛋白质、淀粉和脂肪的广义遗传力均较高,顺序为可溶性糖>淀粉>蛋白质>脂肪,并且相关显著。因此,建议在育种中要处理好它们之间的关系,提高含糖量的同时更要注意营养成分的平衡。

柔嫩性直接影响甜玉米的食用品质,因而改善果皮的柔嫩性是重要的育种目标。Wolf等首次使用测微计测量甜玉米的果皮厚度,Tracy等和Helm等对超甜玉米胚乳类型和突变体对果皮厚度的影响作过相关研究。Bailey等报道,果皮柔嫩性与果皮厚度呈显著负相关,果皮越薄,嫩性越好。甜玉米的果皮厚度是一个很复杂的品质遗传性状,其遗传规律研究有相当的难度。乐素菊等(2003)发现不同品种的果皮厚度差异明显。这种差异在灌浆前期更为明显,主要表现为胚背面的果皮较胚面薄,之后这种差异逐渐缩小。同时认为,超甜玉米在授粉后14~18 d粗纤维含量较低,食用品质较佳,这与胚背面的果皮厚度保持较低的水平有一定关系。禹玉华等(2003)应用灰色关联分析法对超甜玉米乳熟期种皮厚度与其他主要农艺性状间的相关性进行分析,发现种皮厚度与其他10个农艺性状间的关联度排序为:穗行数>行粒数>株高>穗重>穗粗>穗位>穗长>单穗粒重>单穗净重>可溶性多糖含量。

罗高玲等(2005)对多隐纯合体甜玉米主要品质性状的遗传规律进行分析,发现甜玉米授粉后18 d果皮厚度与青穗产量呈极显著的正相关,而可溶性糖、蛋白质、脂肪、含水量4个品质性状与青穗产量相关不显著,各主要品质性状间相关不显著。建议在选择高产量时,应注意对果皮厚度进行选择。

李余良等(2004)用显微测微尺测定了8个超甜玉米自交系(54.97~73.04 μm)和11个品种(50.58~81.75 μm)的果皮厚度,测定结果与品尝评定基本一致,证明其是一种准确、快速、方便的定量测定方法。果皮定量化测定结果可以作为超甜玉米品种品质评定和种质鉴定的重要依据。

2 栽培措施对甜玉米品质的影响

2.1 播期对甜玉米品质的影响

王玉兰(1994)指出,播期对甜玉米各性状的影响最大。潘大仁(1998)以超甜玉米20号为材料,通过不同播期试验对超甜玉米生长发育中的光合特性和品质进行了研究。结果表明,适时早播有利于提高光能利用率,进而提高产量和品质。胡金和等(2001)在南昌地区对穗甜1号在7月28日至8月22日时段内进行秋播试验,发现随播种时间的推迟,采收期延长,植株性状及经济性状变差,产量下降。辜建清(2003)对引自美国的超甜玉米金银粟在福建地区进行8月18日至9月1日秋播试验,同样发现随着播期推迟,气温下降,生育期延长,营养生长变短,果穗性状变劣,产量下降,直接影响经济效益。郑威等(2006)以美国雷桥公司引进黄油甜于4月18日至6月19日进行播期试验。在通辽地区的试验结果表明,前两期覆膜播种在穗长、穗粗、单穗重及穗柄长度等方面均具有显著优势,直播各播期的穗部性状晚播好于早播,产量随播期的变化规律不明显,但病虫害随播期后延而加重。刘翠英(2006)研究认为,在榆林种植超甜1号,适宜的播种期为4月下旬至5月上旬;在4月初播至6月上旬终播,一般可以成熟,但经济产量变化较大。张胜等(2000)在呼和浩特地区试验,结果表明,播种期不改变子粒及其品质形成趋势,但对数学模型参数如Logistic方程、倒数方程或一元三次方程有不同程度影响。早播百粒重、淀粉、脂肪含量显著高于晚播,而子粒含水量、蛋白质含量显著低于晚播,4月15日至30日是适宜播期。王晓明等(2000)在广州地区试验证明,超甜玉米的最适宜播种期为2月下旬至4月上旬和8月中下旬,且春播鲜穗产量高于秋播,可以周年性播种。陆

铭昌等(2003)在上海对申甜 1 号不同播种期试验的结果表明,该品种在上海地区露地直播的适宜播期为 4 月上旬至 8 月中旬。此期播种的申甜一号产量高、果穗大、口感好、品质佳。邓日烈(2005)通过对穗甜 1 号、粤甜 3 号和佛甜 1 号在佛山地区的试验表明,播期对甜玉米籽粒 N、P、K 及可溶性糖的积累有一定影响,且因品种不同而异。穗甜 1 号最佳播期在 9 月份,粤甜 3 号最佳播期在 3 月份和 9 月份。佛甜 1 号在不同播期的 N、P、K、可溶性糖,各指标变幅不大,所以佛甜 1 号可以全年播种。

2.2 密度对甜玉米品质的影响

对甜玉米的栽培密度研究多见于高产栽培试验或通过密度调整穗形。刘勋甲(2000)指出,根据不同用途和消费习惯可采用不同的种植密度。石建尧(2002)以超甜 3 号和特甜 1 号为材料,证明甜玉米果穗的产量在一定范围内随密度增加而增加,而当每公顷超过 67 500 株时鲜穗产量开始下降;甜玉米果穗的质量则随密度的增加而下降,公顷植 52 500 株以内下降不明显,60 000 株以上下降明显,果穗变小、秃尖增长,出籽率降低,商品性差。方志俊(2002)以超甜 3 号和特甜 1 号为材料,发现在一定种植密度范围内鲜穗产量随种植密度加大而提高,而种植密度达到 75 000 株/hm²时反而下降。果穗的商品性则随种植密度的提高而下降,最明显的是果穗变小,秃尖增长,出籽率降低。黄聪敏等(2005)试验表明,闽甜 107 密度在 67 500 株/hm²时,干物质积累量最大、产量最高。

2.3 施肥对甜玉米品质的影响

肥料种类、施量、施肥次数都可影响甜玉米的品质。陈英取(1993)采用三因子二次回归正交设计,以超甜 20 号为材料试验,结果表明,氮、磷、钾用量对商品鲜苞有显著的增产作用,其影响顺序为:氮>钾>磷。同时发现,施 N 超过 273 kg/hm²则引起鲜穗减产,经济效益下降;钾肥显著影响甜玉米鲜苞产量,其增产效果远在磷肥之上。增施钾肥可显著增加甜玉米鲜粒水溶性糖含量,改善其品质。

史振声(1994)研究发现,增施钾肥可提高甜玉米子粒多种营养物质含量和茎秆含糖量,但过量施钾会导致糖和脂肪代谢紊乱,反而产生抑制作用。裴润梅(2003)对甜玉米施用微生物肥进行试验,结果认为,玉米叶片中的硝酸还原酶活性增强,促进了植株的氮代谢,有利于蛋白质形成,使品质得到提高。还有人对微量元素对甜玉米品质的影响进行了试验。武伦福(2000)认为锌肥可以显著的增加甜玉

米子粒锌元素及钙镁等其他元素的含量,改善甜玉米品质,但未见更多报道。黄聪敏等(2005)以闽甜 107 为材料,发现在一般土壤肥力条件下增施钾肥可提高子粒的营养物质含量,在施钾水平为 225 ~ 300 kg/hm²时,糖、蛋白质、脂肪和赖氨酸含量显著提高,超此范围对其形成和积累则有抑制作用,这与史振声等(1994)报道结果相一致。

吴玉群等(2006)提出施植物氨基酸液肥在一定程度上可改善甜玉米的商业品质。有增加穗长、缩短秃尖、加大穗粗和增加穗行数的作用;同时粒长增加,出籽率和百粒重提高,改善了加工品质。

余东波(2006)利用沼气对甜玉米进行处理,发现子粒中可溶性灰分、可溶性固形物、还原糖和总糖含量增加,维生素 C 和总酸含量减少。通过子粒化学元素分析发现,沼液浸种能增加子粒对大多数元素的吸收。

2.4 采收期对甜玉米品质的影响

采收期不仅影响甜玉米品质,也与经济效益有关系。采收过早,水分多、内容物含量少、口味淡、产量低;反之,皮厚渣多、含糖量低、风味也淡。判断采收适期的标准虽然较多,但主要采用含水量和含糖量两个指标。梁鸿秋(1989)认为普通甜玉米的合适采收期为授粉后 18 ~ 26 d,积温为 306.2 ~ 420.2℃,加强甜玉米合适采收期应在授粉 20 d 后。徐明时等(1995)研究了超甜玉米不同品种春秋两季子粒最高含糖量出现时期与授粉后天数、有效积温和子粒含水量等因子的相关性。结果表明,子粒含水量随授粉后天数的增加而不断降低,两者呈极显著负相关。含水量降至 70%左右时,一般可以维持几天的相对平稳,但因品种不同而异。综合食用和其他品质指标,含水量为 70%左右时为适摘期。翟广谦等(1997)通过对甜玉米灌浆期子粒含水率、含糖量、呼吸强度、风味、食味的测定认为,甜玉米适采期以授粉天数指标一般比较稳定,年度间差异也较小。因此在对品质综合评价的基础上,加上有效积温确定适宜采收期更为方便实用。

甜玉米的早熟品种较多,在我国很多地区可常年或多季种植。薛珠政(1999)提出甜玉米秋季灌浆期温度低于春季,最佳采收时间要比春季推迟。即春季应在授粉后 18 ~ 21 d 采收含糖量最高,含水量在 66% ~ 70%。秋季采收期应在授粉后 20 ~ 25 d,此时可溶性固形物含量达最高。

3 运输中的甜玉米保鲜

甜玉米采收时正处于高温季节,细胞代谢旺盛,失水非常快,采收后必须立即采取保鲜措施。如果短时间内无法完全出售,要尽可能地放在阴凉低温处,也有人提出在运输过程中可以加入少量的碎冰块,并尽快进行贮藏加工。

4 结 论

对甜玉米品质的影响因素研究已经取得了一些进展,但在某些方面还存在明显不足。已有研究表明,密度、肥料、播期等栽培措施与甜玉米品质密切相关,但此内容研究不多,深度还不够;采收期对品质和产量的影响及调节作用缺少量化指标;同时,对甜玉米品质的理论研究较多,而能应用到实践和指导农民生产的技术较少。

我国南方对甜玉米的认知程度要远远好于北方,其消费量和产业也相对较好。因此,也产生了南北方科研和产业发展失衡现象。我国甜玉米多为温带血缘,耐寒、耐热的广适性品种较少,也是育种工作者今后的努力方向。此外,对甜玉米养分以及香味的生化机制研究也具有重要意义。

参考文献:

- [1] 郑洪建,顾卫红,等.甜玉米研究现状及发展[J].上海蔬菜,2001(2):12,42.
- [2] 王世恒,冯凤琴,等.超甜玉米营养品质分析[J].玉米科学,2004,12(1):61-62.
- [3] 赵仁贵,等.加强型甜玉米含糖量性状的遗传研究[J].吉林农业大学学报,2000,22(4):32-35.
- [4] 董海合,李凤华,等.甜玉米子粒品质性状的配合力分析[J].天津农业科学,2004,10(4):17-21.
- [5] 王振华.甜玉米品质与部分农艺性状的相关分析[J].玉米科学,1998,6(2):22-25.
- [6] 乐素菊,等.超甜玉米子粒乳熟期碳水化合物变化及食用品质[J].华南农业大学学报(自然科学版),2003,24(2):9-11.
- [7] 胡建广,尹艳.我国甜玉米保鲜研究进展[J].广东农业科学,2002(5):21-23.
- [8] 赵元增.超甜玉米淀粉含量的配合力分析[J].河南农业科学,2002(2):7-9.
- [9] 祁新.超甜玉米品质性状的遗传分析[J].吉林农业大学学报,2006,28(2):136-138.
- [10] Wolf M J, Cullim, Helm J L, et al. Measuring thickness of excised mature corn pericarp[J]. Agron., 1969, 61: 777-779.
- [11] Tracy W F, Schmidt D A. Effect of endosperm type on pericarp thickness in sweet corn inbreds[J]. Crop Sci., 1987, 27: 692-694.
- [12] Helm L, Zuber M S. Effect of harvest date on pericarp thickness of dent corn[J]. Can. plant Sci., 1970, 50: 411-413.
- [13] Bailfydm, Bailetrm. The relation of the pericarp to tenderness in sweet corn[J]. Proc. Amer. Soc. Hort Sci., 1938, 36: 555-559.
- [15] 罗高玲,等.多隐纯合体甜玉米主要品质性状的遗传规律[J].玉米科学,2005,13(3):6-9.
- [16] 李余良,等.用显微测微尺测定超甜玉米果皮厚度初报[J].广东农业科学,2004(增刊):48-49.
- [17] 王玉兰,乔春贵,等.播期和施肥方式对甜玉米主要数量性状的影响[J].吉林农业科学,1994,1:15-17.
- [18] 潘大仁.不同播期超甜玉米光合特性与产量的初步研究[J].福建农业大学学报,1998,27(4):402-404.
- [19] 胡金和.穗甜1号玉米秋种播期试验[J].江西农业科技,2001,5:12-13.
- [20] 辜建清.超甜玉米金银粟秋植不同播期试验[J].福建农业科技,2003,5:24.
- [21] 郑威,等.播期对甜玉米生长及产量的影响[J].作物杂志,2006,1:21-23.
- [22] 刘翠英,刘宝云,米生利.榆林市露地超甜玉米适宜播种期试验研究[J].榆林学院学报,2006,16(4):7-8.
- [23] 张胜,等.播种期对春玉米子粒及其营养品质形成的影响[J].内蒙古农业大学学报,2000,21(12):26-29.
- [24] 王晓明,等.超甜玉米周年性生产性能及适宜播种期研究[J].仲恺农业技术学院学报,2002,15(3):8-12.
- [25] 陆铭昌,等.水果甜玉米播种期试验初报[J].上海农业学报,2003,19(4):120-123.
- [26] 邓日烈.不同播期对甜玉米籽粒 NPK 及可溶性糖的积累的影响研究[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2005,23(3):58-61.
- [27] 刘勋甲,高翔.不同播种密度及不同施肥次数对超甜玉米产量的影响[J].长江蔬菜,2000,10:37-39.
- [28] 石建尧.不同密度对超甜玉米鲜穗产量质量的影响[J].种子科技,2002(6):350-351.
- [29] 方志俊,徐仁政.密度对甜玉米鲜穗产量和质量的影响[J].浙江农业科学,2002(2):84-85.
- [30] 黄聪敏,等.密度和施钾水平对闽甜 107 产量和品质的影响[J].福建农业学报,2005,20(增刊):93-96.
- [31] 陈英取,张承林.氮磷钾用量及配比对甜玉米产量与品质的影响[J].华南农业大学学报,1993,14(1):33-38.
- [32] 史振声,张喜华.钾肥对甜玉米子粒品质和茎秆含糖量的影响[J].玉米科学,1994,2(1):77-80.
- [33] 裴润梅,梁和.桂乐牌微生物肥料对甜玉米产品品质及土壤特性的影响[J].中国农学通报,2003,19(4):131-133.
- [34] 武伦福,简华强.富锌甜玉米生产方法[J].广州食品工业科技,2000,16(2):28,55.
- [35] 黄聪敏,等.密度和施钾水平对闽甜 107 产量和品质的影响[J].福建农业学报(增刊),2005,20:93-96.
- [36] 吴玉群,等.植物氨基酸液肥对甜玉米产量及生理指标的影响[J].玉米科学,2006,14(5):130-133.
- [37] 余东波.沼液对甜玉米幼苗素质、产量和品质影响的试验研究[J].可再生能源,2006(2):42-44.
- [38] 梁洪秋,宋同明,等.采收期、贮藏温度和贮藏时间对不同基因型甜玉米品质的影响[J].北京农业大学学报,1989,15(4):371-376.
- [39] 徐明时,顾宏辉,褚田芬.不同基因型甜玉米采摘期的研究[J].玉米科学,1995,3(2):29-31.
- [40] 翟广谦,陈永欣,田福海.甜、糯玉米鲜食期品质变化及保鲜技术研究[J].山西农业科学,1997,25(1):24-27.
- [41] 薛珠政,胡润芳,等.甜玉米采青期的确定及采后保鲜技术研究[J].福建农业学报,1999,14(增刊):14-17.

(责任编辑:朴红梅)