

毛鑫, 宇鑫, 王鹏飞, 等. 不同品种甜高粱茎秆中糖分积累规律的研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 77-79.

不同品种甜高粱茎秆中糖分积累规律的研究

毛鑫, 宇鑫, 王鹏飞, 常方照, 段可, 张宁, 李玥莹

(沈阳师范大学化学与生命科学学院, 辽宁沈阳 110034)

摘要:为明确甜高粱茎秆的含糖量积累规律,应用液相色谱法,测定了 12 个品种的甜高粱茎秆在不同生长时期的总糖、葡萄糖、蔗糖、果糖含量。结果表明:蔗糖含量是影响总糖含量变化的主要因素;茎秆中果糖含量与葡萄糖含量具有显著正相关($R=0.82, P<0.01$),果糖与蔗糖无显著相关性,葡萄糖与蔗糖呈正相关($R=0.341, P<0.05$);在生长最旺盛的拔节期,蔗糖含量是整个生长发育时期中的最低值,成熟期蔗糖含量达到最高峰,说明生长发育前期,蔗糖主要被分解用于甜高粱的快速生长,而生长后期被用来存储积累。

关键词:甜高粱;糖代谢;不同时期;糖分积累

中图分类号: S514.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0077-03

随着经济和社会的高速发展,能源的需求量越来越大,能源短缺和温室气体已经成为各国面临的重大问题,在国内外石油价格不断上涨的情况下,世界各国都在积极探索利用可再生能源^[1-3]。甜高粱具有适应性强、抗旱、耐涝、耐盐碱^[4]等优点,且生长迅速,糖分积累快^[5],生物学产量高,不仅能够作青贮饲料,还可生产燃料乙醇^[6],因而对于缓解能源危机具有重大意义。高效液相色谱法是在色谱法的基础之上发展起来的^[7],是色谱法的一个重要分支,以液体为流动相,采用高压输液系统,将具有不同极性的单一溶剂或不同比例的混合溶剂、缓冲液等流动相泵入装有固定相的色谱柱,在柱内各成分被分离后,进入检测器进行检测,从而实现了对试样的分析。该方法已成为化学、医学、工业、农学、商检、法检等学科领域中重要的分离分析技术。本研究以不同品种甜高粱作为试材,应用高效液相色谱法测定糖含量,研究甜高粱茎秆不同时期糖的累积规律,以期选育含糖量高的优良品种奠定一定的基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

甜高粱:辽甜 1 号、辽甜 2 号、辽甜 3 号、辽甜 4 号、辽甜 5 号、辽甜 6 号、辽甜 7 号、辽甜 9 号、辽甜 10 号、辽甜 12 号、9198A3 × (111 × 1022)、矮四 A3 × (111 × 1022),由辽宁省农业科学院提供。

1.2 高效液相色谱法测定总糖、蔗糖、葡萄糖、果糖含量

1.2.1 总糖的提取 在拔节期、抽穗期和成熟期分别取甜高粱茎秆 0.5 g,用 3 mL 蒸馏水溶解于研钵中,将其制成匀浆导入离心管中。再用 7 mL 蒸馏水冲洗研钵 1~2 次,转入上述离心管中,在 5 000 r/min 下离心 15 min。取上清液于大试管中,定容至 100 mL,用于测定总糖含量。3 次重复。

1.2.2 总糖含量的测定 采用蒽酮比色法^[8]测定甜高粱中

可溶性总糖的含量。

1.2.3 蔗糖、葡萄糖和果糖的测定 在拔节期、抽穗期、成熟期分别取甜高粱茎秆 0.5 g,在 5 000 r/min 下离心 15 min,取上清液。利用高效液相色谱法进行分析,色谱柱为 Agilent Zorbax NH₄ 4.6 mm × 250 mm (5 μm),色谱条件为:流动相(乙腈:超纯水 = 70:30),流速为 1.0 mL/min, NH₄ 柱,柱温 35 ℃,每次进样量为 20 μL,安捷伦 G1362A 示差检测器。3 次重复,每次重复保证为一个独立的样品^[9]。

1.3 数据分析

利用 Excel 及 SPSS 12.0 对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 甜高粱茎秆中总糖含量分析

在 3 个生长时期内,茎秆中可溶性总糖的含量呈上升趋势,拔节期、抽穗期总糖含量变化不显著,而到成熟期时增长得很迅速。辽甜 9 号的可溶性糖含量最多,辽甜 4 号含量最少(图 1)。

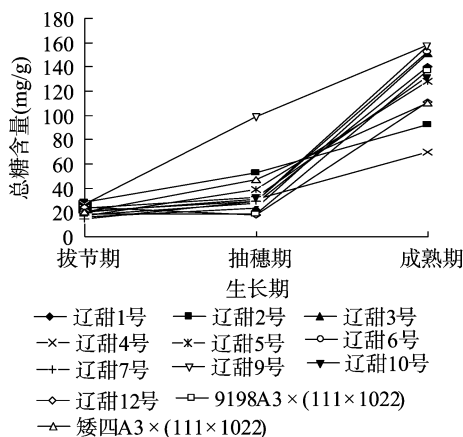


图1 不同品种甜高粱不同生长时期茎秆中总糖变化趋势

2.2 甜高粱茎秆中蔗糖含量与总糖含量的相关性

在 12 个品种甜高粱茎秆中,辽甜 9 号的蔗糖含量最高,并且在整个生长时期中一直呈显著增长,而辽甜 4 号的蔗糖含量最低,与总糖的变化趋势相近(图 2)。对这 12 种甜高粱

收稿日期:2013-06-04

基金项目:辽宁省教育厅项目(编号:L2012387)。

作者简介:毛鑫(1989—),女,辽宁营口人,硕士研究生,研究方向为甜高粱糖代谢。E-mail:1019578434@qq.com。

茎秆中的蔗糖和总糖进行相关性分析,得出蔗糖与总糖呈极显著正相关($r=0.898, P<0.01$)(图 3)。

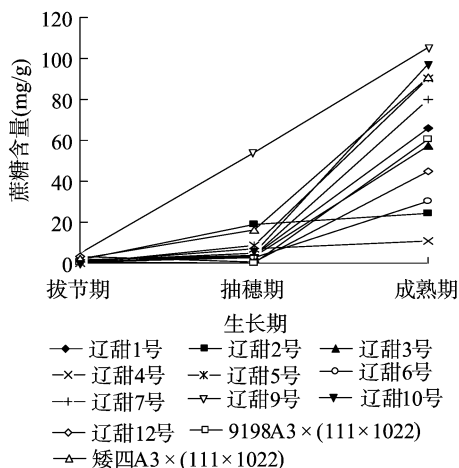


图2 不同品种甜高粱不同生长期茎秆中蔗糖变化趋势

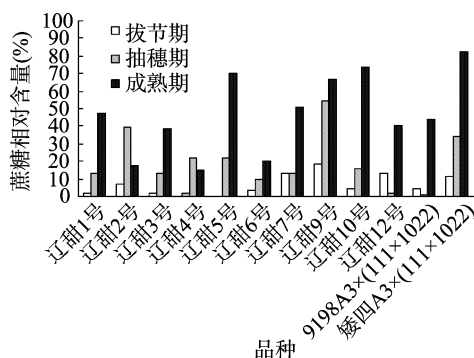


图3 不同品种甜高粱不同时期茎秆中蔗糖在总糖中所占比例

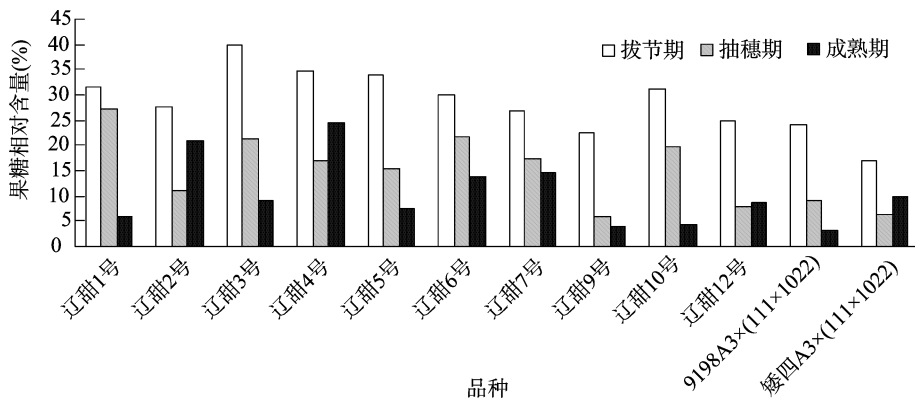


图5 不同品种甜高粱不同时期茎秆中果糖在总糖中所占比例

3 讨论

3.1 成熟甜高粱茎秆中糖分主要存在形式

甜高粱茎秆中的含糖量极为丰富,许多科学家研究过果糖、葡萄糖、蔗糖的含量^[10-12],但是对各种可溶性糖之间的相关性及其相对含量却不是很清楚。本研究通过对 12 个甜高粱品种茎秆的果糖、葡萄糖、蔗糖和可溶性总糖含量变化的分析发现,果糖含量与葡萄糖含量具有极显著正相关性($r=0.82, P<0.01$),果糖与蔗糖无显著相关性,葡萄糖与蔗糖呈

2.3 甜高粱茎秆中果糖含量与总糖含量的相关性

在这 3 个生长期中,抽穗期果糖含量最低,成熟期果糖含量最高(图 4)。尽管成熟期茎秆中果糖含量最高,但是拔节期的果糖相对含量却是最高。这表明在成熟期果糖并不是主要的贮存物质,它可能转化成蔗糖储存在茎秆中。对这 12 种甜高粱茎秆中的果糖和总糖进行相关性分析得出,果糖与总糖呈极显著正相关($r=0.584, P<0.01$)(图 5)。

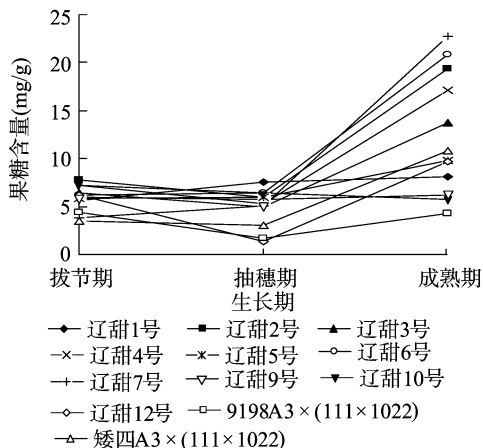


图4 不同品种甜高粱不同生长期茎秆中果糖变化趋势

2.4 甜高粱茎秆中葡萄糖含量与总糖含量的相关性

在拔节期和抽穗期,葡萄糖的含量几乎没有变化;在成熟期,葡萄糖的含量开始逐步增加达到最大值(图 6)。与茎秆中的果糖相同,葡萄糖的相对含量也是在拔节期时达到最高峰,在成熟期达到最低值。这表明葡萄糖并不是最终的贮存物质,它最后要转化成蔗糖储存起来。对这 12 种甜高粱茎秆中的葡萄糖和总糖进行相关性分析得出,葡萄糖与总糖呈极显著正相关($r=0.564, P<0.01$)(图 7)。

显著正相关($r=0.341, P<0.05$)。此外,只有蔗糖的含量及相对含量到成熟期一直持续着最高值,而果糖、葡萄糖的含量在成熟期达到了最大值,但是相对含量在成熟期不是最大值,而是在拔节期达到最大。这就表明果糖和葡萄糖在拔节期含量的显著增加是为成熟期合成蔗糖提供物质基础,蔗糖主要被分解为 UPG 和果糖用于甜高粱的快速生长;到生长后期,甜高粱以积累糖类物质为主,甜高粱茎秆是糖分储存的主要器官。因此,蔗糖含量的变化是影响甜高粱体内总糖含量的根本原因,蔗糖是甜高粱茎秆糖分存在的主要形式,这

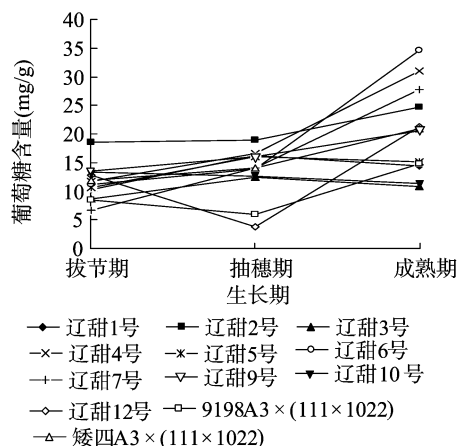


图6 同品种甜高粱不同生长期茎秆中葡萄糖变化趋势

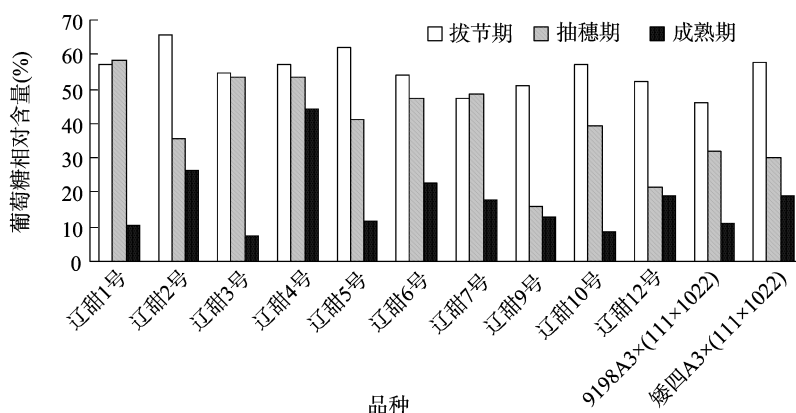


图7 同品种甜高粱不同时期茎秆中葡萄糖在总糖中所占比例

4 结论

通过对 12 个品种甜高粱茎秆中不同时期果糖、葡萄糖、蔗糖和可溶性总糖的含量变化的研究,得出以下结论:(1)甜高粱成熟期糖积累以蔗糖为主;(2)茎秆中的蔗糖含量与总糖含量具有显著的正相关性,说明蔗糖含量是影响总糖含量变化的总因素;(3)茎秆中果糖含量与葡萄糖含量具有显著正相关性($r = 0.82, P < 0.01$),果糖与蔗糖含量无显著相关性,葡萄糖与蔗糖含量呈正相关性($r = 0.341, P < 0.05$);(4)在成熟期,12 个甜高粱品种中,辽甜 9 号的蔗糖含量和总糖含量最高,辽甜 4 号最低。

参考文献:

- [1] Dalvi U S, Chavan U D, Shinde M S, et al. Effect of staggered planting on stalk yield, sugar content and ethanol yield of sweet sorghum for increasing harvest window[J]. Sugar Tech, 2012, 14(2): 144 - 147.
- [2] Ledbetter K, AgriLife T. Researchers test sweet sorghums for ethanol[J]. Southwest Farm Press, 2010, 37(20): 18.
- [3] Ratnavathi C V, Chakravarthy S K, Komala V V. Sweet sorghum as feedstock for biofuel production: a review[J]. Sugar Tech, 2011, 13(4): 399 - 407.
- [4] 刘晓辉, 杨明, 杨泉女, 等. 南北甜高粱主要性状比较研究[J]. 佛山科学技术学院学报: 自然科学版, 2012, 30(3): 31 - 34.

也与 Weschke 等的结论^[13]基本一致。

3.2 优势品种的选择

通过对 12 个品种甜高粱的茎秆总糖、葡萄糖、蔗糖、果糖含量的测定,发现从拔节期到成熟期,辽甜 12 号、9198A3 × (111 × 1022) 甜高粱品种葡萄糖的含量先降低后升高,其他品种的葡萄糖含量是逐渐增加的,辽甜 9 号在拔节期的葡萄糖相对含量是最大的,辽甜 4 号最低;蔗糖含量方面,所有品种的甜高粱蔗糖含量都是显著增加的,其中辽甜 9 号的蔗糖含量是最多的,辽甜 4 号最低;果糖方面,辽甜 12 号、9198A3 × (111 × 1022)、矮四 A3 × (111 × 1022) 的果糖含量先降低后升高,其他品种持续升高,辽甜 3 号、辽甜 9 号、辽甜 10 号的果糖相对含量最高,辽甜 4 号最低。综上所述,辽甜 9 号的蔗糖转化率相对是最高的,在 12 个品种中应该为较为优势的品种。

- [5] 梅晓岩, 刘荣厚, 曹卫星. 植物生长调节剂对甜高粱茎秆贮藏中糖分变化的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 179 - 184.
- [6] 王黎明, 焦少杰, 姜艳喜, 等. 甜高粱主要农艺性状的主成分分析[J]. 中国糖料, 2012(2): 7 - 8.
- [7] 孙会敏, 田颂九. 高效液相色谱法简介及其在药品检验中的应用[J]. 齐鲁药事, 2011, 30(1): 38 - 42.
- [8] 张万明, 王志明, 陈开陆, 等. 蒽酮比色法测定马铃薯淀粉深加工工艺废液总糖含量的研究[J]. 光谱实验室, 2010, 27(2): 435 - 440.
- [9] 宋晓晖, 谢凯, 李艳丽, 等. HPLC - ELSD 法测定梨果实中不同种类可溶性糖含量[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(2): 87 - 91.
- [10] 侯昊, 李勇进, 王学华. 甜高粱茎秆糖分及发酵制取乙醇研究进展[J]. 作物研究, 2013, 27(1): 91 - 95.
- [11] 池云花, 王空军, 蒋高明, 等. 甜高粱茎秆糖产量内因调控研究进展[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2011, 42(2): 322 - 328.
- [12] 李金凤. 高粱不同节间含糖量研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(27): 16587 - 16589.
- [13] Weschke W, Panitz R, Gubatz S, et al. The role of invertases and hexose transporters in controlling sugar ratios in maternal and filial tissues of barley caryopses during early development[J]. Plant Journal, 2003, 33(2): 395 - 411.