

甜玉米籽粒营养成分动态变化研究

林 红

(黑龙江省农业科学院 草业研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以美甜 9 号为试材对甜玉米籽粒发育过程中可溶性糖、蛋白质及氨基酸含量的动态变化进行了研究。结果表明:可溶性糖变化呈单峰曲线,乳熟中期含量最高;而蛋白质和氨基酸的含量则恰好相反;同时对其变化原因以及甜玉米品质评价、品质性状、品质性状与农艺性状之间的相关性进行了探讨。

关键词:甜玉米;可溶性糖;蛋白质;氨基酸;品质性状

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)02-0005-03

甜玉米(*Zea mays* L. *saccharata* Sturt)为玉米属中的甜质类型,起源于美洲大陆,世界上种植和食用甜玉米已有 100 多年历史^[1-2]。在欧洲人进入美洲以后甜玉米迅速发展成为庭院植物,17 世纪以后逐步扩展为大田作物,20 世纪初开始商品化,30 年代开始加工制作罐头。甜玉米在美国、日本、韩国、泰国等国家为人们广泛食用。2003 年全世界甜玉米种植面积约 113.3 万 hm^2 ,美国种植面积约 33 万 hm^2 。20 世纪 90 年代,美国玉米罐头进入中国,迅速带动了我国甜玉米的种植,2004 年我国种植甜玉米约 17 万 hm^2 ,其中广东省种植近 9 万 hm^2 ,其它栽培较多的省(市)为广西、云南、浙江、上海、海南、安徽及东北地区的吉林省^[3]。目前,世界上出口量最大的是美国、日本和泰国。随着人们生活习惯的变化,需要量逐年增加^[4-5]。为此,深入研究甜玉米籽粒中营养物质的组分、含量及其动态变化,对进一步开发利用及品质育种具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

供试甜玉米品种为美甜 9 号,引自吉美公司。2008 年春在黑龙江省农业科学院试验地种植,周围 200 m 内没有玉米种植。行距 0.7 m、株距 0.3 m,行长 6 m,种植 50 行。4 月 28 日穴播,田间管理与普通玉米相同。

1.2 方法

1.2.1 可溶性糖含量测定 从开始灌浆(07-22)至蜡熟(08-21)的 30 d 内,每隔 6 d 取样 1 次,共 6 次。取样时,用镊子或刀片剥取完好的甜玉米籽粒,并选取大小一致的籽粒作为测定材料。按照蒽酮法测定甜玉米籽粒中可溶性糖的含量(占籽粒干重的百分比)。

1.2.2 蛋白质含量测定 从开始灌浆(07-22)至完全成熟(09-09)的 50 d 内每隔 10 d 取样 1 次,共 6 次。取鲜嫩籽粒均在 105℃下杀青 10 min,然后在 70~80℃下烘干至恒温。挑选籽粒研成粉末,过 80 目筛,作为测定蛋白质和氨基酸的材料。蛋白质含量测定仪器为 FOSS2300 全自动凯氏定氮仪。

1.2.3 氨基酸含量测定 称取干燥恒重的样品粉末 50 mg 放入预先制好的水解管底部,再装入 6 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HCl 15 mL,加去泡剂(氢氯)1 滴,盖上胶塞,立即用水冷却 3~5 min,然后抽气至无气泡为止,在(110±1)℃的烘箱内水解 24 h。之后将水解液过滤并用无离子水定容至 50 mL,取出滤液 1 mL 置于小烧杯中,再加入 1 mL 无离子水,在水浴锅上蒸干,反复 3 次。最后再加入 0.02 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HCl 1 mL,用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪测定氨基酸含量(占干重百分比)。

2 结果与分析

2.1 甜玉米籽粒可溶性糖含量的动态变化

从灌浆期至蜡熟期,甜玉米籽粒中可溶性糖的含量呈单峰曲线(见图 1)。开始灌浆的籽粒中含糖量最低,仅为 2.2%;随着籽粒的发育膨大,含糖量逐渐升高,至乳熟中期(08-09)达到最大值,为 6.5%;以后又缓慢降低。

收稿日期:2010-11-05

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD01A03);“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2009BAA24B05)

作者简介:林红(1974-),男,黑龙江省阿城市人,硕士,副研究员,从事粮用及饲用玉米种质创新育种研究。E-mail:linhongtt@163.com。

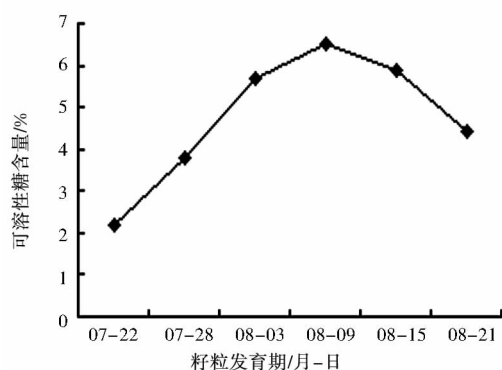


图1 甜玉米籽粒中可溶性糖含量的动态变化

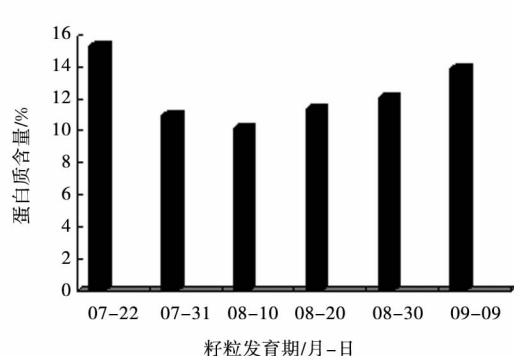


图2 甜玉米籽粒不同发育期的蛋白质含量比较

2.2 甜玉米籽粒中蛋白质含量的动态变化

从图2中可以看出,灌浆初期(07-22)蛋白质含量最高,达到15.3%,随后急剧下降,至乳熟中期(08-10)最低,为10.2%,以后又逐渐提高,至完全成熟时为13.9%,但仍然低于灌浆初期。蛋白质含量的变化恰与可溶性糖的变化相反。

2.3 甜玉米籽粒中氨基酸含量的动态变化

从表1中可以看出:总氨基酸含量的动态变化与蛋白质的变化完全一致,即灌浆初期最高,随后急剧下降,乳熟中期最低,从蜡熟末期至收获期又逐渐增加。从个别氨基酸含量而论,在甜玉米籽粒发育过程中,含量一直处于最高的是谷氨

表1 甜玉米籽粒氨基酸含量的动态变化

%

| 氨基酸 | 取样日期 | | | | | |
|------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 07-22 | 07-31 | 08-10 | 08-20 | 08-30 | 09-09 |
| 谷氨酸 | 3.1505 | 1.6138 | 1.6358 | 1.7577 | 1.8156 | 2.0879 |
| 丙氨酸 | 1.3301 | 1.0372 | 0.9260 | 0.8149 | 0.7804 | 0.9096 |
| 亮氨酸 | 1.1306 | 0.9068 | 0.0068 | 1.1089 | 1.1139 | 1.3200 |
| 天冬氨酸 | 1.0805 | 0.9898 | 0.6680 | 0.6372 | 0.7032 | 0.8469 |
| 脯氨酸 | 0.8106 | 0.7740 | 0.8755 | 0.9771 | 0.8664 | 0.8592 |
| 甘氨酸 | 0.8587 | 0.4227 | 0.3872 | 0.3517 | 0.6867 | 0.6207 |
| 丝氨酸 | 0.8190 | 0.4731 | 0.4562 | 0.4392 | 0.4828 | 0.5904 |
| 缬氨酸 | 0.7329 | 0.5184 | 0.5152 | 0.5118 | 0.5242 | 0.6037 |
| 苏氨酸 | 0.7312 | 0.3721 | 0.3505 | 0.3288 | 0.3707 | 0.4305 |
| 精氨酸 | 0.6652 | 0.4102 | 0.3863 | 0.3623 | 0.4585 | 0.5250 |
| 苯丙氨酸 | 0.6597 | 0.4142 | 0.4446 | 0.4749 | 0.4551 | 0.5559 |
| 异亮氨酸 | 0.5690 | 0.3328 | 0.3275 | 0.3222 | 0.3411 | 0.4065 |
| 酪氨酸 | 0.5641 | 0.3932 | 0.4487 | 0.5032 | 0.4317 | 0.5112 |
| 组氨酸 | 0.3113 | 0.2292 | 0.2364 | 0.2436 | 0.2687 | 0.3070 |
| 赖氨酸 | 0.3199 | 0.3163 | 0.2667 | 0.2171 | 0.3242 | 0.3493 |
| 蛋氨酸 | 0.2910 | 0.2753 | 0.2600 | 0.2467 | 0.2278 | 0.2436 |
| 氨 | 0.2338 | 0.4479 | 0.3787 | 0.3114 | 0.3147 | 0.3972 |
| 总氨基酸 | 14.0645 | 9.6360 | 9.6065 | 9.6067 | 10.1651 | 11.5583 |

酸,其次是丙氨酸、亮氨酸、天冬氨酸;含量最低的是蛋氨酸,其次是赖氨酸和组氨酸。

3 结论与讨论

甜玉米籽粒在乳熟中期可溶性糖含量最高,因而乳熟中期正是鲜食或制作罐头的最好时期。蛋白质含量的变化与可溶性糖的变化相反,这可能与籽粒的发育有关。灌浆初期,正是种胚和种皮形成时期,需要大量的光合产物转化为蛋白质用于种子的形态建成,因而,蛋白质含量高,可溶

性糖含量低。随着籽粒不断发育膨大,光合产物不断形成和积累;乳熟期正是胚乳发育时期,贮藏大量干物质,而可溶性糖正是甜玉米的主要贮藏物质。随着成熟度的提高,一些低分子化合物将转化为大分子化合物,所以蛋白质含量又有所增加。

甜玉米总氨基酸含量的动态变化与蛋白质的变化完全一致,两者的动态变化呈现平行关系,其原因为氨基酸是蛋白质的构成原料。谷氨酸的含

量之所以高,是与其在植物氮素代谢途径中所起的作用分不开的,在植物的氮素代谢过程中,所形成的第一个有机含氮化合物都是谷氨酸或谷氨酰胺。而且,几乎所有的其它氨基酸的生物合成均以谷氨酸为氨基的供体。甜玉米籽粒中必需氨基酸含量并不高,同普通玉米在内的禾谷类作物一样,其籽粒中都相当缺乏赖氨酸、色氨酸等必需氨基酸。

甜玉米品质性状的构成和评价指标。

研究学者和企业生产者通常用果穗的外观品质以及食用和加工品质来评价甜玉米的品质性状。果穗的外观品质包括秃尖长、籽粒光泽度和排列整齐度、旗叶的有无等,而甜玉米食用品质的主要决定因素是籽粒含糖量与组分、水溶性多糖的含量、果皮柔嫩度、香味和含水量等^[6]。企业对加工品质有其具体的要求:籽粒要深(≥ 1 cm)、颜色乳黄色、色泽一致且蒸煮前后籽粒颜色差异不明显;在果穗大小和外观上要求穗行数 14~16 行、净穗长 ≥ 19 cm、穗粗 ≥ 4.5 cm、头尾粗细相对均匀;穗轴白色、花丝绿白色且易去除、乳熟期苞叶顶端松弛等。在《国家农作物品种审定规范——玉米》中对甜玉米的外观和食用品质有具体的综合评价指标,其中外观品质占 30%,蒸煮品质占 70%,总分 90 分以上为一级、75~90 分为二级、75 分以下为三级。

加强甜玉米各个品质性状之间及品质性状与农艺性状之间的相关性研究。

目前,我国东北地区生产及加工利用的甜玉米品种均是引自美国的品种,美国的甜玉米在糖分含量、甜玉米的风味、果皮的柔嫩性和芳香味等性状具有明显的优势,只是在叶部病害方面抗性较差。因此,在甜玉米品质育种中,除了注意糖分

的选择外,还应注意甜玉米的风味、果皮的柔嫩性和芳香味等性状,并结合产量、抗逆性等性状综合选择。祁新等研究指出:超甜玉米鲜籽粒可溶性糖、蛋白质、淀粉和脂肪 4 个品质性状间相关性显著,为此在超甜玉米品质育种中要处理好它们之间的关系,是要在含糖量高的基础上根据人类消化及营养成分需求特点,平衡各品质性状的数量比例^[7];在甜玉米品质性状与部分农艺性状相关性研究中,应注重甜玉米蔗糖含量的选择,同时适当减少苞叶数和缩短穗柄长来间接提高甜玉米含糖量和其它品质^[8]。在今后的甜玉米品质性状相关性研究中,应加强甜玉米果穗籽粒的光泽度、色泽、果皮厚薄、旗叶的有无和香味之间遗传研究及品质性状与抗逆性的相关研究,并且通过这些方面的研究来指导甜玉米育种工作。

参考文献:

- [1] John A J, Labonte D R. Single-kernel analysis for the presence of the sugary enhancer(se) gene in sweet corn[J]. Horticulture Science, 1988, 23(2): 384-386.
- [2] 刘雅楠, 曾孟潜. 甜玉米、笋玉米的起源与遗传[J]. 遗传, 1999, 21(3): 44-45.
- [3] 廖琴. 中国玉米品种科技论坛[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [4] 孙世贤, 张凯, 杨映辉. 我国甜、糯玉米的发展现状与对策[J]. 中国农技推广, 2004(2): 27-29.
- [5] 汪黎明, 孙琦, 孟昭东, 等. 我国鲜食玉米生产育种现状及进展分析[J]. 玉米科学, 2005, 13(3): 35-38.
- [6] 石德权, 郭庆法. 食用玉米研究进展[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2001: 70-78.
- [7] 祁新, 姜硕, 曹丽娟, 等. 超甜玉米品质性状的遗传分析[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 4(2): 136-138.
- [8] 王振华. 甜玉米品质性状与部分农艺性状的相关分析[J]. 玉米科学, 1998, 6(2): 22-25.

Study on Dynamic Changes of the Nutritional Component of Sweet Corn Grain

LIN Hong

(Pratacultural Sciences Institute of Heilongjiang Academy of Agrichltural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The dynamic changes of soluble sugar, protein and amino acid content of sweet corn Meitian No. 9 grain during the development was studied. The result indicated that changes in soluble sugars showed a single peak curve, the highest content in milky medium; while protein and amino acid content were quite the opposite. The reasons for their change, as well as the quality evaluation of sweet corn, the research of quality traits, the correlation research between quality traits and agronomic characters were discussed.

Key words: sweet corn; soluble sugar; protein; amino acid; quality traits