

不同品质类型春玉米子粒灌浆过程中功能叶片蔗糖代谢酶的研究^{*}

杨广东¹, 赵宏伟², 谭福忠¹, 刘兴焱¹, 杨耿斌¹, 何长安¹

(1. 黑龙江省农科院克山农科所, 克山 161606; 2. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘要:以不同品质类型春玉米为研究材料, 研究其灌浆过程中功能叶片蔗糖代谢酶变化与蔗糖的关系及不同品种之间的区别。结果表明: 在整个灌浆期功能叶片的蔗糖代谢酶都呈单峰曲线变化, 蔗糖合成酶和磷酸蔗糖合成酶都影响着叶片中蔗糖的积累, 使功能叶片中的蔗糖含量也呈单峰曲线变化。但不同品种之间又有着一定的差异: 东农早甜中的蔗糖合成与磷酸蔗糖合成酶的关系比东农早粘、四单 19 要密切, 而四单 19 在灌浆期功能叶片中的蔗糖含量与蔗糖合成酶的关系比东农早甜和东农早粘要密切。东农早粘与蔗糖合成酶和磷酸蔗糖合成酶都关系密切。但总体上, 磷酸蔗糖合成酶在光合作用中起着主导作用。

关键词: 春玉米; 蔗糖合成酶; 磷酸蔗糖合成酶; 灌浆期; 功能叶片

中图分类号: S 513 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2006)05-0014-03

Studies of Sucrose Metabolic Enzymes in Function Leaves of Different Quality Spring Maizes

YANG Guang dong¹, ZHAO Hong wei², TAN Fu zhong¹, LIU Xing yan¹,
YANG Geng bin¹, HE Chang an¹

(1. Keshan Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan 161606;
2. Agricultural College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: Using different quality spring maizes, the relation between the change of the sucrose metabolic enzyme of the function leaves at grain filling stage and the sucrose content was studied. The results indicated: In the grain filling period, the trend of sucrose metabolic enzymes was a single peak curve, sucrose content in leaves was influenced by sucrose synthetase and sucrose phosphate synthetase. The trend of sucrose content also was single peak curve, but there were differences among varieties. The relationship of sucrose synthetase and the sucrose phosphate synthetase in Dongnongzaotian was more closer than that in Dongnongzaonian and Sidan 19, while the relation of Sidan19's sucrose content of functional leaves at grain filling stage and sucrose synthetase was closer than Dongnongzaotian and Dongnongzaonian, Generally speaking, sucrose phosphate synthetase played a leading part in the photosynthesis.

Key words: spring maize; sucrose synthetase; grain filling stage; functional leaves

随着经济和技术的发展, 玉米生产由单一的粮用结构转变为饲料、食品工业和加工原料等多元利

用结构。优质专用玉米以优良的加工品质和多种用途而倍受人们青睐, 并越来越具有广阔的发展前

* 收稿日期: 2006-01-05

第一作者简介: 杨广东(1979-), 男, 大庆市肇源县人, 实习研究员, 从事玉米育种研究。

通讯作者: 赵宏伟(1967-), 女, 黑龙江省绥化市人, 副教授, 从事玉米栽培和生理研究。

景^[1,2]。近几年来,高油、高淀粉玉米的育种取得较大突破,部分杂交种已在生产上应用。国内外学者王忠孝等(1986,1990)^[3,4],高群英等(1994)^[5],高荣歧等(1997)^[6],对普通玉米子粒品质成分的形成做了较深入的研究。对子粒中酶活性的分布做了探讨,在发育的玉米子粒中,合成淀粉的原料来自叶片中合成的或淀粉降解产生的蔗糖,通过韧皮部长距离运输至子粒。现已明确,叶片中 SPS、SS 是蔗糖代谢的主要酶,负责蔗糖的合成与降解,其活性直接关系叶片提供底物的数量,影响淀粉的合成^[7,8]。但在不同类型玉米上的报道很少,特别是诸关键酶在不同类型玉米间的相对活性表现及其与淀粉组分的相互关系,目前尚不十分清楚^[9]。玉米叶片中的两种酶 SS、SPS 对蔗糖合成和降解的调节机理有待进一步探讨^[10]。关于高油、高淀粉玉米积累动态、生理生化特性的研究尚少见报道。针对这种情况,试验选取了高甜、高粘和高淀粉三种特用玉米作为试验材料,本研究的目的在于:了解不同类型春玉米在子粒灌浆过程中功能叶片内的蔗糖代谢酶的变化及其差异,探讨春玉米蔗糖的转化机制,从而明确蔗糖代谢酶的作用机制,进而提高子粒中的淀粉含量。为玉米的生理生化研究、品质育种、优质高产栽培和子粒加工利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验品种为东农早甜、东农早粘、四单 19。

1.2 试验设计

本试验在东北农业大院内实验地进行。种植密度 5.5 万株/hm²,小区行长 5 m,6 行区,随机区组设计,3 次重复,4 月 20 日播种,其它管理同一般生产田。

土壤基础肥力:有机质含量 2.56%,全氮 0.134 mg/kg,全磷 0.064 mg/kg,缓效钾 987 mg/kg,碱解氮 146.3 mg/kg,速效磷 44.78 mg/kg,速效钾 143.2 mg/kg,pH 值 6.62。

1.3 试验方法

1.3.1 取样 每一处理选择代表性功能叶片于玉米吐丝后 5、10、15、20、25、30、35 d 取样测定。剪取放入含有冰块的盒内备用。

1.3.2 酶的提取 将叶片擦干净,剔除叶脉及枯黄的部分剪成碎片,称取样品 5 g,加入 40 mL 0.1 M 磷酸缓冲液匀浆,三层纱布过滤,滤液在 -5 °C 30 000 转/min 离心 10 min。

1.3.3 酶的测定 分别取 0.1 mL 果糖、果糖六磷

酸,加入 0.1 mL LUDPG,0.12 mL 1 M Tris,0.05 mL 10 mM MgCl₂ 和 0.2 mL 酶液。将上述反应液分别在 37 °C 下保温 10 min,100 °C 水浴 1 min,加 0.5 mL 水,加 0.1 mL 2 M NaOH,放入沸水浴 10 min,冷却,加入 3.5 mL 30% HCl 和 1 mL 的 0.1% 间苯二酚摇匀,放入 80 °C 水浴 1 min,冷却后,在 480 nm 波长下比色。

1.3.4 蔗糖含量测定 采用间苯二酚比色法。

2 结果与分析

2.1 不同类型春玉米的蔗糖变化

表 1 不同品种功能叶片蔗糖含量测定结果

品 种	吐丝后天数(d)						
	5	10	15	20	25	30	35
东农早甜	0.53	1.42	1.38	1.22	0.83	0.51	0.35
东农早粘	0.68	0.88	1.72	1.58	1.26	0.83	0.43
四单 19	0.73	0.82	1.93	1.88	1.54	1.02	0.59

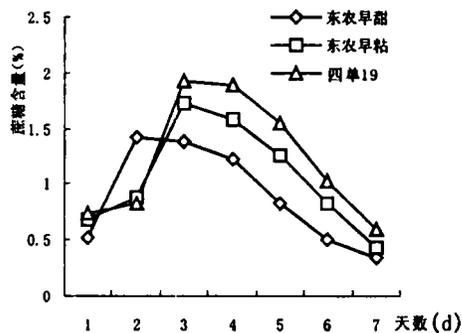


图 1 功能叶片蔗糖含量变化动态

由图 1,表 1 可知:随着玉米吐丝后,灌浆过程的推进,叶片中的蔗糖含量呈单峰曲线变化,在 5~10 d,东农早甜蔗糖含量迅速升高,并在第 10 d 左右达到峰值,然后开始缓慢下降。而东农早粘和四单 19 在 5~10 d 时缓慢增长,在 10~15 d 迅速增长,在 15 d 左右达到峰值,之后二者开始缓慢下降。在 35 d 左右东农早甜、东农早粘、四单 19 都达到蔗糖含量的最低值,而此时东农早甜功能叶片中蔗糖含量最少。

2.2 不同品种类型春玉米灌浆期功能叶片中的蔗糖合成酶的变化

蔗糖合成酶(sucrose synthetase)又名 udp-d-葡萄糖:d-果糖 a-葡萄糖基转移酶(udp d glucose:d fructose a glucosy transferase)。它能利用尿苷二磷酸葡萄糖作为葡萄糖的供体,与果糖合成蔗糖:udpg+果糖=udp+葡萄糖。

由表 2、图 2 可以看出:东农早甜、东农早粘和四单 19 在灌浆期开始后的 5~10 d,功能叶片中的蔗糖合成酶均呈缓慢增长,在 10~15 d 时,三者又

都迅速升高,尤其四单19升高最为迅速。在20d左右,功能叶片中的蔗糖合成酶都达到峰值,之后开始下降,但东农早甜下降的最为迅速,在35d时的蔗糖合成酶下降到三者的最低。东农早粘和四单19在灌浆期20d后蔗糖合成酶也开始下降,但四单19要比东农早粘下降得快。

表2 春玉米灌浆期功能叶片蔗糖合成酶的变化

品种	吐丝后天数(d)						
	5	10	15	20	25	30	35
东农早甜	5.31	12.13	34.15	39.12	26.32	17.48	10.51
东农早粘	7.92	15.32	46.19	53.62	50.13	45.32	35.89
四单19	8.98	18.61	59.12	67.57	61.25	54.12	29.14

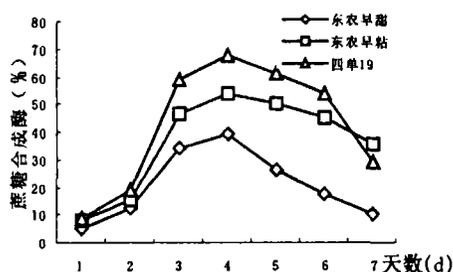


图2 蔗糖合成酶活性动态变化

2.3 不同品种类型春玉米灌浆期功能叶片中的磷酸蔗糖合成酶的变化

磷酸蔗糖合成酶(sucrose phosphate synthetase)也是利用udpg作为葡萄糖的供体,受体为6-磷酸果糖:

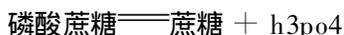


表3 子粒灌浆期间磷酸蔗糖合成酶活性测定结果

品种	吐丝后天数(d)						
	5	10	15	20	25	30	35
东农早甜	17.32	24.12	43.25	37.13	30.21	28.65	13.21
东农早粘	7.92	15.32	46.19	53.62	50.13	45.32	35.89
四单19	19.32	23.31	58.25	46.01	38.52	42.32	16.13

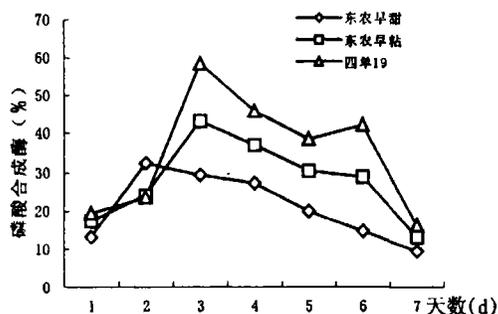


图3 蔗糖磷酸合成酶活性动态变化

由表3、图3可以看到:在5~10d时,东农早甜

的磷酸蔗糖合成酶升高迅速,并于10d左右达到了功能叶片中蔗糖合成酶的峰值,比东农早粘、四单19要提前5d左右。之后一直处于缓慢下降过程中。东农早粘和四单19在10~15d时迅速升高,其中的四单19急剧升高,二者于15d左右达到峰值,然后又都开始下降,于35d时达到最低值。但四单19于30d左右功能叶片中的磷酸蔗糖合成酶却略有升高,随即又迅速下降到最低值。

3 结论与讨论

3.1 春玉米在灌浆期功能叶片中蔗糖、蔗糖合成酶、磷酸蔗糖合成酶变化的基本规律以及与子粒中淀粉合成的关系

不同品种类型春玉米随着灌浆期的推进,东农早甜、东农早粘和四单19的功能叶片中蔗糖、蔗糖合成酶和磷酸蔗糖合成酶都呈单峰曲线变化。三者的峰值出现的时期都与磷酸蔗糖合成酶峰值出现的日期相同,表明磷酸蔗糖合成酶所催化的反应在光合组织中是合成蔗糖的主要途径。蔗糖作为植物中糖分运输的主要途径,光合组织中合成的蔗糖多少直接影响着子粒中的糖分,近而影响着子粒中的淀粉含量。由分析可见,四单19中的蔗糖、蔗糖合成酶、磷酸蔗糖合成酶变化的幅度最大,分别为1.34、58.59、42.12,其次为东农早粘,分别为1.29、46.70、30.04,东农早甜1.07、33.19、23.41。

4.2 不同品种类型春玉米在灌浆期功能叶片中蔗糖与蔗糖合成酶、磷酸蔗糖合成酶之间的差异由图可以看出:东农早甜功能叶片中蔗糖的变化与磷酸蔗糖合成酶呈极大的正相关,曲线变化基本一致,这说明在东农早甜中磷酸蔗糖合成酶比蔗糖合成酶的作用大。在东农早粘中,蔗糖的曲线变化与磷酸蔗糖合成酶曲线基本一致,也说明在东农早粘中,磷酸蔗糖合成酶的作用要比蔗糖合成酶大。在四单19中,蔗糖的含量与蔗糖合成酶密切相关,但从峰值上看,磷酸蔗糖合成酶又决定着峰值,这从一个侧面表明,在植物的光合作用过程中对蔗糖的合成起主要作用的可能是磷酸蔗糖合成酶。

参考文献:

- [1] Song T M (宋天明). Developing production of corn oil in China [J]. Oil Crops of China (中国油料), 1993, (1): 82-85.
- [2] Liu Z X (刘治先). Corn oil and high quality corn breeding [J]. Journal of Maize Sciences (玉米科学), 1996, 4(3): 23-26.
- [3] Wang Z X (王忠孝), Du C G (杜成贵), Wang Q C (王庆成). Changes in main components of different types of maize hybrids during grain filling stage [J]. Plant Physiology Communications

小麦体细胞无性系 91B569 的变异分析^{*}

刘景松¹, 宋天君², 孙 岩¹, 黄景华¹, 张宏纪¹, 刁艳玲¹, 郭 强¹, 王广金¹

(1. 黑龙江省农科院作物育种所, 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省讷河市第一良种场, 讷河 161300)

摘要: 突变系 91B569 与其亲本克 87-183 在农艺性状上存在着较大的变异, 这源于辐射诱变与体细胞无性系变异, 进一步证实了辐射与组织培养是作物育种的有效途径之一。醇溶蛋白分析结果表明, 克 83-187 与其突变系间存在较大的差异, 91B569 增加了第 3, 9, 13, 19 条谱带, 而缺少第 10, 12, 14, 17, 18 条谱带。二者在高分子量麦谷蛋白亚基组成上是相同的, 均为 Glu-1A(1), Glu-1B(7+8) 和 Glu-1D(2+12), 在低分子量麦谷蛋白亚基组成上存在差异, 即 91B569 具有第 2, 4 条谱带, 缺少第 3 条谱带, 说明低分子量麦谷蛋白亚基组成对小麦的品质也有重要影响。

关键词: 小麦; 变异; 体细胞无性系

中图分类号: S 512.032 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2006)05-0017-03

Variation Analysis of Wheat Somaclonal Line 91B569

LIU Jing song¹, SONG Tian jun², SUN Yan¹, ZHANG Hong ji¹, DIAO Yan ling¹, GUO Qiang¹, WANG Guang jin¹

(1. Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. The First Seed Farm, Nèhe 161300)

Abstract: There were a great variation in agronomic traits between 91B569 and its parent Ke87-183. It resulted from mutation and tissue culture, and proved that mutation combining tissue culture was one of approach of crop breeding. The result of gliadin analysis showed that there were difference between mutant and parent, mutant 91B569 with loci No. 3, 9, 13, 19, but without loci No. 10, 12, 14, 17, 18. High molecular weight glutenin subunits were the same in mutant 91B569 and its parent, but mutant 91B569 had No. 2, 4 brand and without 3 brand in low molecular weight glutenin subunits. It meant that low molecular weight glutenin subunit play a important role in wheat quality also.

Key words: wheat; variation; somaclonal line

* 收稿日期: 2006-07-10

第一作者简介: 刘景松(1951-), 男, 哈尔滨市人, 高级农艺师, 从事科研管理工作。

- (植物生理学通讯), 1990, (1): 30-33.
- [4] Wang Z X (王忠孝), Gao X Z (高学曾), Xu J F (许金芳) et al. A study on the grain abortion of maize (Zeamays)[J]. Scientia Agricultura Sinica (中国农业科学), 1986, (6): 36-40.
- [5] Gao Q Y (高群英), Glover D V. The relationship of DNA content on corn endosperm nuclei to kernel traits during kernel development[J]. Acta Agronomica Sinica (作物学报), 1994, 20(1): 46-51.
- [6] Gao R Q (高荣岐), Dong S T (董树亭), Hu C H (胡昌浩) et al. Ultrastructure changes during scutellar development in maize(Zeamays L.)[J]. Acta Agronomica Sinica (作物学报), 1997, 23(2): 232-236.
- [7] Xia S2F(夏淑芳), Yu X J (於新建), Zhang Z Q(张振清). Restraint of photosynthetic production output in leave and starch and sucrose accumulation[J]. Acta Physiology Sinica (植物生理学报), 1981, 7(2): 135-141 (in Chinese with English abstract).
- [8] Evans L T. Crop Physiology- Some case histone Cambridge University[M]. England: Press Cambridge, 1975.
- [9] 刘开昌, 胡昌浩, 董树亭, 等. 高油、高淀粉玉米子粒主要品质成分积累及其生理生化特性[J]. 作物学报, 2002, 28(4): 492-498.
- [10] 张智猛, 戴良香, 胡昌浩, 等. 氮素对玉米淀粉累积及相关酶活性的影响[J]. 研究简报, 2005, 31(7): 956-962.