

文章编号: 1005-0906(2008)01-0115-04

氮素用量对春玉米穗位叶蔗糖合成关键酶活性的影响

陈 洋, 赵宏伟

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘 要: 试验以高淀粉玉米四单 19、普通玉米东农 250、优质蛋白玉米丰禾 10 为材料, 研究氮素用量对春玉米穗位叶蔗糖代谢的影响, 揭示蔗糖合成过程中蔗糖合成酶(SS)和蔗糖磷酸合成酶(SPS)的调节作用。结果表明: 氮素用量适当有利于提高玉米穗位叶蔗糖含量、蔗糖合成酶活性和蔗糖磷酸合成酶活性, 证实了蔗糖合成酶和蔗糖磷酸合成酶能促进春玉米叶片蔗糖积累。

关键词: 玉米; 施氮量; 蔗糖; 蔗糖合成酶; 蔗糖磷酸合成酶

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

Effect of Nitrogen Application on Activities of Key Enzymes of Sucrose Synthesis in the Leaf Located Near the Ear of Spring Maize

CHEN Yang, ZHAO Hong-wei

(Agriculture College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: This experiment utilized high starch maize Sidan19, common maize Dongnong 250, good quality protein maize Fenghe 10 as material, studied on the effect of nitrogen application on the sucrose metabolizing in the leaf located near the ear of spring maize. The research indicated that SS and SPS had controlled sucrose content in process of sucrose synthesis. The results showed that proper rate of nitrogen application could increase the content of sucrose and the activities of SS and SPS in the leaf located near the ear, the SS and SPS could increase the accumulation of sucrose in the leaf located near the ear of spring maize.

Key words: Maize; Nitrogen application; Sucrose; Sucrose synthase; Sucrose phosphate synthase

蔗糖是重要的光合产物, 为植物体内运输的主要物质, 又是碳水化合物积累和贮藏的主要形式。与蔗糖代谢和积累密切相关的酶主要有转化酶、蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶。本试验通过研究氮素用量对春玉米吐丝后穗位叶蔗糖含量、蔗糖合成酶活性和蔗糖磷酸合成酶活性的影响, 确定有利于春玉米叶片蔗糖积累的氮素用量, 为合理施用氮肥提供理论依据, 揭示蔗糖合成酶活性和蔗糖磷酸合成酶活性对春玉米叶片蔗糖的调控作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为高淀粉玉米四单 19、普通玉米东农 250、优质蛋白玉米丰禾 10。

1.2 试验设计

试验于 2004 年在东北农业大学实验实习基地进行。固定磷钾用量, 试验设 4 个氮肥用量处理: N0 (不施氮肥)、N100 (施纯氮 100 kg/hm²)、N200 (施纯氮 200 kg/hm²)、N300 (施纯氮 300 kg/hm²), 施用 P₂O₅ 150 kg/hm²、K₂O 100 kg/hm²。试验采用随机区组设计, 3 次重复。小区行长 6 m, 7 行区, 行距 70 cm。4 月下旬播种, 氮肥的 1/2 作种肥, 1/2 作追肥, 于拔节前施入土壤, 其它管理同一般生产田。

1.3 取样方法

分别于吐丝后 7、14、21、28、35、42 d 取穗位叶,

收稿日期: 2007-10-20

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究项目(10531023)

作者简介: 陈 洋(1980-), 女, 黑龙江人, 硕士研究生, 从事作物生理与高产栽培技术研究。

赵宏伟为本文通讯作者。E-mail: hongweizhao@163.com

于晴天上午 8:30 ~ 10:30 取样,储存用于测蔗糖合成酶(SS)和蔗糖磷酸合成酶(PS);烘干一部分用于测定蔗糖含量。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 蔗糖合成酶(SS)活性测定

(1)粗酶液制备。参照於新建(1985)的方法,略有改动。取玉米穗位叶片,去掉中脉,称 10 g 洗净剪碎,加入 150 mL 磷酸缓冲液(pH 7.0),用匀浆机快速匀浆,4 层纱布过滤,滤液在 4 500 r/min 的情况下离心 20 min,取上清液作为粗酶液。

(2)SS 活性测定。加入 0.05 mol/L 的果糖、UDPG、0.1 mol/L 的 Tris、10 mmol/L 氯化镁和酶提取液。将上述反应液在 37℃下保温,经 100℃水浴 1 min,冷却后加 2 N 的 NaOH,放入沸水浴中 10 min,经流水冷却,加入 30%的盐酸和 1%间苯二酚,摇匀后放入 80℃恒温水浴后冷却,在 480 nm 波长下比色。

1.4.2 蔗糖磷酸合成酶(PS)活性测定

(1)粗酶液制备同 SS。

(2)PS 活性测定。加入果糖六磷酸、UDPG、0.1 mol/L 的 Tris、10 mmol/L 氯化镁和酶提取液。将上述反应液在 37℃下保温,经 100℃水浴 1 min,冷却后加 2 N 的 NaOH,放入沸水浴中 10 min,经流水冷却,加入 30%的盐酸和 1%间苯二酚,摇匀后放入 80℃恒温水浴后冷却,在 480 nm 波长下比色。

1.4.3 蔗糖含量测定

采用间苯二酚比色法。

1.5 数据处理和分析

采用 EXCEL 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 氮素用量对春玉米穗位叶蔗糖含量的影响

表 1 不同品种在不同处理下的穗位叶蔗糖含量
Table 1 The content of sucrose in leaf located near the ear mg/(g·DW)

品 种 Varieties	处 理 Treatment	吐丝后天数(d) Days after spinning					
		7	14	21	28	35	42
四单 19	N0	167.26	144.64	124.64	78.55	54.19	53.32
	N100	170.74	148.99	126.38	85.50	68.98	62.02
	N200	172.48	150.73	127.25	83.76	70.72	64.63
	N300	169.00	146.38	125.51	78.55	68.11	61.15
东农 250	N0	163.78	145.51	124.64	79.42	55.93	55.93
	N100	165.52	148.12	128.99	81.16	66.37	57.67
	N200	166.39	149.86	130.73	82.89	68.11	61.15
	N300	164.65	146.38	127.25	78.55	62.89	55.93
丰禾 10	N0	161.17	143.77	123.77	76.81	52.50	54.19
	N100	163.78	146.38	127.25	81.16	64.63	56.80
	N200	165.52	148.12	129.86	76.81	66.37	60.28
	N300	162.04	146.38	123.77	76.81	63.76	55.06

由表 1 可以看出,春玉米吐丝后穗位叶蔗糖含量呈逐渐下降趋势,并且各品种以吐丝后第 7 天最高。3 个品种在吐丝后表现为 N200>N100>N300>N0,只有四单 19 和丰禾 10 在吐丝后第 28 天时 N100 处理的穗位叶蔗糖含量最高;东农 250 在吐丝后第 28 天表现为 N200>N100>N0>N300。从品种来看,在施纯氮 100、200、300 kg/hm² 情况下,四单 19 穗位叶蔗糖含量较其他品种高,只有吐丝后第 21 天以东农 250 为最高;不施氮时自吐丝后第 14 天东农 250 穗位叶蔗糖含量高于其他品种。

2.2 氮素用量对春玉米穗位叶 SS 活性的影响

从图 1 可以看出,春玉米吐丝后穗位叶中 SS(合

成方向)活性呈单峰曲线变化,在吐丝后第 28 天活性最高。3 个品种处理间酶活性以 N200 最高,N0 最低,N100 和 N300 处理间酶活性呈交替变化且差异较小。从品种来看,穗位叶 SS(合成方向)活性在不施氮情况下吐丝后第 7 天和第 14 天以东农 250 最高,从吐丝后第 21 天开始以四单 19 为最高,各时期均以丰禾 10 最低;在施纯氮 100 kg/hm² 和 300 kg/hm² 情况下吐丝后第 14、21、42 天以四单 19 为最高,在吐丝后第 28 天和第 35 天以东农 250 最高,从吐丝后第 21 天开始以丰禾 10 为最低;在施纯氮 200 kg/hm² 情况下品种间表现为四单 19> 东农 250> 丰禾 10。

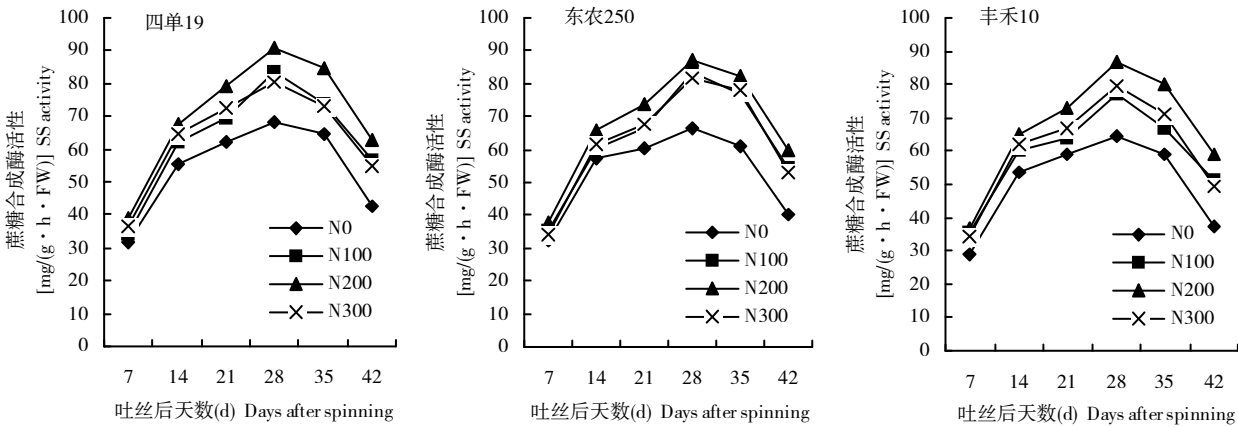


图 1 春玉米穗位叶 SS 活性的变化

Fig.1 Changes of SS activity in leaf located near the ear of spring maize

2.3 氮素用量对春玉米穗位叶 SPS 活性的影响

由图 2 可知,春玉米穗位叶 SPS 活性在吐丝后呈下降趋势,这与穗位叶蔗糖含量的变化趋势相似。四单 19 和东农 250(吐丝后 14 d 除外)两个品种 SPS 活性以 N200 最高,N0 最低,N100 和 N300 处理间酶活性呈交替变化且差异较小。丰禾 10 在吐丝后第 7、14、28、35 天呈 N300>N200>N100>N0 的变化趋

势,吐丝后第 21 天和 42 天的变化趋势与其它品种相同。从品种来看,穗位叶 SPS 活性在不施氮和施纯氮 100 kg/hm² 情况下以四单 19 为最高,但在吐丝后第 42 天的 N100 处理时东农 250 最高;在施纯氮 200 kg/hm² 情况下品种间表现为四单 19> 东农 250> 丰禾 10。

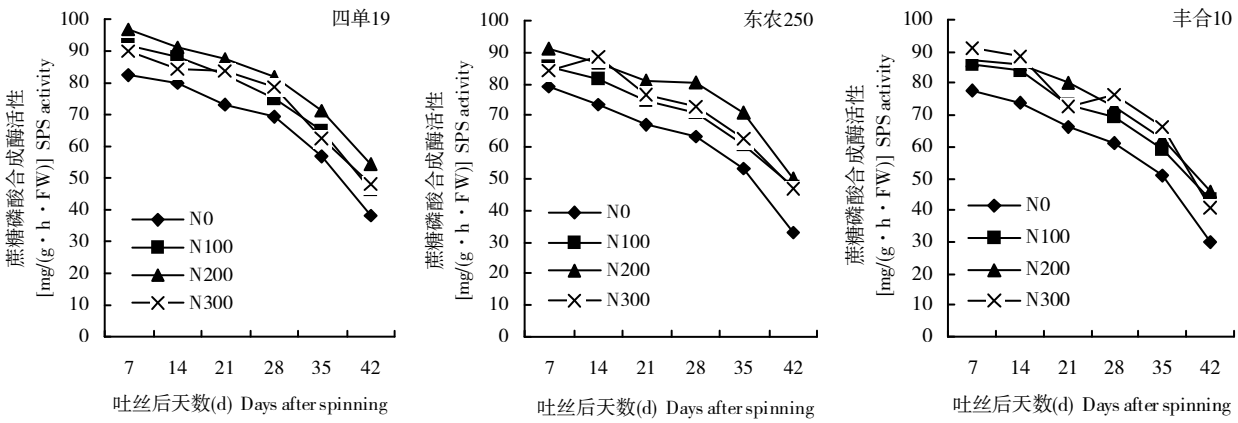


图 2 春玉米穗位叶 SPS 活性的变化

Fig.2 Changes of SPS activity in leaf located near the ear of spring maize

2.4 穗位叶 SS、SPS 与穗位叶蔗糖含量的关系

表 2 穗位叶 SS、SPS 与穗位叶蔗糖含量的相关关系

Table 2 Coefficients of SS activities, SPS activities and sucrose content of leaf located near the ear of spring maize

酶活性	吐丝后天数(d) Days after spinning					
	7	14	21	28	35	42
SS	0.532	0.852**	0.503	0.481	0.856**	0.861**
SPS	0.694*	0.722**	0.422	0.450	0.856**	0.794**

注:** 为 1%显著水平,* 为 5%显著水平。
Note: ** and * indicate the significant at 1% and 5% level respectively.

表 2 表明, 春玉米吐丝后穗位叶 SS 活性、SPS 活性与穗位叶蔗糖含量均呈正相关。穗位叶 SS 活性与穗位叶蔗糖含量在吐丝后第 14、35、42 天呈极显著正相关, 相关系数都在 0.850 以上, 以吐丝后第 42 天相关系数最高; 其他时期相关不显著, 相关系数在 0.480~0.535 之间。穗位叶 SPS 活性与穗位叶蔗糖含量在吐丝后第 14、35、42 天呈极显著正相关, 以吐丝后第 35 天相关系数最大为 0.856, 第 42 天次之; 在吐丝后第 7 天呈显著正相关; 其他时期相关不显著。

3 结论与讨论

试验表明, 春玉米吐丝后穗位叶的蔗糖含量呈逐渐下降趋势, 随着氮素用量的增加穗位叶蔗糖含量有增加的趋势, 但氮素用量达到一定水平以后, 蔗糖含量反而下降。东农 250 在子粒灌浆过程中以施纯氮 200 kg/hm² 有利于增加蔗糖含量, 四单 19 和丰禾 10(除吐丝后 28 d)也是施纯氮 200 kg/hm² 有利于蔗糖积累。在施纯氮 100、200、300 kg/hm² 情况下, 四单 19 穗位叶蔗糖含量较其他品种高; 不施氮时在吐丝后第 14 天东农 250 穗位叶蔗糖含量最高。

春玉米吐丝后穗位叶中 SS(合成方向)活性呈单峰曲线变化, 在吐丝后第 28 天活性最高; 穗位叶中 SPS 活性在吐丝后呈下降趋势。氮素用量不足或过量均导致 SS(合成方向)活性和 SPS 活性的降低, 施

用适量的氮素有助于提高酶的活性。

参考文献:

- [1] 崔彦宏, 周海, 李伯航. 甜玉米子粒的营养品质及影响因素[J]. 河北农业大学学报, 1996, 19(4): 99-104.
- [2] 张明方, 李志凌. 植物中与蔗糖代谢相关的酶[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(3): 289-295.
- [3] Huber S C, Huber J L. Role and regulation sucrose phosphate synthase in higher plants[J]. Annu. Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol., 1996, 47: 431-445.
- [4] 夏叔芳, 徐健, 苏丽英, 等. 水稻叶片的蔗糖合成酶[J]. 植物生理学报, 1989, 15(3): 239-243.
- [5] Geigenberger P, Stitt M. Sucrose synthase catalyses a readily reversible reaction in vivo in developing potato tubers and other plant tissues[J]. Planta, 1993, 189: 329-339.
- [6] 李永庚, 于振文, 姜东, 等. 冬小麦旗叶蔗糖和子粒淀粉合成动态及与其有关的酶活性的研究[J]. 作物学报, 2001, 27(5): 658-664.
- [7] 潘晓华, 李木英, 曹聚明, 等. 稻发育胚乳中淀粉的积累及淀粉合成的酶活性变化[J]. 江西农业大学学报, 1999, 21(4): 456-462.
- [8] 潘庆民, 于振文, 王月福. 小麦开花后旗叶中蔗糖合成与子粒中蔗糖降解[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28(3): 235-240.
- [9] 高聚林, 刘克礼. 春玉米植株体中蔗糖含量的变化[J]. 华北农学报, 1993, 8(1): 29-34.
- [10] 苏丽英, 吴勇, 於新建, 等. 水稻叶片蔗糖磷酸合成酶的一些特性[J]. 植物生理学报, 1989, 15(2): 117-123.
- [11] 高向阳, 徐凤彩, 赵亚华, 等. 普通玉米和超甜玉米苗期蔗糖合成酶与磷酸蔗糖合成酶的活力比较[J]. 华南农业大学学报, 2001, 22(2): 46-48.