

施氮量对不同春玉米品种子粒蔗糖降解的影响^{*}

赵宏伟, 邹德堂, 马凤鸣^{*}

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 以高淀粉玉米、糯玉米和甜玉米为试验材料,研究了氮肥施用量对春玉米穗位叶蔗糖降解的影响。结果表明,自吐丝后 7~49 d 之内,子粒中蔗糖含量呈单峰曲线变化,但峰值出现的时间因品种和施氮量而异,吐丝 28 d,东甜 4 号最高,东农早粘次之,四单 19 最低;淀粉含量在吐丝后 49 d 之内一直处于增加的趋势,不同品种和施氮量表现并不一致,东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理最佳,四单 19 以 N200 处理表现最好,由此说明氮肥施用不足或过量均影响淀粉的积累;SS 呈单峰曲线变化,在吐丝后 21d 前逐渐上升,到吐丝 21 d 达到高峰,之后缓慢下降,自吐丝后 35 d 下降迅速,但高氮处理下降速度慢于低氮处理。

关键词: 施氮量;春玉米;蔗糖降解

中图分类号: S 513.06 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2005)06-0008-03

Effect of Different Nitrogen on Sucrose Decomposing in Different Spring Maize Grains

ZHAO Hong-wei, ZOU De-tang, MA Feng-ming

(Agronomy College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: High-starch content, wax and sweet maize were used to study the effect of nitrogen utilization on sucrose decomposition in spike leaf. The result indicated sucrose content changed as single apex curve during 7 to 49 days after flower. The date of appearance of apex was different according to maize varieties and nitrogen dosage. The sucrose content of DT4 was the largest, and DNZN was second and SD19 was least. Starch content increased all along during 49 days after flower, which were different dependent on maize varieties and nitrogen dosage, and DT4 and DNZN got the largest at the treatment of N100, SD19 get the largest at N200. SS changed as single apex which appeared at 21 days after flower, and SS decreased rapidly after 35 days. The decreasing ratio of decrease of high-nitrogen dosage was lower than that of low-nitrogen dosage.

Key words: nitrogen dosage; spring maize; sucrose decomposition

蔗糖是高等植物光合作用的主要产物,是碳运输的主要形式。在贮藏器官中,合成淀粉的原料来自于叶片合成或淀粉降解产生的蔗糖,它通过韧皮部长距离运输至贮藏器官。小麦和水稻子粒蔗糖降解和淀粉形成方面的研究取得了较大进展^[1~4]。玉米子粒品质的研究已有报道^[5~7],关于玉米子粒中碳水化合物形成和积累的研究较多^[8~10],但关于子粒中蔗糖降解的报道较少,论文以不同品质类型春

玉米为试验材料,研究氮肥施用量对子粒中蔗糖降解的影响,为优质高效栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料和试验设计

本研究于 2001 年和 2002 年在东北农业大学校内试验田进行。试验的土壤基础肥力:有机质含量 2.56%、全氮 0.134%、碱解氮 146.2 mg/kg、速效

^{*} 收稿日期: 2005-06-08

基金项目: 黑龙江省科学技术计划项目(20010101177-00)

第一作者简介: 赵宏伟(1967-),女,黑龙江省绥化人,副教授,博士,主要从事作物生理及作物栽培的研究。E-mail: hongweizhao@163.com; Tel: 13091866803, 55190642; 马凤鸣为通讯作者。

磷 44.78 mg/kg、速效钾 143.2 mg/kg,土壤 pH 值 6.62。

试验选用 3 种不同品质类型春玉米品种:高淀粉玉米,四单 19;甜玉米,东甜 4 号;糯玉米,东农早粘。

固定磷钾用量,试验设四个氮肥用量处理,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,三次重复。小区行长 5 m,6 行区,行距 70 cm。4 月 20 日播种,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。

1.2 测定方法

蔗糖含量测定:采用间苯二酚比色法。

淀粉含量测定:采用蒽酮法。

蔗糖合成酶(SS)活性的测定:参照於新建(1985)方法,略有改动。取功能叶片,去掉中脉,称 10 g 洗净剪碎,加入 80 mL 磷酸缓冲液(pH 值 7.0),用匀浆机快速匀浆,三层纱布过滤,滤液在 4500 r/min 的情况下冷冻离心 20 min,取上清液作为粗酶液。取 0.05 mol/L 的果糖 0.1 mL,加入 UDPG(尿苷二磷酸葡萄糖) 0.1 mL、0.1 mol/L 的

Tris、10 mmol/L 氯化镁 0.05 mL 和酶提取液 0.2 mL。将反应液在 37℃ 下保温 30 min,100℃ 水浴 1 min,离心,上清液定容至 1 mL,加 2N 的 NaOH,放入沸水浴中 10 min,经流水冷却,加入 30% 的盐酸 3.5 mL 和 1% 间苯二酚 1 mL,摇匀,放入 80℃ 恒温水浴 10 min,冷却,在 480 nm 波长下比色。

2 结果与分析

2.1 施氮量对春玉米子粒蔗糖含量的影响

子粒发育过程中,蔗糖的含量反映了淀粉合成底物的供应水平。从图 1 可以看出,自吐丝后 7~49 d 之内,子粒中蔗糖含量呈单峰曲线变化。但峰值出现的时间因品种和施氮量而异。东甜 4 号和东农早粘 N0 和 N100 处理在吐丝后 21 d 蔗糖含量最高,N200 和 N300 的最大值出现在吐丝后 28 d。四单 19 N0 处理在吐丝后 14 d 蔗糖含量最高,N100、N200 以及 N300 处理均在吐丝后 21 d 蔗糖含量最高,说明该品种已经为子粒淀粉合成准备了充足的底物。随着灌浆进程的推进,玉米子粒中蔗糖逐渐下降,转化为淀粉。随着施氮量的增加,蔗糖含量下降缓慢,因此过量施用氮肥不利于子粒中淀粉含量的形成。从子粒中蔗糖含量来看,吐丝 28 d 后,东甜 4 号最高,东农早粘次之,四单 19 最低。

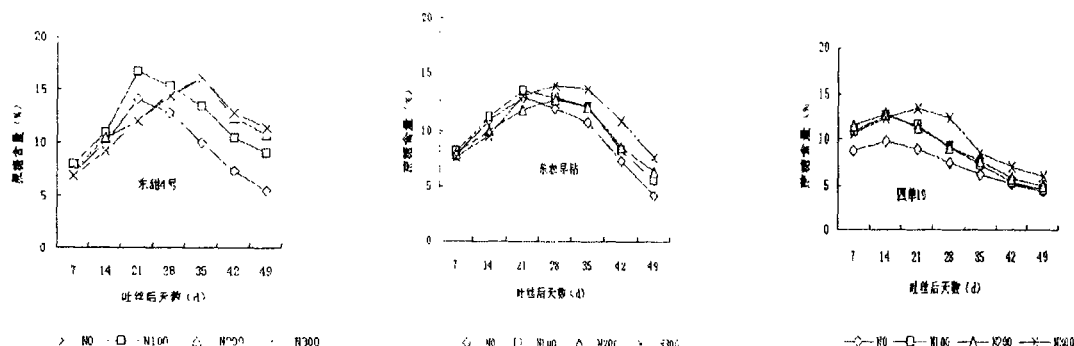


图 1 春玉米子粒蔗糖含量(%)

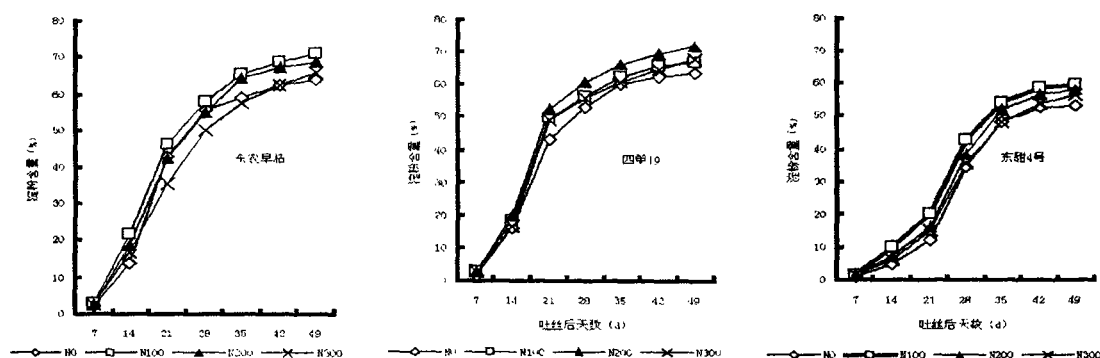


图 2 春玉米子粒淀粉含量积累动态

2.2 施氮量对春玉米子粒淀粉含量的影响

春玉米淀粉含量在吐丝后 49 d 之内一直处于增加的趋势,不同品种和施氮量表现并不一致。四单 19 从吐丝后 21 d 起淀粉含量最高,东农早粘次之,东甜 4 号最低。东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理最高,依次是 N200、N300 和 N0 处理;四单 19 则是 N200 最高,吐丝后 7~21 d,表现为 $N200 > N100 > N300 > N0$,从吐丝 28 d 后却是 $N200 > N300 > N100 > N0$ 。由此可以得出,在子粒淀粉含量方面,东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理最佳,四单 19 以 N200 处理表现最好。由此说明氮肥施用不足或过

量施用氮肥均影响淀粉的积累(见图 2)。

2.3 施氮量对春玉米子粒 SS 活性的影响

光合产物以蔗糖形式运输到子粒中,SS 可催化蔗糖降解为 UDPG 和果糖,UDPG 是合成淀粉的重要前体物质。由图 3 可以看出,在春玉米吐丝 49 d 之内,SS 呈单峰曲线变化,在吐丝后 21 d 前逐渐上升,到吐丝 21 d 达到高峰,之后缓慢下降,自吐丝后 35 d 下降迅速,但高氮处理下降速度慢于低氮处理。从 SS 活性来看,四单 19 活性最高,东农早粘次之,东甜 4 号位居第三。

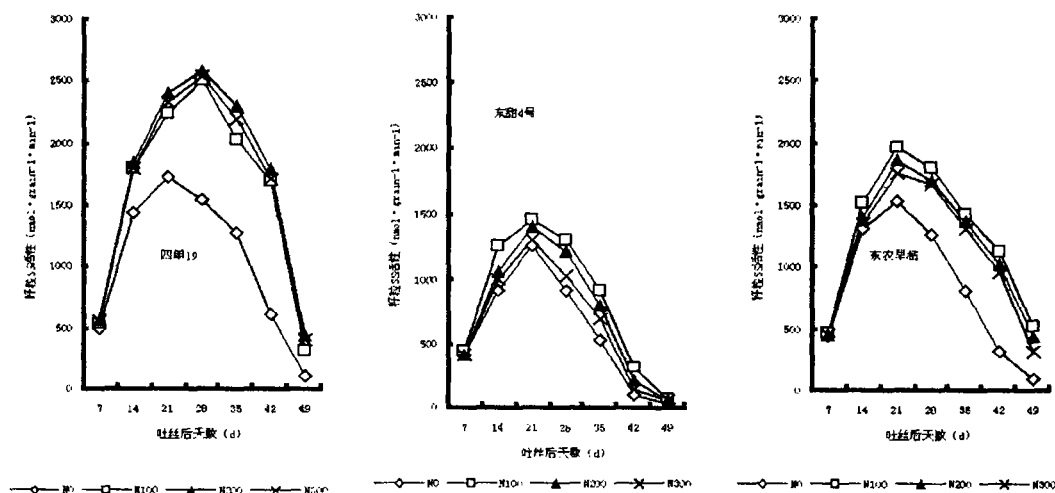


图 3 春玉米子粒 SS 活性

3 结论与讨论

3.1 施氮量对春玉米子粒蔗糖含量的影响

自吐丝后 7~49 d 之内,子粒中蔗糖含量呈单峰曲线变化。但峰值出现的时间因品种和施氮量而异。东甜 4 号和东农早粘 N0 和 N100 处理在吐丝后 21 d 蔗糖含量最高,N200 和 N300 的最大值出现在吐丝后 28 d。四单 19 N0 处理在吐丝后 14 d 蔗糖含量最高,N100、N200 以及 N300 处理均在吐丝后 21 d 蔗糖含量最高,说明该品种已经为子粒淀粉合成准备了充足的底物。从子粒中蔗糖含量来看,吐丝后 28 d 后,东甜 4 号最高,东农早粘次之,四单 19 最低。

3.2 施氮量对春玉米子粒淀粉含量的影响

春玉米淀粉含量在吐丝后 49 d 之内一直处于增加的趋势,不同品种和施氮量表现并不一致。四单 19 从吐丝后 21 d 起淀粉含量最高,东农早粘次之,东甜 4 号最低。东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理最高,依次是 N200、N300 和 N0 处理;四单 19 则是 N200 最高,吐丝后 7~21 d,表现为 $N200 > N100 >$

$N300 > N0$,从吐丝 28 d 后却是 $N200 > N300 > N100 > N0$ 。由此可以得出,在子粒淀粉含量方面,东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理最佳,四单 19 以 N200 处理表现最好。由此说明氮肥施用不足或过量施用氮肥均影响淀粉的积累。

3.3 施氮量对春玉米子粒 SS 活性的影响

在春玉米吐丝 49 d 之内,SS 呈单峰曲线变化,在吐丝后 21 d 前逐渐上升,到吐丝 21 d 达到高峰,之后缓慢下降,自吐丝后 35 d 下降迅速,但高氮处理下降速度慢于低氮处理。东甜 4 号和东农早粘以 N100 处理淀粉含量最高,东农 248 和四单 19 以 N200 最高。

参考文献:

- [1] 程方民,蒋德安,吴平,等.早籼稻子粒灌浆过程中淀粉合成酶的变化及温度效应特征[J].作物学报,2001,27(2):201-206.
- [2] 方先文,姜东,戴廷波,等.不同品质类型小麦子粒蛋白质、淀粉积累过程的基因型差异[J].麦类作物学报,2002,22(2):42-45.
- [3] 李雁鸣,张立言.春季肥水运筹对小麦子粒产量与品质调节效应的研究[J].河北农业大学学报,1996, (下转第 21 页)

2.3 钾对高油大豆品质的影响

分析结果表明(见表5),施钾肥具有降低蛋白质含量增加脂肪含量的趋势,这一趋势对高油大豆十分有利。施钾肥处理较对照粗蛋白含量平均降低

表5 钾对大豆品质的影响

地点	处理	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)
海伦	1. NP	39.7	19.9
	2. NPK1	39.0	20.3
	3. NPK2	38.7	21.8
	4. NPK3	39.2	21.6
	5. NPK4	39.1	21.3
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	38.6	21.9
克东	1. NP	40.2	19.7
	2. NPK1	39.2	20.6
	3. NPK2	38.1	22.1
	4. NPK3	38.7	21.7
	5. NPK4	40.4	20.2
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	38.9	22.1
宝清	1. NP	40.7	20.8
	2. NPK1	39.2	21.5
	3. NPK2	38.7	22.4
	4. NPK3	40.3	21.7
	5. NPK4	39.6	21.3
	6. NPK2(K ₂ SO ₄)	38.5	21.9
平均	NP	40.2	20.1
	NPK	39.1	21.5

1.1个百分点,脂肪含量平均增加1.4个百分点。处理3,即K₂O 90 kg/hm²,对增加大豆脂肪含量效果明显。一般油用大豆含油量最低不低于18%,高油大豆含油量应在22%以上^[4]。评价大豆品质的主要指标是蛋白质含量和脂肪含量。据报道,大豆产量与蛋白质含量呈负相关,蛋白质和脂肪含量也呈负

相关^[4],本试验结果与上述报道基本一致,施钾肥具有增加大豆产量和脂肪含量,降低蛋白质含量的趋势。

3 小结

3.1 钾对高油大豆生长发育有显著的正效应,为大豆高产、优质奠定了基础。施钾肥较对照株高平均增加3.0 cm,株荚数平均增加2.0个/株,粒数平均增加6.7个/株,空瘪率降低3.3个百分点,百粒重平均增加1.3 g。

3.2 黑龙江省大豆主产区钾的适宜用量K₂O 45~90 kg/hm²,平均增产12.7%,平均增收538元/hm²。在施等量钾肥条件下,硫酸钾效果好于氯化钾,主要原因是土壤缺硫,在一定程度上限制了大豆产量的提高和品质的改善,建议在缺硫的土壤上最好施硫酸钾,在不缺硫的土壤上施氯化钾,以减低施肥成本,增加经济效益。

3.3 施钾肥具有降低蛋白质含量增加脂肪含量的趋势,施钾肥大豆粗蛋白含量较对照平均降低1.1个百分点,粗脂肪含量平均增加1.4个百分点。在生产上,应根据钾肥对大豆品质影响的特点和大豆不同用途,选择不同的施肥措施,达到高产、优质、高效的目的。

参考文献:

- [1] 付亚书. 黑龙江省大豆重迎茬现状及对策[J]. 黑龙江农业科学, 2002, (3): 47-48.
- [2] 杨庆凯. 论大豆蛋白质与油含量品质的变化及影响因素[J]. 大豆科学, 2000, (4): 386-391.
- [3] 栾桂云. 高油大豆高产栽培要点[J]. 作物栽培, 2002, (6): 13.
- [4] 梁镇富. 大豆脂肪和蛋白质与几种质量性状相关性的研究[J]. 中国农业科学, 1982, (5): 48-56.

(上接第10页)

19(1):1-6.

- [4] 潘庆民,于振文,王月福,等. 追肥时期对小麦旗叶中蔗糖合成与子粒中蔗糖降解的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 771-776.
- [5] 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.
- [6] 刘开昌,胡昌浩,董树亭,等. 高油、高淀粉玉米产量、品质与群体生理特性的研究[J]. 玉米科学, 2002, 10(1): 61-63.

- [7] 李金洪,李伯航. 矿质营养对玉米子粒营养品质的影响[J]. 玉米科学, 1995, 3(3): 54-58.
- [8] 高聚林,刘克礼. 春玉米植株体内蔗糖含量的变化[J]. 华北农学报, 1993, 8(1): 29-34.
- [9] 段民孝,赵久然,王元东,等. 玉米子粒淀粉研究进展[J]. 玉米科学, 2002, 10(1): 29-32.
- [10] 孙政才,陈国平. 甜玉米与普通玉米子粒发育过程中碳水化合物及氨基酸消长规律的比较研究. II 子粒灌浆特性及碳水化合物消长规律[J]. 作物学报, 1992, 18(4): 301-305.