

亚硫酸氢钠对茄子幼苗光合作用的影响

李颖畅¹, 郝建军², 于洋², 康宗利²

(1. 渤海大学化学与化工学院 锦州 121000; 2. 沈阳农业大学生物科技学院 沈阳 110161)

摘要: 本试验以茄子幼苗为试材, 研究 NaHSO_3 对光合作用的影响。试验结果表明: 高浓度 NaHSO_3 抑制光合速率, 低浓度的 NaHSO_3 促进光合速率, 300 mg/L NaHSO_3 为促进光合速率的最佳浓度。 NaHSO_3 可提高茄子幼苗光饱和点, 降低光补偿点、 CO_2 补偿点。 NaHSO_3 促进 PSI 光合电子传递, 提高 Rubisco 的羧化活性和加氧活性, 同时 Rubisco 的羧化活性与加氧活性的比值提高。

关键词: 亚硫酸氢钠; 光合作用; 茄子幼苗

中图分类号: S604. +7 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2006)05-0011-03

1957 年, Zelitch 通过离体实验发现 α -羟基磷酸是乙醇酸氧化酶的抑制剂, 并观察亚硫酸氢钠对该酶的抑制作用和 α -羟基磷酸类物质相一致, 认为亚硫酸氢钠通过作物叶片进入体内, 与乙醇酸的氧化产物—乙醛酸起加成反应, 生成 α -羟基磷酸盐, 这种产物抑制乙醇酸氧化酶的活性^[1]。研究发现: 在水稻、小麦、棉花等作物上喷洒低浓度的亚硫酸氢盐, 发现净光合速率增加, 有时也能增加作物产量^[2,3]。因为它与 α -羟基磷酸类物质作用相似, 所以认为它抑制了光呼吸。有研究认为低浓度亚硫酸氢钠可能是通过促进围绕 PSI 的循环电子传递及其偶联的光合磷酸化而促进光合作用^[3]。关于 NaHSO_3 对茄子幼苗光合作用的影响还未见文献, 因此有必要开展这方面的研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以“辽茄五号”茄子幼苗为试材。试验地点为沈阳农业大学园艺学院试验基地。

NaHSO_3 为分析纯试剂, 沈阳试剂一厂生产。

1.2 试验方法

1.2.1 NaHSO_3 促进茄子幼苗光合速率有效浓度的筛选

(1) 药剂浓度的设置: NaHSO_3 由低到高设定浓度分别为 0 (喷施蒸馏水)、150、300、500、750 mg/L, 简称 CK、Na1、Na2、Na3、Na4 处理。单独喷施, 每处理重复 6 次。当幼苗叶片完全展开时用手压喷雾器分别对叶片正反两面进行喷施, 处理时间为上午 8 时左右, 第 1 天开始测定。(2) 净光合速率的测定所用仪器为 PP-systems (英国) 生产的 CIRAS-1 便携式光合系统。利用与该系统匹配的可调光源、外置 CO_2 供气系统及可控湿度装置, 在光合有效辐射 (PAR) = $(1\ 000 \pm 10) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, CO_2 = $(350 \pm 5) \mu\text{mol}/\text{mol}$, 叶片温度 (TL) = $(26 \pm 0.8)^\circ\text{C}$ 、空气湿度 (Hr) = 18 bar 测定光合速率。

1.2.2 NaHSO_3 促进茄子幼苗光合作用机制 NaHSO_3 促进光合速率的最佳浓度: 300 mg/L。不同光强、 CO_2 浓度条件下光合速率 (Pn) 的测定利用光合测定系统可调光源, 内置式 CO_2 供气系统作 PAR - Pn 的响应曲线。根据 PAR - Pn 响应曲线可求出光合作用的光补偿点 (LCP) 和光饱和点 (LSP); 用直线

回归法求得 PAR - Pn 的初始斜率为表观量子效率 (AQY)^[4], 每处理重复 3 次。光合电子传递速率的测定用陈启林等的测定方法, 略作改进^[5]。Rubisco (核酮糖-1, 5-二磷酸羧化酶/加氧酶) 活性的测定用李合生等的方法和《现代植物生理学实验指南》^[6,7]。

2 结果与分析

2.1 NaHSO_3 的浓度初选试验

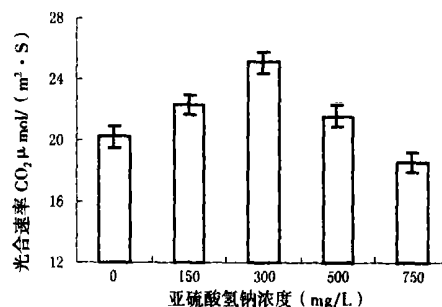


图1 NaHSO_3 对茄子幼苗叶片光合速率的影响

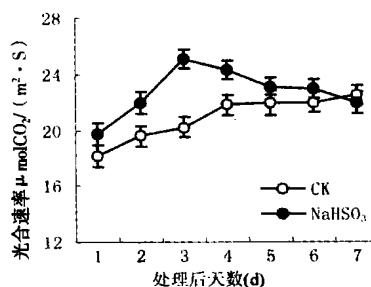


图2 NaHSO_3 处理茄子幼苗光合速率周变化

从图1可以看出: 高浓度 NaHSO_3 抑制茄子幼苗光合速率。低浓度 NaHSO_3 促进茄子幼苗的光合速率, 150、300 mg/L NaHSO_3 相对对照极显著 ($P < 0.01$) 促进茄子幼苗光合速率, 并且随着 NaHSO_3 浓度的增加光合速率增强。500 mg/L NaHSO_3 相对对照显著 ($P < 0.05$) 促进茄子幼苗的光合速率, 300 mg/L NaHSO_3 对光合速率的促进作用相对 150、500 mg/L NaHSO_3 差异显著 ($P < 0.05$), 750 mg/L NaHSO_3 显著抑制光合速率, NaHSO_3 促进光合速率的最适浓度为 300 mg/L。

由图2可以看出, CK (对照) 的光合速率在前 4 d 升高幅

度比较大,以后光合速率变化趋于平缓。 NaHSO_3 在处理后 1、2 d 光合速率显著($P < 0.05$)高于对照,在处理后第 3、4、5 d 光合速率极显著($P < 0.01$)高于对照,处理后第 3 d 光合速率增加到 7 d 内变化的最大值,光合速率相对 CK 提高 26.24%,处理后第 6 d 光合速率显著($P < 0.05$)高于对照,处理后第 7 d 光合速率和 CK 相接近。

2.2 NaHSO_3 对茄子幼苗需光特性的影响

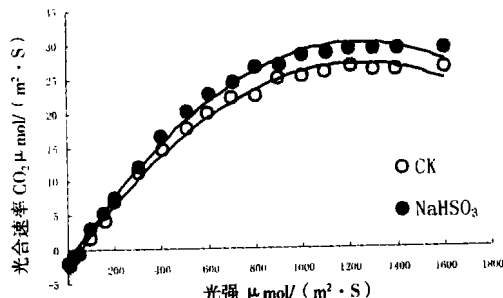


图3 NaHSO_3 对光合速率—光强曲线的影响

由图3可以看出:在相同的光强下,CK 的光合速率较低,位于曲线的下方,CK 的光补偿点是 $46.5 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,光饱和点为 $1173 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。 NaHSO_3 处理在相同的光强下光合速率高于CK,光补偿点是 $35.81 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,光饱和点是 $1285 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

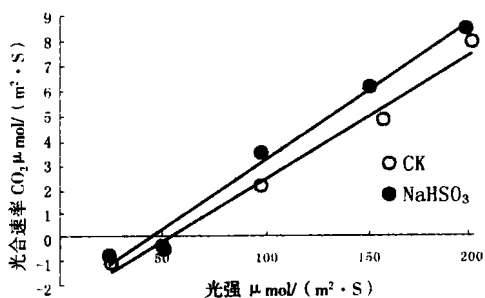


图4 NaHSO_3 对茄子幼苗表观量子化效率的影响

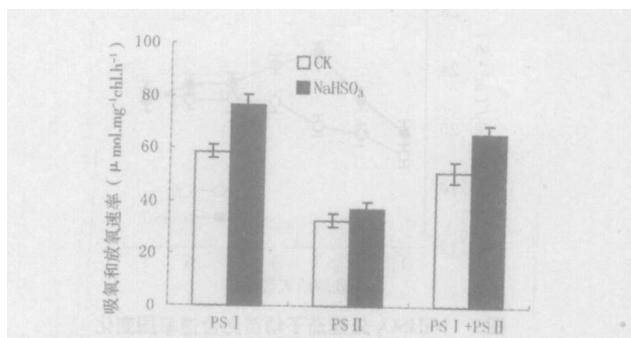


图5 NaHSO_3 对茄子幼苗光合电子传递的影响

图4可以看出:在 $25 \sim 200 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的光强范围内,光合速率和光强呈线性关系,此时直线的斜率为表观量子效率,CK 的表观量子效率为 0.0453, NaHSO_3 处理的表观量子效率为 0.0505。 NaHSO_3 处理的表观量子效率比 CK 表观量子效率提高 11.48%。由此看出, NaHSO_3 处理的光补偿点相对 CK 降低,光饱和点相对 CK 增加。 NaHSO_3 处理的表观量子效率明显高于 CK 的表观量子效率。

2.3 NaHSO_3 对茄子幼苗光合电子传递的影响

从图5可以看出: NaHSO_3 处理不同程度的促进光合电子传递,对 PS I NaHSO_3 处理的光合电子传递相对 CK 提高的幅度比较大,提高了 30.17%。 NaHSO_3 处理对 PS II 的光合电子传递影响较小。对全链的光合电子传递活性 NaHSO_3 处理提高幅度较大,相对 CK 提高 27.75%。

2.4 NaHSO_3 对茄子幼苗 Rubisco 活性的影响

在光合作用中, CO_2 光合还原和光呼吸的碳氧化反应均由叶绿体中 Rubisco 催化,它是决定净光合速率的一个关键酶,要完成上述催化反应, Rubisco 必须处于活化状态,因此测定它的活性有重要作用。从表1可以看出: NaHSO_3 处理相对 CK 极显著增加了 Rubisco 的羧化活性, NaHSO_3 处理 Rubisco 的羧化活性较 CK 提高 18%, NaHSO_3 处理也显著提高了 Rubisco 的加氧活性,但羧化活性/加氧活性极显著高于 CK。

表1 NaHSO_3 对茄子幼苗 Rubisco 活性的影响

处理	Rubisco 羧化活性 ($\mu\text{mol CO}_2/(\text{g} \cdot \text{min}) \cdot \text{FW}$)	Rubisco 加氧活性 ($\mu\text{mol O}_2/(\text{g} \cdot \text{min}) \cdot \text{FW}$)	Rubisco 羧化活性/加氧活性
CK	1.360 ± 0.050	0.820 ± 0.054	1.659 ± 0.093
NaHSO_3	$1.618 \pm 0.075^{**}$	$0.886 \pm 0.052^*$	$1.826 \pm 0.06^{**}$

**表示 0.01 水平差异极显著 *表示 0.05 水平差异显著。

3 讨论

低浓度 NaHSO_3 促进茄子幼苗光合速率,效果显著。高浓度 NaHSO_3 抑制茄子幼苗光合速率,可能是由于离子浓度过高降低了与光合作用有关酶的活性或破坏光合器官引起的,这种抑制作用随着处理时间的延长而减弱。

3.1 NaHSO_3 对光合电子传递活性的影响机制

光合电子传递是光合作用将光能转化为活跃化学能的过程,为光合碳同化提供还原力。有研究表明 NaHSO_3 处理促进 PS II 的电子传递速率^[8]。王宏伟(2000)认为低浓度亚硫酸氢钠可能是通过促进围绕 PS I 的循环电子传递及其偶联的光合磷酸化而促进光合作用。本试验结果表明: NaHSO_3 促进 PS I、PS II 和全链的光合电子传递。喷洒 NaHSO_3 后,蛋白质可能有不同程度的增加,因此可能与 PS II 上的放氧复合体和外周蛋白及其捕光色素蛋白复合体(LHC II)和 PS I 的捕光色素蛋白复合体(LHCI)的合成与组装有一定关系,促进光合电子传递。

3.2 NaHSO_3 对 Rubisco 活性的影响机制

Rubisco 是光合作用的关键酶,只有当它处于活化状态时才能催化 CO_2 与 RuBP(核酮糖-1,5-二磷酸)的结合。试验结果表明: NaHSO_3 可提高茄子幼苗中 Rubisco 的羧化活性,而这种提高可能通过两方面来实现,即提高酶的总量或已活化的酶量。 NaHSO_3 可能使叶片中可溶性蛋白的含量升高,而 Rubisco 主要由蛋白组成,提高 Rubisco 的羧化活性, NaHSO_3 对 Rubisco 活性影响机理还需进一步研究。

3.3 NaHSO_3 对茄子幼苗光合作用的影响机制

NaHSO_3 促进光合电子传递,为暗反应提供更多的还原力, NaHSO_3 提高 Rubisco 的羧化活性,从而促进光合作用。表现在光合速率和表观量子效率提高,光饱和点增大,光补偿点降低,对强光弱光的利用范围增大。高浓度的 NaHSO_3 抑制光合作用,可能的原因是高浓度的 NaHSO_3 使 Rubisco 羧化活性降低,细胞膜发生脂质过氧化,丙二醛增加,细胞膜透性

增加。

参考文献:

- [1] 彭若福, 张其德. 亚硫酸氢钠对蔬菜的增产效应[J]. 1998, (1): 31—34.
- [2] 王宏伟, 魏家绵, 沈允钢. 低浓度 NaHSO_3 促进田间水稻的光合磷酸化和光合作用[J]. 植物学报, 2000, 42(12): 1259—1299.
- [3] 王宏伟, 魏家绵. 喷洒低浓度亚硫酸氢钠可促进小麦叶片光合磷酸化和光合作用[J]. 科学通报, 2000, 45(4): 394—398.
- [4] 高辉远. 大豆生长发育过程中光合作用和光合效率的调节[D].

山东农业大学博士论文, 1999, 5—6.

- [5] 陈启林, 山仑, 程智慧, 等. 低温弱光对黄瓜类囊体膜耦联状态的影响[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(16): 6—11.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000, 138—141.
- [7] 沈允钢, 施教耐. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 115—116.
- [8] 朱玉琴, 季本华, 焦德茂. 亚硫酸氢钠对转 PEPC 基因水稻叶片光合作用的促进作用[J]. 科学通报, 2004, 20(6): 6—11.

Effect of NaHSO_3 and on Photosynthesis of Eggplant Seedlings

LI Ying—chang, HAO Jian—jun, YU Yang, KANG Zong—li

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Bohai University, Jinzhou 121000;
2. College of Biology Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161)

Abstract Effect of NaHSO_3 on photosynthesis of eggplant seedlings was studied. The results showed that: NaHSO_3 could lower photosynthetic rate at high concentration but could obviously enhance the photosynthetic rate of eggplant seedlings at low concentration. 300 mg/L NaHSO_3 was the most optimal concentration. NaHSO_3 could enhance light saturation point and lower light compensate point of eggplant seedlings. NaHSO_3 could promote electron transport activity of PS I, PS II and whole photosynthetic chain. NaHSO_3 could enhance RuBPCase and RuBPOase, either could increase the ratio of RuBPCase and RuBPOase activity.

Key words: NaHSO_3 ; Photosynthesis; Eggplant seedlings

保护地甜瓜优质栽培技术

马立新

(黑龙江省望奎县农业技术推广中心, 152100)

甜瓜在望奎县栽培历史悠久, 是瓜类生产的主要品种。近几年随着种植业结构的调整, 露地种植甜瓜面积不断增加, 造成供应旺季上市集中、产品质量下降、价格偏低, 导致瓜农经济效益不高, 同时也满足不了人们生活水平提高对市场需求。为了解决甜瓜提早上市, 满足淡季瓜类市场供应, 增加瓜农经济效益, 从2004年开始连续两年推广甜瓜保护地栽培技术, 两年平均每667 m²产1 120 kg、产值8 960元、效益5 960元。现将主要栽培技术总结如下。

1 品种选择

品种选用当地主栽的适应性广、抗病性强的刀梭子品种。

2 育苗

2.1 床土配制 用大土60%, 腐熟的优质农家肥40%, 加2 kg/m³磷酸二铵拌均匀, 装入高8 cm、直径6~8 cm的营养钵中, 准备播种。

2.2 种子处理 用55℃温水烫种15~20 min, 然后洗净种子, 用清水浸12 h后用湿布包好, 放在28~30℃条件下催芽。

2.3 播种时间 3月中旬。

2.4 播种方法 温室内播种育苗。播种前将装入营养钵的营养土浇透水, 每个营养钵播一粒破胸的种子, 覆1 cm厚土

润土, 然后在苗床上覆一层地膜保温。棚温白天30℃, 夜间不低于18℃。2 d后幼苗出土撤掉地膜, 白天温度控制在25~28℃, 夜间13~15℃。苗期要控制浇水, 缺水时少量喷洒, 移栽前一天浇一次透水以利起苗。

3 定植

3.1 定植时间 4月中旬。

3.2 定植方法 定植前20 d扣棚提温, 667 m²施优质农家肥4 000 kg, 然后人工翻地起垅, 垅距70 cm, 定植时人工刨垅, 株距35 cm, 定植2 700株/667 m²。

3.3 定植后管理 温度管理: 白天温度控制在25~28℃, 超过30℃开始放风, 随着温度提高加大放风量, 延长放风时间。水分管理: 定植缓苗视土壤墒情给水, 一般每隔5~6 d给一次水, 给水时间在晴天上午。方法是滴灌。果实成熟前10 d停止灌水。棚内湿度控制在50%~60%之间。

4 整枝引蔓

整枝要在花前进行。采用3~4蔓整枝。当主蔓长出4~5片时开始吊蔓, 利用主蔓8~11节上的子蔓结瓜, 每个子蔓选留一个瓜, 每株留2~3个瓜, 留瓜子蔓在瓜前3~4片时摘心, 主蔓长到20片叶时掐尖。

当瓜伸蔓后进行搭架, 方法是用塑料绳一端绑在茎基部, 顶部绑在大棚骨架上, 瓜蔓自然向上生长。

5 适时采收

在瓜8~9分熟时即可采收上市。望奎县上市时间在6月中旬, 比露地覆膜栽培提早一个月。2004年售价7元/kg, 2005年价格10元/kg。既满足了这个季节市场需求, 瓜农又有很高的经济收入。