

# 碳酸氢钾对茄子幼苗生长发育的影响

李颖畅<sup>1</sup>, 郝建军<sup>2</sup>, 于洋<sup>2</sup>, 康宗利<sup>2</sup>

(1. 渤海大学 生物与食品科学学院 辽宁 锦州 121000; 2. 沈阳农业大学 生物科技学院 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:** 试验以茄子幼苗为试材, 确定  $\text{KHCO}_3$  促进茄子幼苗光合速率的最适浓度, 以最适浓度研究  $\text{KHCO}_3$  对茄子幼苗生长发育的影响。结果表明:  $\text{KHCO}_3$  促进光合速率的最佳浓度为 500 mg/L。  $\text{KHCO}_3$  能提高叶绿素含量, 增加叶面积, 可溶性糖含量, 根、茎、叶的干重, 说明  $\text{KHCO}_3$  能促进光合作用, 使光合产物增加。从影响因子看,  $\text{HCO}_3^-$  对植物的生长发育起主要作用, 但  $\text{K}^+$  也有一定的促进作用。

**关键词:** 碳酸氢钾; 茄子幼苗; 生长发育

**中图分类号:** S 641.106<sup>+</sup>.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)04-0027-03

植物光合作用与太阳辐射、温度、 $\text{CO}_2$  浓度等环境因素关系密切, 在节能和亚适温温室栽培中, 经常由于通风量减少导致  $\text{CO}_2$  亏缺, 冬季早晨  $\text{CO}_2$  亏缺尤为严重。关于温室内增施  $\text{CO}_2$  对提高作物产量、品质的报道已较多<sup>[1-3]</sup>, 但有关通过喷洒无机肥料提高光合作用, 促进作物生长发育的报道很少。另外钾元素具有促进植物光合作用及光合酶活性的作用<sup>[3-4]</sup>。该研究旨在用适宜浓度的  $\text{KHCO}_3$  来补充  $\text{CO}_2$  不足, 提高  $\text{C}_3$  植物茄子的光合作用, 研究其对茄子幼苗生长发育的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料和仪器

1.1.1 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实验基地。  $\text{KHCO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  为分析纯试剂, 沈阳试剂一厂生产。

1.1.2 试验仪器 7200 型可见分光光度计(上海尤尼柯有限公司), 叶面积仪(北京力高泰科技有限公司), CIRAS-1 便携式光合系统(英国 PP-systems)。

### 1.2 试验方法

1.2.1  $\text{KHCO}_3$  促进茄子幼苗光合速率有效浓度的筛选 药剂浓度的设置:  $\text{KHCO}_3$  由低到高设定 5 个浓度梯度, 分别为 0、150、250、500、750 mg/L, 0(对照)喷施蒸馏水, 每处理选取长势一致的 3 株茄子幼苗作为重复。当幼苗叶片完全展开时用手压喷雾器分别对叶片正反面进行喷施, 使溶液在叶片表面形成均匀且细密的分布, 而无液滴、液流形成。处理时间为上午 8 时左右, 第 2 天开始测定; 光合速率的测定方法: 所用仪器为 CIRAS-1 便携式光合系统。利用与该系统匹配的可调光

源, 外置  $\text{CO}_2$  供气系统及可控湿度装置在光合有效辐射 ( $\text{PAR}$ ) =  $1\,000 \pm 10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{CO}_2$  =  $350 \pm 5 \mu\text{L/L}$ , 叶片温度 ( $\text{TL}$ ) =  $(26 \pm 0.8)^\circ\text{C}$ , 空气湿度 ( $\text{Hr}$ ) = 18 bar 测定光合速率。

### 1.2.2 $\text{KHCO}_3$ 处理对茄子幼苗生长发育的影响

$\text{KHCO}_3$  浓度设置: 对照(蒸馏水)、 $\text{KHCO}_3$  (500 mg/L), 每处理重复 3 次。为了进一步明确  $\text{KHCO}_3$  中  $\text{K}^+$  和  $\text{HCO}_3^-$  在茄子幼苗生长发育中的作用, 用  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{KHCO}_3$  做了比较, 它的浓度为 500 mg/L。处理时间为上午 8 时左右。叶片叶绿素含量的测定: 在测定叶绿素含量的前 7 d 用处理药剂喷洒茄子幼苗叶面, 7 d 后第 2 次喷施药剂, 分别在第 2 次喷施后的第 2、4、6、8 天测定, 共测定 4 d。采用郝建军等的方法<sup>[5]</sup>, 每个处理重复 3 次, 将植物叶片研磨成匀浆, 用 80% 的丙酮提取, 在黑暗条件下, 叶组织完全变白时过滤, 用 7200 型可见分光光度计于 645、663 nm 波长测定光密度值, 然后计算叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量。采用如下公式计算:  $\text{Chl. a} = 12.7 \text{ OD}_{663} - 2.59 \text{ OD}_{645}$ ;  $\text{Chl. b} = 22.9 \text{ OD}_{645} - 4.68 \text{ OD}_{663}$ ;  $\text{Chl. (a+b)} = 20.3 \text{ OD}_{645} + 8.04 \text{ OD}_{663}$ 。叶片中可溶性糖含量的测定: 采用蒽酮法测定叶片中可溶性糖含量<sup>[6]</sup>, 在第 2 次处理后的第 2、4、6、8 天测定。叶面积测定: 在第 2 次处理后的第 4 天用叶面积仪测定。植株干重的测定: 在第 2 次处理后的第 4 天, 将根、茎、叶分离, 然后将其置于烘箱中烘至恒重, 再称重为干重。

## 2 结果与分析

### 2.1 $\text{KHCO}_3$ 处理促进茄子幼苗光合速率的最佳浓度

从图 1 可以看出,  $\text{KHCO}_3$  的各处理浓度都促进茄子幼苗的光合速率, 随着  $\text{KHCO}_3$  的浓度增加, 光合速率提高的幅度增大。500、750 mg/L 相对 150、250 mg/L 的处理浓度光合速率提高幅度比较大, 500、750 mg/L 处理浓度二者光合速率差异不明显, 因此确定 500 mg/L 是促

第一作者简介: 李颖畅(1973-), 女, 博士, 副教授, 主要从事植物生理生化的研究工作。E-mail: liyingchangsy@126.com。  
收稿日期: 2009-01-07

进茄子幼苗光合速率的最佳浓度。

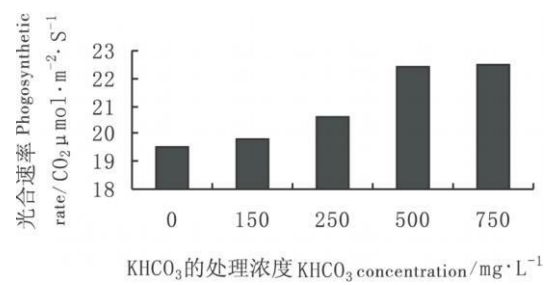


图1 KHCO<sub>3</sub> 对茄子幼苗光合速率的影响  
Fig. 1 Effect of KHCO<sub>3</sub> on photosynthetic rate of eggplant seedlings

2.2 KHCO<sub>3</sub> 对叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,叶绿素的变化呈现先增加然后又下降的趋势。从对照看,总叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量在第二次处理后第 4 天相对第 2 天增加,在第二次处理后第 6 天总叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量下降,第 8 天叶绿素下降幅度比较大。叶绿素 a 和叶绿素 b 的比值呈现下降的趋势。KHCO<sub>3</sub> 处理的叶绿素变化趋势和对照相似,相对对照总叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量都在增加,在处理后的第 2 天总叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量相对对照分别增加 18.52%、21.79%、10%。第 4 天叶绿素含量继续增加,总叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量相对对照分别增加 16.79%、21.28%、5.41%,第 6d、第 8d 叶绿素含量相对第 4 天降低,叶绿素 a/b 值呈现增加、稳定、又降低的趋势,但叶绿素 a/b 值始终大于对照的叶绿素 a/b 值。NaHCO<sub>3</sub> 处理也增加了总叶绿素含

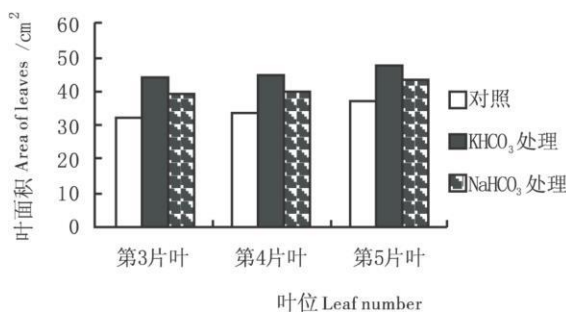


图2 KHCO<sub>3</sub> 对叶面积的影响  
Fig. 2 Effect of KHCO<sub>3</sub> on leaves' area of eggplant seedlings

2.4 KHCO<sub>3</sub> 对可溶性糖含量影响

从图 3 可以看出,对照可溶性糖变化比较平稳,可溶性糖含量最高是第 2 次处理的第 4 天,比第 2 天增加 14.29%。KHCO<sub>3</sub> 处理可溶性糖含量变化趋势是:先增加、保持稳定、降低,在测定的 4 d 内分别比对照提高 16.07%、17.19%、21.31%、4.24%。NaHCO<sub>3</sub> 处理的可

量、叶绿素 a 和叶绿素 b,但叶绿素 a/b 值的变化不规律。

表 1 不同处理对茄子幼苗叶绿素含量的影响

含量 Content	对照	KHCO <sub>3</sub> 处理	NaHCO <sub>3</sub> 处理	
/ mg · g <sup>-1</sup> FW	Control	treatment/ mg · g <sup>-1</sup> FW	NaHCO <sub>3</sub> treatment	
第 2 天	叶绿素 a	0.78	0.95	0.9
	叶绿素 b	0.3	0.33	0.3
	叶绿素 a+ 叶绿素 b	1.08	1.28	1.2
	叶绿素 a/ 叶绿素 b	2.6	2.89	2.8
第 4 天	叶绿素 a	0.94	1.14	1.1
	叶绿素 b	0.37	0.39	0.4
	叶绿素 a+ 叶绿素 b	1.31	1.53	1.5
	叶绿素 a/ 叶绿素 b	2.54	2.92	2.9
第 6 天	叶绿素 a	0.86	1.03	1
	叶绿素 b	0.34	0.35	0.4
	叶绿素 a+ 叶绿素 b	1.2	1.38	1.4
	叶绿素 a/ 叶绿素 b	2.52	2.94	2.9
第 8 天	叶绿素 a	0.78	0.92	0.9
	叶绿素 b	0.31	0.34	0.3
	叶绿素 a+ 叶绿素 b	1.09	1.26	1.2
	叶绿素 a/ 叶绿素 b	2.52	2.71	2.7

2.3 KHCO<sub>3</sub> 对叶面积的影响

相对来讲,植物的叶面积越大,其光合面积越大,光合能力越强。由图 2 可以看出, KHCO<sub>3</sub> 处理和 NaHCO<sub>3</sub> 处理对茄子幼苗第 3 片叶具有明显的促进作用。KHCO<sub>3</sub> 处理叶面积增加的效果比较明显,第 3 片叶、第 4 片叶、第 5 片叶的叶面积比对照分别增加了 36.22%、34.36%、28.68%。NaHCO<sub>3</sub> 处理也提高叶面积,提高幅度要低于 KHCO<sub>3</sub> 处理。从影响因子看, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 对叶面积的增大起主要作用, K<sup>+</sup> 对叶面积的增加也有一定促进作用。

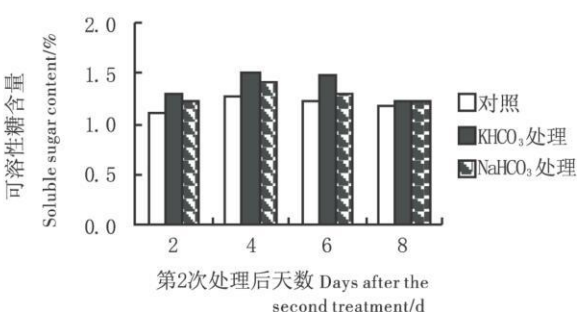


图3 KHCO<sub>3</sub> 对茄子幼苗可溶性糖含量的影响  
Fig. 3 Effect of KHCO<sub>3</sub> on the soluble sugar content of eggplant seedlings

溶性糖相对对照也有一定提高。可溶性糖变化是一个复杂的过程,它与光合速率、物质的输出、测定时间、叶片的功能有关,所以可溶性糖变化只能说是从一个侧面反映光合速率与光合产物的关系。

2.5 KHCO<sub>3</sub> 对根、茎、叶干重的影响

从表 2 可以看出,各处理都增加了茄子幼苗根、茎、

叶的干重,  $\text{KHCO}_3$  处理根、茎、叶干重相对对照都有一定程度的增加, 总干重相对对照增加 18.42%;  $\text{NaHCO}_3$  处理根、茎、叶干重增加的幅度略低于  $\text{KHCO}_3$  处理, 说明除  $\text{HCO}_3^-$  促进根、茎、叶鲜重和干重增加外,  $\text{K}^+$  也起了一定促进作用。通过上述分析,  $\text{KHCO}_3$  可以提高茄子幼苗质量, 为后续继续生长打下良好物质基础。

表 2 不同处理对茄子幼苗根、茎、叶干重的影响

重量 Weight /g·株 <sup>-1</sup>	对照 Control	$\text{KHCO}_3$ 处理 $\text{KHCO}_3$ treatment	$\text{NaHCO}_3$ 处理 $\text{NaHCO}_3$ treatment
叶重	1.38	1.64	1.54
茎重	1.36	1.7	1.66
根重	1.44	1.61	1.75
总干重	4.18	4.95	4.95

3 讨论

试验中  $\text{KHCO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  使总叶绿素、叶绿素 a 和叶绿素 b 的含量增加, 但  $\text{KHCO}_3$  增加的幅度大一些,

说明钾元素对促进叶绿素的生物合成也有促进作用。 $\text{KHCO}_3$  使叶绿素 a 与叶绿素 b 比值增大。使叶面积增加, 吸收更多的光能, 促进光合作用, 进而增加叶片中可溶性糖的含量。 $\text{HCO}_3^-$  增加暗反应的底物, 同时  $\text{K}^+$  参与糖代谢, 促进光合产物的运输, 不会产生光合产物的大量积累, 进而影响光合产物的合成。

参考文献

[1] 牛庆良 黄丹枫 艾尔肯·牙生 等.  $\text{CO}_2$  和温度对网纹甜瓜群体光合作用的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(2): 272-277.  
[2] 赵青华 赵国锦. 不同浓度  $\text{CO}_2$  对黄瓜光合速率的影响[J]. 北方园艺, 2007(9): 23-24.  
[3] 郑炳松. 钾元素对植物光合速率、Rubisco 和 RCA 的影响[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(1): 104-108.  
[4] 孙骞 杨军 张绍阳 等. 钾营养对中华猕猴桃叶片光合作用及叶绿素荧光的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34(2): 256-261.  
[5] 郝建军 刘延吉. 植物生理实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.

Effect of  $\text{KHCO}_3$  on Growing and Developing of Eggplant Seedlings

LI Ying-chang<sup>1</sup>, HAO Jian-jun<sup>2</sup>, YU Yang<sup>2</sup>, KANG Zong-li<sup>2</sup>

(1. College of Biology and Food Science Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121000, China; 2. College of Biology Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

**Abstract:** Firstly most optimal concentration was ascertained that  $\text{KHCO}_3$  could obviously enhance photosynthetic rate of eggplant seedlings. Secondly effect of  $\text{KHCO}_3$  on growing and developing of eggplant Seedlings was studied in this paper. The results showed that: 500 mg · L<sup>-1</sup>  $\text{KHCO}_3$  was the most optimal concentration that could obviously enhance photosynthetic rate of eggplant seedlings  $\text{KHCO}_3$  could increase chlorophyll content, areas of leaves, soluble sugar content and dry weight of roots, stems leaves. The results showed that:  $\text{KHCO}_3$  could improve photosynthesis, increase photosynthetic yield.  $\text{HCO}_3^-$  was primary factor that could improve growing and developing of eggplant Seedlings, and  $\text{K}^+$  was assistant.

**Key words:**  $\text{KHCO}_3$ ; Eggplant Seedlings; Growing and developing

食野菜防癌

野菜不但营养丰富, 物美价廉, 而且对癌细胞有丝分裂最高抑制率为 45.7%, 可防治胃癌、贲门癌、肺癌等。

还具有防癌的作用。

1 蒲公英: 其主要成分为蒲公英素、蒲公英甾醇、蒲公英苦素、果胶、菊糖、胆碱等, 可防治肺癌、胃癌、食管癌及多种肿瘤。

2 纯菜: 其主要成分为氨基酸、天门冬素、岩藻糖、阿拉伯糖、果糖等。如纯菜叶背分泌物对某些转移性肿瘤有抑制作用, 可防治胃癌、前列腺癌等多种肿瘤。

3 鱼腥草: 亦称折耳根。其主要成分为鱼腥草素。通过实验将鱼腥草用于小鼠艾氏腹水癌, 有明显抑制作用,

4 景菜: 景菜学名景天三七, 又名强心菜、土人参、活血丹、救命草等。它叶片宽厚翠绿, 茎杆嫩黄, 开黄花。景菜可凉拌、热炒、炖菜、烧汤、涮火锅和泡茶等鲜用, 食用时口感清香嫩滑。景菜营养丰富, 食疗兼用。具有降血压、活血化痰、益气强心和宁心平肝、清热凉血的功能, 对烦躁失眠、惊悸瘰疬有较好的疗效。景菜全国各地都可种植, 且易活、易管理。景菜极耐严寒, -20℃可安全越冬, 5℃即可生长。景菜无病害, 是无公害绿色蔬菜。景菜一次定植, 可连续收获 20 年新鲜茎叶, 就像韭菜一样随割随长。