

碳酸氢钾对大豆幼苗光合作用的影响

郝建军^{1,*}, 于长海¹, 王晗¹, 于洋¹, 高兴²

¹沈阳农业大学生物科学技术学院, 沈阳 110161; ²凌源市佛爷洞乡农业科学站, 辽宁凌源 125500

摘要: 研究喷洒碳酸氢钾(KHCO₃)对大豆幼苗叶片光合作用影响的结果表明, 喷施KHCO₃的大豆幼苗光合速率和核酮糖-1,5二磷酸羧化/氧化酶(Rubisco)羧化活性提高, 加氧酶活性下降, PSI、PSII和光合电子传递速率均提高, 光合色素含量也增加。

关键词: 大豆幼苗; 光合作用; KHCO₃

Effect of KHCO₃ on Photosynthesis of Soybean Seedlings

HAO Jian-Jun^{1,*}, YU Chang-Hai¹, WANG Han¹, YU Yang¹, GAO Xing²

¹College of Biological Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; ²Foyedong Township Agricultural Science Station of Lingyuan, Lingyuan, Liaoning 125500, China

Abstract: The effects of KHCO₃ on the photosynthesis of soybean seedling leaves were studied in this paper. The results showed that the photosynthesis rate and RuBPCase activity were enhanced, but RuBPOase activity was decreased simultaneity. Furthermore, the electron transport activities of PSI, PSII and the whole photosynthetic chain were increased, the photosynthetic pigment contents were also increased with the KHCO₃ treatment.

Key words: soybean seedlings; photosynthesis; KHCO₃

作为植物光合作用碳源的CO₂主要从空气中获得, 但空气中的CO₂体积分数只有330×10⁻⁶左右, 与光合作用的最适CO₂体积分数(约1000×10⁻⁶)相差很远, 空气中CO₂浓度低, 常是C₃植物光合作用的限制因子(蔡时青和许大全2000)。因此, 增加空气中CO₂浓度可以提高作物的光合速率和产量。但提高田间CO₂浓度还很难人工控制。对此问题, 上个世纪的中期就开始有探讨。近年来, 邢亚南等(2006)和张丽颖等(2007)分别在黄瓜和水稻幼苗中用喷施KHCO₃的方法提高光合速率。但这些研究未对Rubisco活性和光合电子传递作深入研究。本文探讨叶面喷施KHCO₃对大豆幼苗光合速率、Rubisco活性、PEPCase活性和电子传递的影响。

材料与方 法

大豆[*Glycine max* (L.) Merr.]品种‘铁丰31’种子田间播种后, 叶片第1片真叶完全展开时用作实验。试验地点为沈阳农业大学园艺学院试验基地。KHCO₃分析纯由沈阳化学试剂公司生产。

第1对真叶完全展开时选取长势一致的3株大

豆幼苗, 以实验确定的促进光合速率的最佳浓度(1500 mg·L⁻¹) KHCO₃均匀喷施叶片。以清水喷施叶片为对照。处理在上午8点左右进行。处理后第4天取叶片测定各种指标。

光合速率用CIRAS-1便携式光合系统(PP-Systems, 英国)测定。处理后第2天开始以大豆的第1对真叶测定, 连续测定7 d。

Rubisco活性测定按照李合生(2000)书中的方法, 略有改动。

RuBPOase活性测定参考《现代植物生理学实验指南》一书中的方法。PEPCase活性参照冯福生和马力耕(1992)和董永华等(1995)文中的方法测定。光合电子传递速率的测定参照陈启林等(2000)和王春梅等(2000)文中的方法。叶片叶绿素及类胡萝卜素含量的测定按照Arnon(1949)的方法。电子传递速率的测定用Chlorolab-2氧电极(Hansatech公司, 英国)法测定PSI、PSII和全链电子传递速率。可溶性糖含量测定用《现代植物生

收稿 2007-08-30 修定 2008-05-23

资助 辽宁省教育厅科学技术研究项目(2004A011)。

* E-mail: haojianjun106@126.com; Tel: 024-88487764

理学实验指南》书中的方法。

结果与讨论

1 KHCO_3 对大豆幼苗叶片光合速率的影响

从图1可以看出,随着叶片生长,大豆幼苗第1片真叶和第2片真叶的光合速率均增加, KHCO_3 处理的光合速率在7 d内都高于未喷施 KHCO_3 的。说明 KHCO_3 可以作为碳源补充空气中 CO_2 的不足,以提高光合速率。

2 KHCO_3 对大豆幼苗叶中光合色素含量影响

从表1可以看出:喷 KHCO_3 的大豆幼苗叶中叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量、叶绿素 a/叶绿素 b 比值以及类胡萝卜素含量均增加。这些指标的增加可能是 KHCO_3 提高大豆幼苗光合速率的原因之一。

3 KHCO_3 对大豆幼苗叶片光合电子传递的影响

从表2可以看出: KHCO_3 可以促进 PSI、PSII 和总的光合电子传递速率。这可能也是 KHCO_3 提高大豆幼苗光合速率的原因之一。

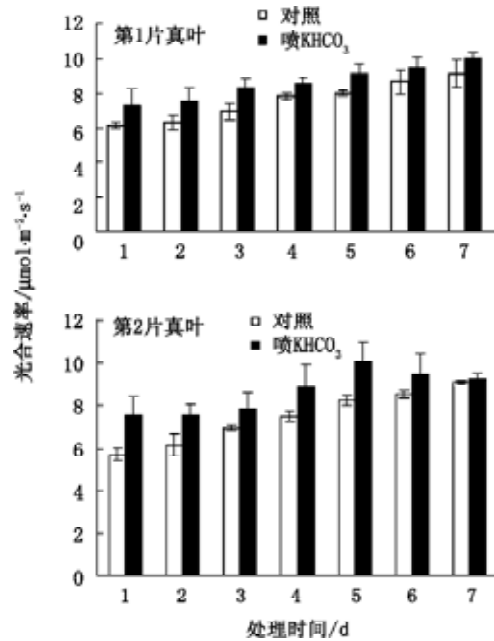


图1 KHCO_3 对大豆幼苗叶片光合速率的影响
Fig.1 Effects of KHCO_3 on photosynthetic rate of first and second true leaves of soybean seedlings

表1 KHCO_3 对大豆幼苗叶中光合色素含量的影响

Table 1 Effects of KHCO_3 on photosynthetic pigment contents of soybean seedlings

处理	叶绿素 a 含量	叶绿素 b 含量	总叶绿素含量	叶绿素 a/叶绿素 b	类胡萝卜素含量
对照	2.290 (100.0)	0.931 (100.0)	3.221 (100.0)	2.460 (100.0)	0.895 (100.0)
喷 KHCO_3	2.890 (126.2)	1.130 (121.4)	4.020 (124.8)	2.558 (103.9)	1.240 (138.6)

单位: $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 处理后第4天测定。

表2 KHCO_3 对大豆幼苗叶中的光合电子传递速率的影响

Table 2 Effects of KHCO_3 on electron transport of soybean seedlings

处理	PSI	PSII	PSI+PSII
对照	64.23 (100.0)	42.81 (100.0)	53.78 (100.0)
喷 KHCO_3	73.45 (114.4)	54.2 (126.6)	66.65 (123.9)

单位: $\mu\text{mol}(\text{O}_2)\cdot\text{mg}^{-1}(\text{叶绿素})\cdot\text{h}^{-1}$ 。

4 KHCO_3 对大豆幼苗叶中 Rubisco 和 PEPCase 活性的影响

从表3可以看出: (1)喷施 KHCO_3 大豆幼苗叶中 Rubisco 的羧化活性提高, 但 Rubisco 的加氧活性则下降, Rubisco 的羧化活性/加氧活性的比值增高; (2)喷施 KHCO_3 大豆幼苗叶中 PEPCase 活性增加,

表3 KHCO_3 对大豆幼苗叶中 Rubisco 活性和 PEPCase 活性的影响

Table 3 Effects of KHCO_3 on Rubisco and PEPCase activities of soybean seedlings

处理	RuBPCase 相对活性 / %	RuBPOase 相对活性 / %	RuBPCase/RuBPOase 相对活性 / %	PEPCase 活性 / $\text{nmol}\cdot\text{mL}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
对照	100.00	100.00	100.00	3.79
喷 KHCO_3	122.59	97.97	125.13	6.31

这些对大豆幼苗光合作用的运行无疑是有利的。

5 KHCO_3 对大豆幼苗叶中可溶性糖含量的影响

从表4可以看出: 喷 KHCO_3 的不同叶位叶中可溶性糖含量增高。这从另一个侧面说明喷施 KHCO_3 对光合速率和光合产物积累有促进作用。

表4 KHCO₃对大豆幼苗叶中可溶性糖含量的影响Table 4 Effects of KHCO₃ on the soluble sugar contents of soybean seedlings

处理	可溶性糖含量 / mg·g ⁻¹ (FW)	
	第1片真叶	第2片真叶
对照	0.66 (100.0)	0.70 (100.0)
喷 KHCO ₃	1.17 (133.3)	1.01 (144.4)

参考文献

- 蔡时青, 许大全(2000). 大豆叶片 CO₂ 补偿点和光呼吸的关系. 植物生理学报, 26 (6): 545~550
- 陈启林, 山仑, 程智慧, 沈允钢(2000). 低温弱光对黄瓜类囊体膜偶联状态的影响. 西北农业大学学报, 28 (6): 6~11
- 董永华, 史吉平, 李广敏(1995). ABA 和 6-BA 对干旱玉米幼苗 PEP 羧化酶活性的影响. 植物生理学通讯, 31 (6): 421~423
- 冯福生, 马力耕(1992). 低温对玉米叶片 PEP 羧化酶及其调节特性的影响. 植物生理学报, 18 (1): 45~49
- 李合生(2000). 植物生理生化试验原理和技术(第一版). 北京: 高等教育出版社, 138~141
- 王春梅, 施定基, 朱水芳, 田波, 魏宁生(2000). 黄瓜花叶病毒对烟草叶片和叶绿体光合活性的影响. 植物学报, 42 (4): 388~392
- 邢亚南, 郑阳, 郝建军, 于洋, 付淑杰, 李峰, 闵国春(2006). 不同浓度碳酸氢钾对黄瓜幼苗光合作用的影响. 安徽农业科学, 34 (3): 421~423
- 张丽颖, 于洋, 郝建军(2007). KHCO₃ 对水稻幼苗光合速率的影响. 安徽农业科学, 35 (4): 1009~1010
- 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会(1999). 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 127~128
- Arnon DI (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol, 24: 1~15