

钙对西瓜幼苗生长、光合特性及保护性酶活性的影响

赵晓美, 王红梅, 杨卫, 龙明华

(广西大学 农学院, 广西 南宁 530005)

摘 要:采用营养液水培方式,以‘早佳(8424)’西瓜为试材,研究了不同钙浓度水平对西瓜幼苗生长、光合特性及保护性酶活性的影响。结果表明:0 和 50 mg/L 钙处理的幼苗生长缓慢,POD、SOD 活性显著高于其它处理;220 mg/L 处理的生长速度最快,株高最高;190 mg/L 处理的叶片数、植株鲜重、干重、根系长度,净光合速率 P_n 、气孔导度 G_s 、胞间 CO_2 浓度 C_i 、叶绿素含量显著高于其它处理。因此,在 0~220 mg/L 钙浓度范围内,提高营养液中钙离子浓度,可以促进植株生长,增强光合作用,增加有机物的合成与积累。

关键词:钙;西瓜幼苗;生长;光合特性;酶活性

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)14-0144-03

随着西瓜栽培规模的扩大和经济效益的提高,西瓜已成为发展高效、精品农业的作物品种之一。钙是植物生长的必需营养元素,在植物细胞中, Ca^{2+} 作为第二信使,参与植物生长发育与衰老、光合作用电子传递和光合磷酸化等^[1]。作物产量及品质与光合性能密切相关,较高的光合性能是高产优质的基础保障^[2]。现以‘早佳(8424)’西瓜为试材,研究了不同钙浓度对西瓜幼苗生长、光合特性及保护性酶活性的影响,以期为西瓜生产上钙肥的合理施用和西瓜无土栽培营养液中钙浓度的确定提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为新疆农科院育成的早熟西瓜一代杂交种‘早佳(8424)’。

1.2 试验方法

试验在广西大学农学院蔬菜基地温室大棚内进行,采用深液流(DFT)水培法,营养液配方参考日本山崎配方、华南农业大学配方等其它西瓜深液流水培配方,确定各元素的浓度(mg/L)为:N 180, P 50, K 320, Ca 160, Mg 47, Fe 2.8, Mn 0.5, B 0.5, Cu 0.02, Mo 0.01, Zn 0.05。各生长期营养液的 EC 值(mS/cm):苗期 1.2~

1.5, 伸蔓期 1.8~2.0, 开花结果期 2.2~2.5, 整个生长期 pH 保持在 6.0~6.5^[3]。试验设计钙浓度(mg/L)为:0、50、100、130、160、190、220 mg/L,其中 160 mg/L 处理为对照。2011 年 4 月 1 日播种育苗,2011 年 4 月 15 日(3 叶 1 心)定植于栽培槽。每个处理 18 株,3 次重复,株行距 40 cm×40 cm。

1.3 项目测定

1.3.1 形态指标 测定定植后 0、4、8 d 的植株高度,以判定苗期植株生长速度;测定第 8 天的叶片数、根系长度、植株鲜重、干重。随机取 10 株完整幼苗,去离子水冲洗干净,滤纸吸干表面水分称植株鲜重,105℃ 下杀青 15 min,75℃ 烘干至恒重称植株干重,重复 3 次。

1.3.2 光合指标 定植后 8 d 于晴天上午 9:00~11:00 用便携式光合速率测定仪(Li-Cor6400 型,美国 Li-Cor 公司)测定净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)和蒸腾速率(Tr)。测定条件为:设定内置光量子通量密度(PFD)1 000 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ^[4]。便携式叶绿素仪:SPAD-502Plus(日本柯尼卡美能达)测定叶绿素含量(用 SPAD 值表示)。

1.3.3 保护性酶活性 参照李玲^[5]测定保护性酶活性的方法。SOD 活性采用氮蓝四唑(NBT)法测定,以抑制氮蓝四唑(NBT)光化还原 50% 为 1 个酶单位(U),酶活性以 U/g FW 表示;POD 活性采用愈创木酚法,测定吸光度的变化,以吸光度每分钟增加 0.01 为 1 个酶活力单位(U),酶活性以 U/g FW 表示。

2 结果与分析

2.1 不同浓度钙对西瓜幼苗生长速度的影响

由图 1 可知,220 mg/L 处理的生长速度最快,株高最高;190 mg/L 次之,0 和 50 mg/L 处理生长速度缓慢。由表 1 可知,190 mg/L 处理的叶片数 6.6,植株鲜重

第一作者简介:赵晓美(1986-),女,硕士,研究方向为蔬菜营养及无土栽培。

责任作者:龙明华(1961-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事蔬菜及花卉育种与无公害农产品生产和无土栽培及组织培养技术等教学与科研工作。

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2007BAD68B04);广西研究生教育创新资助项目(GXU11T32562)。

收稿日期:2012-03-30

8.19 g,干重 0.83 g,根系长度 14.85 cm,显著高于其它处理。表明在 0~220 mg/L 范围内,提高钙浓度水平有利于西瓜的生长。

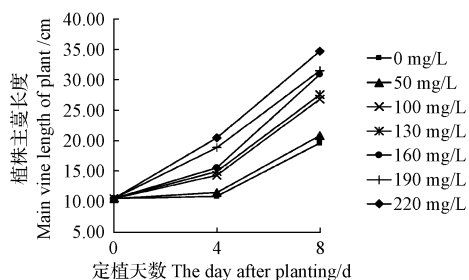


图 1 不同浓度钙对西瓜幼苗主蔓生长速度的影响

Fig. 1 Effect of different Ca^{2+} concentration treatments on the growth rate of main vine length

表 2 不同浓度钙对西瓜幼苗叶片光合特性的影响

Table 2 Effect of different Ca^{2+} concentration treatments on photosynthetic characteristics of the leaf of watermelon seedling

钙浓度 Concentration of Ca^{2+} / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	净光合速率 Pn / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 Gs / $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间 CO_2 浓度 Ci / $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$	蒸腾速率 Tr / $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	SPAD
0	4.53±0.65d	0.05±0.01d	209.7±4.81d	1.79±0.04d	34.4±0.69c
50	7.06±1.31d	0.12±0.03d	242.7±4.67c	3.39±0.43cd	36.1±0.56c
100	15.50±1.96c	0.37±0.09cd	258.0±6.36bc	5.35±0.58c	40.7±2.07bc
130	17.90±1.99bc	1.14±0.11a	304.3±4.70a	12.97±0.58a	47.5±2.22a
160	16.20±1.19bc	0.57±0.18bc	274.3±5.93b	9.79±0.16b	47.7±1.41a
190	23.83±0.35a	1.17±0.11a	308.0±7.21a	12.48±1.54a	50.0±4.37a
220	20.16±0.55ab	0.90±0.12ab	296.6±4.80a	10.78±0.71ab	44.4±1.96ab

2.2 不同浓度钙对西瓜幼苗光合特性的影响

由表 2 可知,190 mg/L 处理的净光合速率 Pn 、气孔导度 Gs 、胞间 CO_2 浓度 Ci 、叶绿素含量显著高于其它处理;130 mg/L 处理的蒸腾速率 Tr 最大,但与 190 mg/L 处理的差异不显著。表明在 0~220 mg/L 范围内,适当增加营养液中的 Ca^{2+} 浓度可有效提高西瓜叶片叶绿素含量,增大气孔开度,降低 CO_2 的气孔扩散阻力,使 Ci 升高,促进 CO_2 的羧化,有利于 Pn 的升高。

2.3 不同浓度钙对西瓜苗期叶片保护性酶活性的影响

由图 2、3 可知,不同钙处理的 POD、SOD 活性均呈现先上升后下降的变化趋势,POD 活性在第 6 天达到最大,SOD 活性在第 3 天达到最大,对照(160 mg/L)的 SOD、POD 活性在处理过程中变化不明显。0 和 50 mg/L

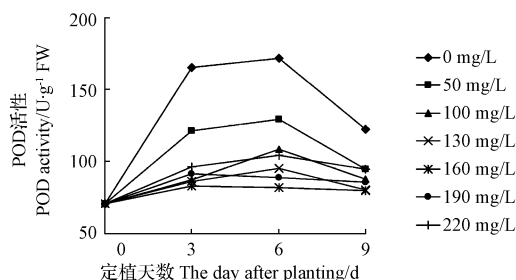


图 2 不同浓度钙对西瓜苗期叶片 POD 活性的影响

Fig. 2 Effect of different Ca^{2+} concentration treatments on POD activity of the leaf of watermelon seedling

表 1 不同浓度钙对西瓜幼苗生长的影响

Table 1 Effect of different Ca^{2+} concentration treatments on the growth of watermelon seedling

钙浓度 Concentration of Ca^{2+} / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	叶片数 Leaf numbers	植株鲜重 Fresh weight/g	植株干重 Dry weight/g	根系长度 Root length/cm
0	4.3±0.20d	2.76±0.04f	0.28±0.01d	4.64±0.21e
50	4.9±0.24cd	3.09±0.08e	0.32±0.01d	5.79±0.04d
100	5.6±0.29abc	5.13±0.05d	0.51±0.01c	12.43±0.41c
130	5.3±0.20bcd	5.24±0.11d	0.51±0.01c	13.03±0.23c
160	6.3±0.20ab	5.90±0.01b	0.59±0.01b	13.85±0.15b
190	6.6±0.51a	8.19±0.03a	0.83±0.03a	14.85±0.06a
220	6.0±0.61ab	5.52±0.02c	0.56±0.02bc	13.12±0.12c

注:同列小写字母表示 0.05 水平上的差异显著性。下同。

Note: Different small letters in the same column mean significant differences at the level of 0.05. The same as follows.

浓度钙处理的 SOD、POD 活性显著高于其它处理。结果表明,在 0~50 mg/L 钙浓度范围内,西瓜叶片细胞活性氧产生增多,从而诱导了 SOD、POD 活性的提高,在一定程度上保护了植物免受自由基伤害。说明钙参与了 POD、SOD 活性的调节,增强了植物对逆境的适应能力^[6]。

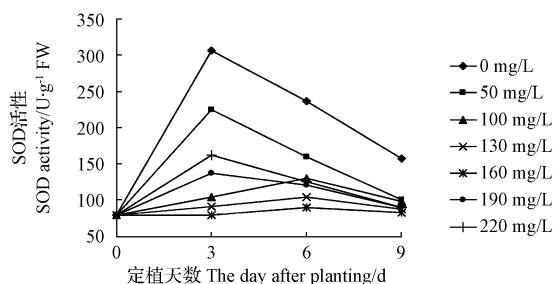


图 3 不同浓度钙对西瓜苗期 SOD 活性的影响

Fig. 3 Effect of different Ca^{2+} concentration treatments on SOD activity of the leaf of watermelon seedling

3 结论与讨论

该试验表明,在 0~220 mg/L 钙浓度范围内,提高营养液中钙离子浓度,可以促进植株生长,增强光合作用,增加有机物的合成与积累。0 和 50 mg/L 钙处理的幼苗生长缓慢,POD、SOD 活性显著高于其它处理;220 mg/L 处理的生长速度最快,株高最高;190 mg/L 处理的

叶片数、植株鲜重、干重、根系长度、净光合速率 P_n 、气孔导度 G_s 、胞间 CO_2 浓度 C_i 、叶绿素含量显著高于其它处理。

钙参与植物的生长发育过程,是细胞分裂所必需的成分,对细胞壁的胞间层和有丝分裂纺锤体的形成都有重要作用^[7]。因此,缺钙后,幼苗生长受到抑制,叶绿素含量下降。

Ca^{2+} 是生物膜的稳定剂,在维护植物细胞膜结构和功能上具有重要作用。缺钙会破坏膜结构,同时引起 POD、SOD 酶活性变化,使自由基浓度增加,促进膜脂过氧化作用^[8]。该试验结果表明,随缺钙时间延长,西瓜幼苗叶片的 SOD、POD 活性下降,导致细胞内膜的紊乱和伤害,这与玉米缺钙后膜脂过氧化作用加强的结果相一致^[9]。

叶绿素作为植物的光合色素直接影响着植物光合作用的进行,且在一定范围内叶绿素含量与光合速率呈正相关,正常供钙时叶片叶绿素含量高有利于光合作用的提高^[10]。该试验得出的结论与其相符。光合作用强有利于有机物的积累,促进植物的生长发育,有利于后期的生长发育及果实产量品质的提高。

综上所述,在西瓜定植后 8 d 左右,叶片 5~6 片的

苗期生长阶段,以保持土壤溶液中或营养液中钙离子在 190~220 mg/L 浓度范围的钙肥施用量,较为科学合理。

参考文献

- [1] 牟咏花. 钙的生理功能及在果蔬生理中的重要性[J]. 浙江农业学报, 1995, 7(6): 499-501.
- [2] 杨阳, 徐福利, 陈志杰. 施用钾肥对温室黄瓜光合特性及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(5): 1232-1237.
- [3] 唐小付, 龙明华, 马中才, 等. 西瓜深液流水培品种适应性比较试验[J]. 长江蔬菜, 2008(8): 42-44.
- [4] 张振兴, 孙锦, 郭世荣, 等. 钙对盐胁迫下西瓜光合特性和果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2011, 38(10): 1929-1938.
- [5] 李玲. 植物生理学模块实验指导[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 97-100.
- [6] 高向阳, 杨根平, 许志强, 等. 水分胁迫下钙对大豆膜脂过氧化保护酶系统的影响[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(2): 7-12.
- [7] 王丽萍, 任良玉, 王冉, 等. 钙对黄瓜幼苗生长及抗氧化系统的影响[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(1): 34-37.
- [8] Minorsky P V. An heuristic hypothesis of chilling injury on plants. A role for calcium as the primary physiological transducer of injury[J]. Plant Cell Environ, 1985(8): 75-83.
- [9] 缪颖, 叶钢, 毛节琦. 缺钙玉米叶片的膜脂过氧化伤害[J]. 浙江农业大学学报, 1997, 23(2): 163-167.
- [10] 龙明华, 唐小付, 于文进, 等. 不同钙素水平对厚皮甜瓜叶片光合作用和保护酶活性的影响[J]. 广西植物, 2005, 25(1): 77-82.

Effects of Different Ca^{2+} Concentrations on the Growth, Photosynthetic Characteristics, Protective Enzyme Activity of Watermelon Seedling

ZHAO Xiao-mei, WANG Hong-mei, YANG Wei, LONG Ming-hua
(College of Agriculture, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005)

Abstract: Take the 'Zaojia (8424)' watermelon as materials, the effects of different Ca^{2+} concentrations on the growth, photosynthetic characteristics, protective enzyme activity of watermelon seedling in nutrient were studied. The results showed that the growth of watermelon seedlings was slow in 0~50 mg/L of Ca^{2+} , but POD and SOD activity were significantly higher than that in other treatments. The growth rate and plant height was the best at 220 mg/L of Ca^{2+} . In the treatment of 190 mg/L of Ca^{2+} , leaf numbers, fresh weight, dry weight, root length, net photosynthesis rate (P_n), stomatal conductance (G_s), intercellular carbon dioxide concentration (C_i) and chlorophyll content of seedlings were significantly higher than that in other treatments. It could be concluded that within 0~220 mg/L of Ca^{2+} , it could promote the plant growth, improve photosynthesis and increase the synthesis and accumulation of organic matter if Ca^{2+} in nutrient was improved.

Key words: Ca^{2+} ; watermelon seedling; growth; photosynthetic characteristics; enzyme activity