

不同形态钙对设施黄瓜生长及钙吸收的影响

王守银, 张宁*, 樊兆博, 宋涛, 刘志涛, 桑净净, 邢璐, 栾好安, 彭云

(金正大生态工程集团股份有限公司, 农业部植物营养与新型肥料创制重点实验室, 国家缓控释肥工程技术研究中心, 山东临沂 276700)

摘要 [目的]为了选择适合于设施黄瓜栽培中使用的钙制剂。[方法]在金正大国家缓控释肥研究中心科研智能温室内,以“津优35”黄瓜品种为试材,采用沙培法,叶面喷施硝酸钙($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)、糖醇钙(Mannitol-Ca)和助剂钙(Additive-Ca($\text{NO}_3)_2$),研究不同形态钙对黄瓜干鲜重、叶绿素含量及钙吸收的影响。[结果]3种形态钙处理黄瓜植株干鲜重和叶绿素含量均高于对照,其中糖醇钙处理和助剂钙处理植株高于硝酸钙处理;糖醇钙处理叶干鲜重分别比硝酸钙处理植株增加1.1%和7.0%,助剂钙处理叶干鲜重分别比硝酸钙处理植株增加10.4%和20.1%,糖醇钙处理和助剂钙处理叶绿素含量分别比硝酸钙处理增加8.2%和10.1%。糖醇钙处理和助剂钙处理根、茎、叶钙吸收量均高于硝酸钙处理。糖醇钙处理和助剂钙处理叶钙吸收量分别比硝酸钙处理增加22.7%和52.0%。叶片钙吸收量高于根和茎,根部钙吸收量最少。[结论]在试验条件处理下,糖醇钙处理和助剂钙处理总体效果优于硝酸钙处理。与硝酸钙相比,糖醇钙和助剂钙可作为设施蔬菜栽培中选用的钙制剂。

关键词 黄瓜;硝酸钙;糖醇钙;助剂钙

中图分类号 S143.7⁺2;S642.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)34-199-03

Effects of Different Calcium Forms on Growth and Assimilation of Calcium of Cucumber

WANG Shou-yin, ZHANG Ning*, FAN Zhao-bo et al (Kingenta Ecological Engineering Group Co. Ltd., Key Laboratory of Plant Nutrition and New Fertilizer R&D, Ministry of Agriculture/Nation Engineering Technology Research Center for SCRF, Linshu, Shandong 276700)

Abstract [Objective] To select the suitable calcium preparations on cucumber cultivation. [Method] An experiment was conducted at the research intelligent greenhouse of nation engineering technology research center for SCRF of Kingenta. Using cucumber (*Cucumis sativus* L.) "Jinyou 35" as experimental material, the effects of different calcium forms, namely $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, mannitol-calcium and additive-calcium, on fresh weight, dry weight, chlorophyll content and assimilation of calcium of cucumber in sandy culture were studied. [Result] The dry weight, fresh weight and chlorophyll content of three forms of calcium were higher than the control, and mannitol-calcium and additive-calcium were higher than $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. The dry and fresh weight under mannitol-calcium treatment were 1.1% and 7.0% higher than those under $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ treatment. The dry and fresh weight under additive-calcium treatment were 10.4% and 20.1% higher than those under $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ treatment. Compared with $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ treatment, the chlorophyll content of mannitol-calcium and additive-calcium treatment increased 8.2% and 10.1%, respectively. The calcium assimilation of vegetative organ was higher in mannitol-calcium and additive-calcium than $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. The calcium assimilation of leaf under mannitol-calcium and additive-calcium treatment were 22.7% and 52.0% higher than those under $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ treatment. In the experiment calcium absorption is higher than the blade roots and stems, roots absorb the least amount of calcium. [Conclusion] The experimental analysis showed that mannitol-calcium and additive-calcium were more effective than $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, and more suitable to be applied in cucumber cultivation.

Key words Cucumber; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; Mannitol-calcium; Additive-calcium

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是我国种植范围最广、面积最大的设施蔬菜作物之一。据FAO(联合国粮食与农业组织)统计资料,我国黄瓜产量居世界首位,占世界总产量的一半以上^[1]。在设施黄瓜栽培中,氮肥、钾肥的大量施用导致 NH_4^+ 、 K^+ 含量增加,土壤酸化严重,从而降低黄瓜对钙的吸收,导致生理性缺钙^[2]。

钙是植物生长发育必需的大量元素之一,不仅参与细胞壁和细胞膜的构成,而且作为第二信使参与细胞内信号转导与调控^[3]。大多数蔬菜属于喜钙作物。缺钙易引起细胞内膜系统的破坏,且使蔬菜作物感染病害的几率增加,如番茄脐腐病、大白菜干烧心病、丝瓜烂花等蔬菜生理性病害^[4]。黄瓜缺钙,易导致植株早衰,造成严重减产。目前,生产上补钙的主要途径是通过叶面喷施。喷施钙肥以硝酸钙和氯化钙等离子钙为主,但关于其他形式钙对植株生长的影响研究鲜有报道^[5-6]。通过叶面喷施硝酸钙、糖醇钙和助剂钙,比较不同形态钙对黄瓜生长和钙吸收的影响,以期为设施蔬菜栽培中选用合适的钙制剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试作物为黄瓜品种“津优35”。试验所用的不同形态钙叶面肥由金正大生态工程集团股份有限公司提供,其中助剂钙为以植物源泡囊为载体的助剂与硝酸钙的混合液。基质为利用多菌灵灭菌后的洁净河沙($\varphi < 2$ mm)。

1.2 试验设计 试验于2014年12月至2015年1月在山东临沂金正大生态工程集团股份有限公司科研智能温室内进行。挑选长势一致的黄瓜幼苗(2叶1心),移植于盆(28 cm × 31 cm)中,浇灌1/2剂量Hoagland营养液。改良Hoagland营养液配方为N 211 mg/L, P 32 mg/L, K 238 mg/L, Ca 0 mg/L, Mg 63 mg/L, S 42 mg/L, Fe 3 mg/L, B 0.5 mg/L, Mn 0.5 mg/L, Zn 0.05 mg/L, Cu 0.02 mg/L, Mo 0.01 mg/L, Cl 0.01 mg/L。

待培养至3叶1心时,将幼苗分成4组进行处理,即CK为喷施蒸馏水;T1为喷施糖醇钙;T2为喷施硝酸钙;T3为喷施助剂钙。每个处理重复4次。每10 d喷施1次,共2次。各处理喷施钙量相同。所有处理浇灌1/2剂量Hoagland营养液(不含钙),其他常规管理措施相同。

1.3 测定方法

1.3.1 干鲜重的测定。在处理后的第20天取样,测定黄瓜植

作者简介 王守银(1971-),男,山东临沂人,工程师,从事新型肥料研发工作。*通讯作者,研发专员,硕士,从事新型肥料研发工作。

收稿日期 2015-11-02

株的根、茎、叶干鲜重。在测定干重时,根、茎、叶分别取样,装入样品袋,于烘箱(105℃)杀青10 min,65℃烘至恒重,取出,用分析天平进行测定。

1.3.2 叶片叶绿素含量值(SPAD值)的测定。选取每株新发育成的功能叶,距叶基部40%~60%范围内使用SPAD-502叶绿素仪测定3次,取平均值。每株测定3片叶。

1.3.3 钙含量的测定。称取烘干黄瓜植株样品2.5 g于30 ml瓷坩埚中,加1.5 ml浓度95%乙醇溶液,使得样品湿润;进行预灰化处理,直到样品呈灰白色为止;将预灰化的样品放入高温箱电炉中,525℃保持约1 h,烧至灰白色为止;待降温至200℃,取出坩埚,冷却至室温,分次加入少量稀盐酸溶液,待作用缓和后加稀盐酸溶液至20 ml,加热至沸,趁热过滤,冷却后用水定容至100 ml;最后,利用ICP(电感耦合等离子体发射光谱仪),测定待测液中钙含量^[7]。

钙吸收量(mg) = 处理植株含钙量 - 对照植株的含钙量

1.4 数据分析 用Excel 2010软件进行数据处理,用SAS 8.0进行统计分析。差异显著性比较使用Duncan新复极差法($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同形态钙对黄瓜干鲜重的影响 由表1可知,不同形态钙处理下黄瓜植株干鲜重均在0.05水平显著高于CK;糖醇钙处理根系干鲜重优于硝酸钙处理和助剂钙处理,糖醇钙处理干鲜重分别比对照高34.5%和60.6%;助剂钙处理茎和叶干鲜重优于硝酸钙和糖醇钙,其中助剂钙茎干鲜重分别比对照高68.4%和71.6%,叶干鲜重分别比对照高36.3%和44.0%;助剂钙处理总干鲜重优于硝酸钙处理和糖醇钙处理,表明喷施钙可以促进植株的生长,助剂钙处理表现出较好的效果。

表1 不同形态钙对黄瓜植株干鲜重的影响

性状	处理	根	茎	叶	总重
鲜重	CK	2.21 ± 0.8a	1.55 ± 0.4c	9.54 ± 0.94c	13.30 ± 1.73c
	T1	3.55 ± 0.75a	2.14 ± 0.05ab	12.24 ± 0.35b	17.93 ± 0.96ab
	T2	2.86 ± 0.79a	1.92 ± 0.33bc	11.44 ± 0.72b	16.22 ± 0.69b
	T3	3.39 ± 0.45a	2.66 ± 0.2a	13.74 ± 0.48a	19.79 ± 0.7a
干重	CK	0.29 ± 0.1a	0.19 ± 0.06b	1.46 ± 0.47b	1.94 ± 0.59b
	T1	0.39 ± 0.08a	0.23 ± 0.01b	1.82 ± 0.11ab	2.44 ± 0.17ab
	T2	0.33 ± 0.07a	0.20 ± 0.02b	1.80 ± 0.07ab	2.33 ± 0.12ab
	T3	0.38 ± 0.06a	0.32 ± 0.05a	1.99 ± 0.14a	2.68 ± 0.09a

注:同列不同小写字母表示差异达0.05显著水平。

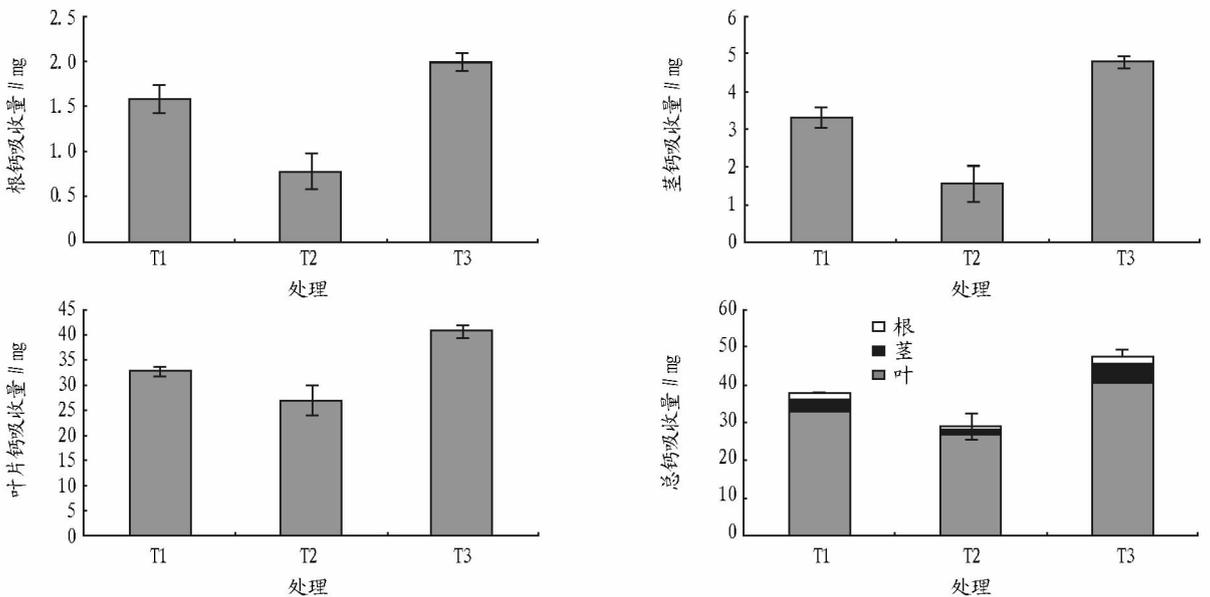


图1 不同形态钙处理对黄瓜各营养器官钙吸收量的影响

2.2 不同形态钙对黄瓜各营养器官钙吸收量的影响 由图1可知,不同形态钙处理后,植株根、茎、叶中钙吸收量均有不同程度的提高。对于相同处理,植株叶片钙吸收量高于茎和根,其中根钙吸收量最低,表明喷施的钙主要被叶片吸收;对于不同形态钙处理,助剂钙处理植株根、茎、叶钙吸收量均高于糖醇钙处理和硝酸钙处理,其中硝酸钙处理钙吸收量最低,表明助剂钙和糖醇钙在促进植株钙吸收方面表现较好。

2.3 不同形态钙对黄瓜叶绿素含量的影响 SPAD值是反映叶片测定位置叶绿素含量的相对大小。多项研究表明,植物叶片SPAD值与其叶绿素呈正相关^[8-10]。由图2可知,所有钙处理植株叶片SPAD值均高于对照,表明喷施钙提高了叶片的叶绿素含量。不同钙处理植株叶片SPAD值大小依次为助剂钙处理>糖醇钙处理>硝酸钙处理,表明助剂钙和糖醇钙在提高叶片叶绿素含量方面优于硝酸钙。

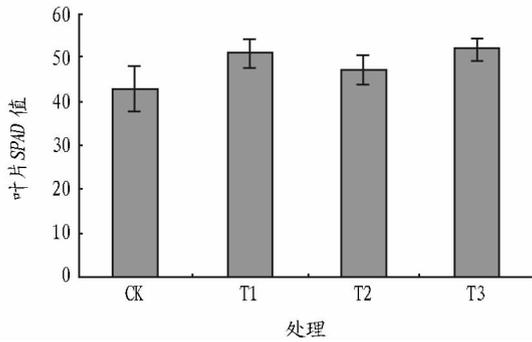


图2 不同形态钙处理对黄瓜叶绿素含量的影响

3 结论与讨论

钙参与植物的生长发育过程,是有丝分裂纺锤体形成所必须的成分,也是细胞壁的胞间层形成所需的重要成分。因此,缺钙时,叶片失绿、坏死,幼嫩组织受损严重,植株生长受到抑制^[11]。目前,蔬菜上关于钙的研究大多集中在提高作物耐盐、低氧和高温等逆境方面^[12-21],但对于适合黄瓜吸收的钙形态方面的研究较少。蔬菜上,仅有吴文强等^[22]研究认为,相比于硝酸钙,糖醇钙对茄子株高和茎粗有明显的促进作用。齐红岩等^[21]研究认为,与氯化钙相比,糖醇钙和纳米钙可明显提高叶片中的钙含量。

该研究表明,与硝酸钙相比,助剂钙和糖醇钙可明显增加黄瓜植株的干鲜重,促进植株生长,说明糖醇钙和助剂钙促进植物细胞分裂,使得营养物质向其生长部位大量运输,进而促进植株生长。助剂钙和糖醇钙较硝酸钙可增加黄瓜植株各营养器官钙吸收量,表明这两种钙的有效性要高于硝酸钙。原因可能是助剂钙和糖醇钙分别是以植物源泡囊和糖醇为载体的钙制剂,有利于植物对钙的吸收以及直接通过韧皮部运输。另外,在适度范围内,钙能提高叶片叶绿素含量^[23-24]。研究中,助剂钙和糖醇钙可提高黄瓜叶片叶绿素含量。

采用沙培试验,研究了叶面喷施硝酸钙、糖醇钙和助剂钙对黄瓜生长及钙吸收的影响。结果发现,与硝酸钙相比,助剂钙和糖醇钙不仅提高植株干鲜重和叶绿素含量,而且增加植株根、茎和叶的钙吸收量。因此,助剂钙和糖醇钙可作为设施蔬菜栽培中较好的钙肥补充剂。

参考文献

- [1] 孙玉河,李文琴,马德华. 我国黄瓜生产的现状、问题和发展趋势[J]. 天津农业科学,2003,9(3):54-56.
- [2] 孙明海,惠祥海,孔德生,等. 温室黄瓜生理性缺钙原因与预防措施[J]. 北方园艺,2009(7):168.
- [3] TREWAVAS A J, MALHO R. Ca^{2+} signaling in plant cells: The big network[J]. Current opinion in plant biology, 1998, 1: 428-433.
- [4] 祝海燕,高俊平. 钙在蔬菜病害防治中的作用[J]. 中国蔬菜,2014(11):81-82.
- [5] 梁文娟,王美玲,孙晓琦,等. 钙对日光温室黄瓜生长及产量的影响[J]. 中国蔬菜,2008(1):18-19.
- [6] 严蓓,孙锦,郭世荣,等. 钙对盐胁迫下黄瓜幼苗生长及可溶性蛋白质表达的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):841-845.
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 王文杰,李雪莹,王慧梅,等. 便携式测定仪在测定叶片衰老过程中氮和叶绿素含量上的应用[J]. 林业科学,2006,42(6):20-25.
- [9] 艾天成,李方敏,周治安,等. 作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J]. 湖北农业学报,2000,20(1):6-8.
- [10] 姜丽芬,石福臣,王化田,等. 叶绿素计 SPAD2502 在林业上应用[J]. 生态学杂志,2005,24(12):1543-1548.
- [11] 王丽萍,陈贵林. 黄瓜苗期对缺钙胁迫的反应[J]. 吉林农业科学,2003,28(5):34-37.
- [12] 陈淑芳,郭军. 钙诱导黄瓜幼苗耐盐性效应[J]. 园艺园林科学,2008,24(11):346-349.
- [13] 韩水,孙锦,郭世荣,等. 钙对盐胁迫下黄瓜幼苗抗氧化系统的影响[J]. 园艺学报,2010,37(12):1937-1943.
- [14] 樊怀福,杜长霞,郭世荣,等. 钙和 NO 对 NaCl 胁迫下黄瓜幼苗生长和活性氧代谢的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(5):1224-1231.
- [15] 程玉静,郭世荣,刘书仁,等. 外源硝酸钙对盐胁迫下黄瓜幼苗叶片抗氧化系统及膜质子泵活性的影响[J]. 生态学杂志,2010,29(5):892-898.
- [16] 严蓓,孙锦,束胜,等. 外源钙对 NaCl 胁迫下黄瓜幼苗叶片光合特性及碳水化合物代谢的影响[J]. 南京农业大学学报,2014,37(1):31-36.
- [17] 王长义,郭世荣,杜长霞,等. 外源钙对根际低氧胁迫下黄瓜幼苗 ADH、LDH 活性和同工酶的影响[J]. 生态学杂志,2010,29(4):662-668.
- [18] 王长义,郭世荣,程玉静,等. 外源钙对根际低氧胁迫下黄瓜植株钾、钙、镁离子含量和 ATPase 活性的影响[J]. 园艺学报,2010,37(5):731-740.
- [19] 陈贵林,贾立志. 钙和钙调素拮抗剂对高温胁迫下茄子幼苗抗氧化系统的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(1):197-202.
- [20] 齐明芳,刘玉凤,周龙发,等. 钙对亚高温下番茄幼苗叶片光合作用的调控作用[J]. 中国农业科学,2011,44(3):531-537.
- [21] 齐红岩,王丹,齐明芳,等. 不同形态钙对高温逆境下番茄叶片光合作用的调控作用[J]. 应用生态学报,2014,25(12):3540-3546.
- [22] 吴文强,刘瑜,李萍,等. 糖醇螯合钙对茄子生长、产量和品质的影响[J]. 中国蔬菜,2013(24):46-48.
- [23] 杨宇虹,崔国明,黄必志,等. 钙对烤烟产质量及其主要植物学性状的影响[J]. 云南农业大学学报,1999,14(2):148-152.
- [24] 段咏新,宋松泉,傅家瑞. 钙对延缓杂交水稻叶片衰老的作用机理[J]. 杂交水稻,1997,12(6):23-25.

(上接第 163 页)

参考文献

- [1] 谭胜兵,金婷. 芡实的营养保健功能及其开发利用[J]. 食品工程,2008(3):8-10.
- [2] 沈蓓,吴启南,陈蓉,等. 芡实的现代研究进展[J]. 西北药学杂志,2012,27(2):185-197.
- [3] 张余,薛连海,贾小丽,等. 芡实的营养保健价值及其加工利用[J]. 中国野生植物资源,2009,28(3):24-26,35.
- [4] 朱欣婷. 植物多糖的生物活性研究进展[J]. 安徽农业科学,2008,36(28):12076-12077.
- [5] 林海鸣,刘艳丽,孙晓飞,等. 多糖的药理活性研究概[J]. 亚太传统医药,2008,4(2):63-67.
- [6] 刘玉凤,王保国,李会娟,等. 芡实多糖的分离纯化及抗氧化作用研究[J]. 济宁医学院学报,2011,34(6):392-394.
- [7] ZHAO H R, ZHAO S X, SUN C Q, et al. Glucosylsterols in extracts of *Euryale ferox* identified by high resolution NMR and mass spectrometry[J].

Journal of lipid research, 1989, 30:1633-1637.

- [8] DAS S J, DER P, RAYEHAUDHURI H, et al. The effect of *Euryale ferox* (makhana), an herb of aquatic origin, on myocardial ischemic reperfusion injury[J]. Molecular and Cellular Biochemistry, 2006, 289:55-63.
- [9] 金婷. 芡实多糖的提取工艺研究[J]. 中国食物与营养, 2009(5):50-51.
- [10] 刘玉凤,王保国,张晓娟,等. 芡实多糖的水提醇沉工艺研究[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(5):1100-1102.
- [11] 赵建国,曲伟红,吕璐,等. 超声波辅助法提取芡实多糖的工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(18):10770-10771.
- [12] 谢燕娟,陈晓丹,王晓波. 超声波辅助提取芡实多糖条件优化[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(8):15-19.
- [13] 宋晶,吴启南. 芡实多糖的提取及含量测定[J]. 辽宁中医杂志, 2010, 37(7):1331-1333.
- [14] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社, 2010:174-175.