

# 不同营养液电导率对温室黄瓜光合速率及产量和品质的影响

倪纪恒, 毛罕平

(江苏大学 农业工程研究院, 江苏 镇江 212013)

**摘要:**以“津优一号”黄瓜为试材,研究了1.5、2.2、2.5 dS/m的不同EC值的营养液对温室黄瓜光合速率、单株叶面积、产量和果实水分含量的影响。结果表明:营养液的电导率对温室黄瓜叶片光合速率、株高、单株叶面积、产量和果实水分含量均有较大影响;当营养液电导率为2.5 dS/m和2.2 dS/m时光合速率、单株叶面积、产量和果实水分含量差异不显著,但显著大于营养液的电导率为1.5 dS/m和营养液电导率为0.036 dS/m(CK)。

**关键词:**温室;电导率(EC);光合速率;果实水分含量;黄瓜

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0053-03

黄瓜(*Cucumis sativus*)是中国温室栽培的主要作物之一<sup>[1]</sup>。随着中国设施农业的发展,无土栽培在设施农业中所占的比例越来越大。目前中国温室黄瓜营养液采用过量灌溉的管理模式,这样不仅容易引发病虫害,而且造成水肥资源的浪费和污染环境,不符合现代化农业高产、高效的要求,因此按需施肥,对降低温室黄瓜生产成本,提高产品品质和水肥利用率具有重要意义。

电导率(Electrical Conductivity, EC)是营养液管理中最重要参数之一,所浇灌营养液浓度的高低直接影响作物的生长发育、产量和品质<sup>[2-5]</sup>。研究表明EC值过高会降低产量,造成果实畸形。Li等<sup>[6-7]</sup>认为高EC的营养液会造成温室番茄产量降低并缩小果实体积,影响果实对水分的吸收。EC值过低会造成养分亏缺,影响作物生长。周庐萍等<sup>[8]</sup>认为高营养液电导率有助于提高菊花地上、地下部的鲜质量和干质量,同时提高叶片光合速率。Min等<sup>[9]</sup>认为高EC能提高温室番茄果实番茄红素、葡萄糖、果糖和可溶性固形物含量。

果实水分含量是黄瓜果实品质的重要指标之一,但关于不同营养液浓度对温室黄瓜产量、果实水分含量鲜有报道,鉴于此,现采用不同的营养液浇灌温室黄瓜,研究不同EC条件下的温室黄瓜光合速率日变化、干物质生产和果实水分含量,以为温室黄瓜优质生产提供理论依据。

**第一作者简介:**倪纪恒(1976-),男,河南许昌人,博士,现主要从事作物生长模型与智能决策研究工作。E-mail:nijiheng@163.com.

**基金项目:**江苏大学高级人才基金资助项目(13JDG31);江苏省农业科技自主创新资助项目(cx(11)2019)。

**收稿日期:**2013-07-24

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“津优一号”,于2009年9月20日播种,种植密度为2.5株/m<sup>2</sup>。在第1片真叶展开时移栽至珍珠岩基质中。试验温室为Venlo型温室,温室东西走向,长45 m,跨度6 m,脊高3.2 m。温室内加热系统、帘幕系统、通风系统均由计算机自动控制。

### 1.2 试验方法

试验于2009年10月至2010年1月在江苏大学Venlo型试验温室进行。

黄瓜幼苗移栽后采用不同EC的营养液处理,各营养液配制过程(表1):分别从A罐、B罐中各吸取50、100、150 mL混合后溶解于10 L水中,采用EC计测定营养液EC值,各营养液的EC分别为1.5(T1)、2.2(T2)、2.5 dS/m(T3)。然后用磷酸调整3种营养液pH在6.24~6.57。以浇清水为对照(T0)(清水EC经测定为0.036 dS/m),每处理30株,每天浇灌营养液4次,每次300 mL。

表1 营养液母液组分

Table 1 Mother liquor component of nutrient solution (10 L on each tank) g			
A 罐		B 罐	
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	944	KNO <sub>3</sub>	604
KNO <sub>3</sub>	79	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	339
Fe-EDTA (13.1%)	7	MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	1.70
		ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	1.45
		Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O	2.45
		CuSO <sub>4</sub> (g)	0.19
		Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.12

### 1.3 项目测定

1.3.1 光合速率日变化的测定 在结果期,每处理选取3株具有代表性的植株,采用 Li-6400 便携式光合系统测定仪测定倒7叶的光合速率,测定时间分别为 8:00、9:00、11:00、12:00、13:00、14:00、15:00、16:00、17:00。

1.3.2 单株叶面积和干物质产量的测定 处理后,苗期每隔 3 d,其它生育期每隔 7 d,每处理选择具有代表性植株 3 株,进行破坏性测定,首先测定各取样植株的叶面积,用直尺测定叶片的叶长、叶宽,依据韦泽秀等<sup>[10]</sup>的经验公式计算单叶叶面积,累加得到整株叶面积。然后将植株分为根、茎(包括叶柄)、叶、果(包括花)4 部分,采用精度为 0.1 的电子天平称量各部分鲜重后 105℃ 下杀青 15 min,烘干至恒重,采用精度为 0.01 g 的电子天平称量各部分干质量。

1.3.3 黄瓜果实含水量的测定 至采收期,每处理选择具代表性植株 3 株,依据常规采收标准进行采收。采收后首先采用精度为 0.1 的电子天平称量其鲜重,取平均值。然后 105℃ 下杀青 15 min 后烘干至恒重,采用精度为 0.01 g 的电子天平称量果实干重,取平均值,试验结束后将测定的果实干、鲜重进行累加。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对温室黄瓜叶片光合速率日变化的影响

植物光合作用日变化是植物生产过程中物质积累与生理代谢的基本单元,也是分析水肥和环境因素影响植物生长和代谢的重要手段。一般条件下作物的光合作用日变化呈双峰型或单峰型。由图 1 可知,处理 T1、T2、T3 净光合速率呈单峰曲线,而 T0 净光合速率

呈双峰曲线,且各处理在 11:00 时达到全天中最大净光合速率,从处理 T3 至 T0 分别为 23.9、22.7、19.8、16.3  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,处理 T3 在各测定时间净光合速率值最大,其次为 T2, T0 最小。

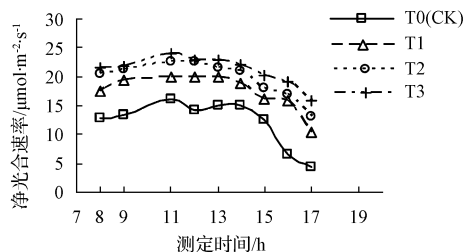


图 1 不同处理对温室黄瓜净光合速率日变化的影响

Fig.1 Effect of different treatments on net photosynthetic rate of greenhouse cucumber

### 2.2 不同处理对温室黄瓜株高、单株叶面积和干物质重的影响

从图 2(a)可以看出, T3 处理温室黄瓜株高最高,处理后 71 d 株高为 255 cm;其次为处理 T2,处理后 71 d 株高为 240 cm;处理 T0 最小,处理后 71 d 时株高仅为 131.5 cm。从图 2(b)可以看出,在处理后 56 d 之前,各处理的单株叶面积随时间延长而增加,在处理 56 d 摘除下部老叶后,处理 T3 单株叶面积最高,其次为 T2,处理 T0 单株叶面积最小。从图 2(c)可以看出,各处理温室黄瓜单株总干重随处理后天数的增加而增加, T3 处理的单株干物质重最大,处理 T2 次之,但与处理 T3 差异不显著,处理 T0 干物质重最小。

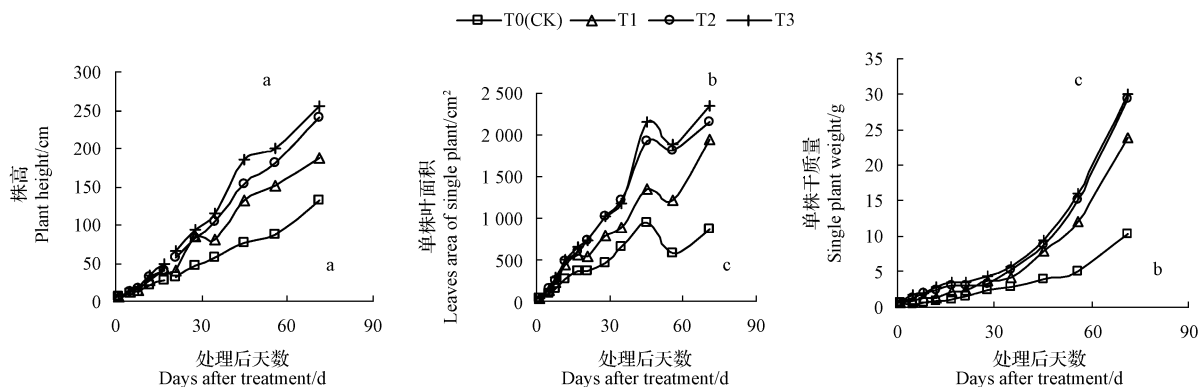


图 2 不同处理对温室黄瓜株高、单株叶面积和干物质产量的影响

Fig.2 Effect of different treatments on plant height, leaves area and dry matter weight of single plant of greenhouse cucumber

### 2.3 不同处理对温室黄瓜产量的影响

在温室生产中,黄瓜产量是以果实鲜重来计算的,果实鲜重的大小直接决定产量的高低。由表 2 可知,不同处理对温室黄瓜产量的影响各不相同,处理 T0 果实鲜重最低,显著小于处理 T1、T2、T3;处理

T3 和 T2 之间差异不显著,但均极显著大于处理 T1。

果实含水量与黄瓜果实品质密切相关,黄瓜果实含水量的多少,直接决定果实的口感、脆度、颜色和风味。从表 2 可以看出,随着营养液电导率的增加,果实含水

表2 不同处理对温室黄瓜产量和果实含水量的影响

Table 2 Effect of different treatments on yield and fruit water content of greenhouse cucumber

处理	单株鲜重/g	果实含水量/%
T0(CK)	101.4 a	96.77a
T1	642.3 b	96.67a
T2	1 896.7 c	97.14b
T3	1 880.2 c	97.19b

注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。

量随之增加。处理 T1 果实含水量最低,显著低于处理 T2 和 T3,但与对照差异不显著。

### 3 讨论与结论

叶片光合能力受叶片氮素含量的强烈影响,陈永山等<sup>[1]</sup>认为叶片氮含量与光合速率呈指数关系,田永超等<sup>[11]</sup>认为叶片氮含量与光合速率呈直线相关。作物对氮素的吸收主要取决于环境条件和养分供应量。养分供应充足,叶片氮含量越高,反之则越低。在该研究中,处理 T0 和 T1 属于养分供应不足,T2 属于养分正常供应,T3 属于养分轻微过量供应。因此,处理 T3 的单叶净光合速率最高,T2 次之,T0 的净光合速率最低。

黄瓜产量与养分供给量密切相关,养分供应充足,则叶片的光合能力越强,产生的同化物越多。在温室黄瓜生产中,由于下部叶片受光很弱,所产生的同化物很少,但呼吸作用旺盛,不仅消耗很多的同化产物,而且还容易导致病虫害。因此在生产中常需要人工摘除下部老叶,不仅可以通风透光,减少病虫害发生,同时可以提高肥料利用率,该试验也说明了这一点(虽然 T2 的供肥量少于 T3 的供肥量,但二者产量并无显著差异)。

果实水分含量与根区营养液电导率密切相关。Li 等<sup>[6-7]</sup>研究了不同电导率下温室番茄的果实水分含量后认为随着电导率的增加,果实水分含量随之减少,这与该研究的结果不一致。其原因可能为二者的试验处理设置不同,Li 等<sup>[6-7]</sup>的试验处理营养液电导率设置分别为 6.5、8、9 dS/m,以营养液电导率 2 dS/m 为对照,属于

高电导率处理,而在该试验中,设置各处理的营养液电导率分别为 1.5、2.2、2.5 dS/m,范围从养分供应不足至养分供应轻微过量,因此得出的结果也就不一致。

该试验结果表明,营养液电导率对温室黄瓜叶片光合速率、株高、单株叶面积、产量和果实水分含量均有显著影响。从该文的研究结果来看,营养液电导率为 2.2 dS/m 和 2.5 dS/m 时,温室黄瓜产量和品质均较佳。

### 参考文献

- [1] 陈永山,戴剑锋,罗卫红,等. 叶片氮浓度对温室黄瓜花后叶片最大总光合速率影响的模拟[J]. 农业工程学报,2008,24(7):13-19.
- [2] Adams P. Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool [J]. Journal Horticultural Science,1991,66(2):201-207.
- [3] Adams P, Holder R. Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum*) [J]. Journal of Horticultural Science,1992,67(1):137-142.
- [4] Awang Y B, Atherton J G, Taylor A J. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I: Growth and leaf water relations [J]. Journal of Horticultural Science,1993,68(5):783-790.
- [5] Ehret D L, Ho L C. The effect of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture [J]. Journal of Horticultural Science,1986,61(3):361-367.
- [6] Li Y L, Cecilia S, Hugo C, et al. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) [J]. Scientia Horticulturae,2001,88:11-29.
- [7] Li Y L, Cecilia S. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato [J]. Scientia Horticulturae,2001,89:9-21.
- [8] 周庐萍,崔永一. 光照强度和营养液电导率对微型水培菊花苗生长的影响[J]. 浙江林学院学报,2010,27(4):554-558.
- [9] Min Wu, Chieri K. Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening [J]. Scientia Horticulturae,2008,116:122-129.
- [10] 韦泽秀,梁银丽,周茂娟,等. 水肥组合对日光温室黄瓜叶片生长和产量的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(3):69-74.
- [11] 田永超,曹卫星,王绍华,等. 不同水、氮条件下水稻不同叶位水氮含量及光合速率的变化特征[J]. 作物学报,2004,30(11):1129-1134.

## Effect of Different Electrical Conductivity on Photosynthesis Rate, Yield and Fruit Quality of Cucumber in Greenhouse

NI Ji-heng, MAO Han-ping

(Institution of Agricultural Engineer, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013)

**Abstract:** Used 'Jinyou No. 1' cucumber as experiment material, the effect of different electrical conductivity (EC) nutrient solution on leaves photosynthetic rate, yield and fruit quality were studied. The results showed that electrical conductivity of nutrient solution had a great effect on photosynthesis rate, plant height, leaf area of single plant, yield and fruit water content. No significant difference was found between T3 treatment (EC=2.5 dS/m) and T2 treatment (EC=2.2 dS/m) about photosynthesis rate, yield and fruit water content but significantly bigger than T0 (EC=0.036.5 dS/m) treatment T1 treatment (EC=1.5 dS/m).

**Key words:** greenhouses; electric conductivity; photosynthesis rate; fruit water content; cucumber