

DOI:10.11937/bfyy.201501011

# 不同营养液浓度对温室黄瓜生长发育中磷分配规律的研究

马万征<sup>1,2</sup>, 汪 凯<sup>1</sup>, 赵 宽<sup>2</sup>, 姚发展<sup>1</sup>, 马万敏<sup>3</sup>, 圣冬冬<sup>1</sup>

(1. 安徽科技学院 城建与环境学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 江苏大学 现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室, 江苏省重点实验室, 江苏 镇江 212013; 3. 青岛市开发区农机监督管理站, 山东 青岛 266555)

**摘 要:** 为了确定温室黄瓜在无土栽培条件下磷素的分配规律, 试验在智能玻璃温室中进行, 以珍珠岩为载体, 利用 Hoagland 营养液进行施肥, 设置 T1(1:30)、T2(1:50)、T3(1:100)、T4(1:200) 4 个营养液水平, 采用破坏性试验, 研究了不同营养液浓度下温室黄瓜各器官对磷的吸收分配规律。结果表明: T3 处理(1:100)对温室黄瓜生长发育中对磷的吸收具有较好的促进作用, 可为温室黄瓜中磷的施用提供理论依据。

**关键词:** 温室; 黄瓜; 磷(P); 生长发育; 分配规律

**中图分类号:** S 642.206<sup>+</sup>.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2015)01-0042-03

黄瓜是我国温室栽培的主要蔬菜之一, 约占蔬菜栽培面积的 60%~70%。磷是黄瓜生长发育不可或缺的营养元素之一, 大量的研究表明, 磷的施用量对黄瓜干物质质量与品质的形成具有重要的作用。磷过量或过低不仅对提高黄瓜品质没有促进作用, 还可能具有反作用<sup>[1-2]</sup>。前人对此进行了许多的研究, 如梁欢等<sup>[3]</sup>为了研究磷盈亏对黄瓜和番茄穴盘幼苗生长发育的影响, 以标准 Hoagland 营养液为对照, 研究了磷盈余对应和亏缺供应对黄瓜、番茄穴盘苗形态建成、矿质元素和叶片叶绿素含量的影响。李亚星等<sup>[4]</sup>采用土壤培养试验研究土壤氮、磷单个养分分别过量的条件下, 土壤养分状况的改变以及黄瓜植株盐分吸收的变化。徐雷等<sup>[5]</sup>研究了高磷胁迫对黄瓜幼苗生长及养分吸收和分配的影响。齐海季等<sup>[6]</sup>研究了土壤含量对黄瓜幼苗生长和磷素吸收的影响。孙军利等<sup>[7]</sup>采用二次回归饱和 D-最优试验设计方法研究了固态 N、P 和 K 肥施用量对日光温室有机生态型无土栽培春茬黄瓜产量的影响, 建立了 N、P 和 K 肥施用量与早、中、后期黄瓜产量形成之间的数学模

型。以上研究大部分集中在磷对黄瓜幼苗生长发育的影响, 黄瓜整个生长发育中各器官对磷的吸收与分配研究较少。黄瓜各器官的生长发育对果实干物质质量与品质形成具有重要的作用, 而磷对各器官的生长发育同样有非常重要的作用。因此, 研究黄瓜整个生长过程中各器官磷的吸收分配具有重要的理论意义与应用价值。

该试验在安徽科技学院西区 Venlo 型智能玻璃温室进行, 以袋装珍珠岩为载体, 利用不同浓度的 Hoagland 营养液进行试验处理, 共进行夏、秋两季试验, 研究不同营养液浓度下黄瓜生长发育中各器官对磷的吸收分配规律, 以期对黄瓜磷的施用规律寻找理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为黄瓜。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验地点为安徽科技学院内的玻璃温室, 试验时间为 2013 年 9 月 18 日至 11 月 6 日, 采用无土栽培, 以珍珠岩作为生长基质, 植株磷的补充通过 Hoagland 营养液来添加, 如表 1 所示<sup>[8]</sup>。温室内设有环境数据监测传感器, 连续测定环境数据。

1.2.2 试验处理 利用 120 个 A280 型栽培盆, 在盆内添加珍珠岩, 并用水湿润, 在盆中用 T2 浓度的营养液育苗 7 d, 并将 120 株样本分为 4×30 的模式依次排列, 即 T1、T2、T3、T4 4 种处理方式, 每种处理 30 次重复。每天定时给植株浇灌 4 种处理方式相应的营养液, 其对应的稀释倍数分别为 T1(1:30)、T2(1:50)、T3(1:100)、T4(1:200)。

**第一作者简介:** 马万征(1978-), 男, 山东冠县人, 博士研究生, 助理实验师, 现主要从事现代设施农业与环境控制技术等研究工作。E-mail: mwzuj@s126.com.

**基金项目:** 安徽科技学院青年科学研究基金资助项目(ZRC2013343); 安徽省高校省级自然科学基金资助项目(KJ2013Z056); 安徽省科技攻关计划重大资助项目(1301031030); 安徽省省级大学生创新创业训练计划资助项目(AH201310879062)。

**收稿日期:** 2014-09-04

表 1 霍格兰营养液配方(10 L)

Table 1 Composition of Hoagland nutrient solution (10 L)

A 桶		B 桶	
化学试剂	质量/g	化学试剂	质量/g
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	472.000	$\text{KNO}_3$	302.000
$\text{KNO}_3$	39.500	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	85.000
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	20.000	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	169.500
$\text{Fe Na-EDTA}$	3.500	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.850
		$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.725
		$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1.225
		$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.095
		$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.060

1.2.3 样品采集与处理 移栽后每 7 d 采集 1 次样品,每次从 4 种处理中采集 3 个代表性样本,对采集后的样品进行清洗、晾干,然后将样品的根、茎、叶、果分开并称取鲜重,之后将各部分样品在烘箱中 105℃ 条件下杀青 15 min,然后在 80℃ 下烘干至恒重,用精度为 0.0001 g 的电子天平称取各器官的干重。并对烘干后的样品磷的含量进行分析。

1.2.4 环境数据采集 智能玻璃温室内的环境数据由温湿度传感器、二氧化碳传感器、光照传感器、土壤温湿度传感器每隔 10 min 记录 1 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同营养液浓度对温室黄瓜根中 P 元素含量的影响

根系是植物吸收营养因子,水分及矿物元素等的重要器官。由图 1 可知,温室黄瓜在整个生长过程中根部的磷含量呈递减趋势,其中在 T4 水平的高磷素浓度下,温室黄瓜前期生长要优于其它 3 个水平。在后期的生长过程中,过高的磷水平对温室黄瓜的生长有了一定的抑制作用,其根部的磷的含量要低于其它 3 种水平下的黄瓜。对于整个生育期的温室黄瓜,T3 水平的磷含量对其生长最为有利。

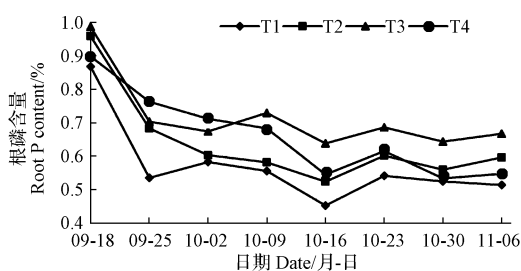


图 1 不同营养液浓度下黄瓜植株根中 P 元素含量的影响

Fig. 1 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of P element in root of greenhouse cucumber

### 2.2 不同营养液浓度对温室黄瓜茎中 P 元素含量的影响

茎是植物体内物质输导的主要通道,具有营养物质输送到叶和果实的重要作用。从图 2 可以看出,植物的茎中磷的含量比较稳定,生长前期和后期的磷含量的趋势变化不大,但不同磷水平下的温室黄瓜的差异明显。

在整个黄瓜生长发育过程中,T3 水平下的温室黄瓜的茎部对磷的吸收优于其它 3 个水平。而低浓度的营养液下,茎对磷的吸收最为不利,其次是高浓度的营养液下对磷的吸收也较为不宜。

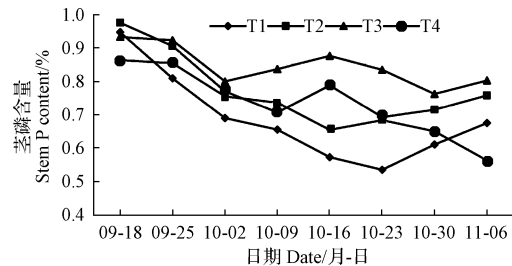


图 2 不同营养液浓度下黄瓜植株茎中 P 元素含量的影响

Fig. 2 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of P element in stem of greenhouse cucumber

### 2.3 不同营养液浓度对温室黄瓜叶中 P 元素含量的影响

叶部生理活动需要的营养物质主要是通过根系吸收再由茎输送,植物叶的生长反映了植株在生长周期中生理生命的活跃度。由图 3 可知,温室黄瓜根系的磷吸收对叶片的含量影响很大,即 T4 水平高浓度的磷素对黄瓜前期的生长有明显的促进作用,但后期的生长出现明显的下降,并在一定程度下抑制了黄瓜的生长。在黄瓜生长的后期,由于黄瓜的生殖生长处于主要地位,黄瓜果实对营养物质的需求逐渐增加,此时,需要叶片的光合作用也逐渐增加,T1 和 T2 营养液浓度不能满足黄瓜叶片对磷的需求,T3 浓度可以较好地满足黄瓜叶片对磷的需求,有效的促进黄瓜各器官对磷的吸收。

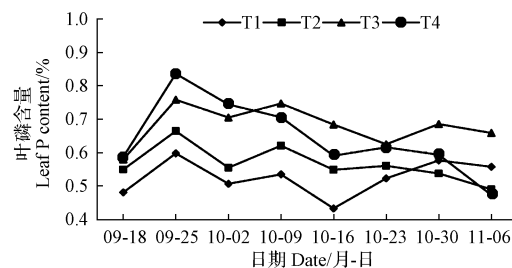


图 3 不同营养液浓度下黄瓜植株叶中 P 元素含量的影响

Fig. 3 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of P element in leaf of greenhouse cucumber

### 2.4 不同营养液浓度对温室黄瓜果实中 P 元素含量的影响

黄瓜的果实是其作为经济作物的最重要的体现,温室黄瓜的果实的品质直接决定了其经济价值和产品效益。由图 4 可知,在黄瓜结果初期,低浓度的营养液对果实的磷的吸收具有促进作用,而高浓度的营养液却抑制了果实对磷的吸收。随着结果的进行,T2 浓度的营养液对磷的吸收较为有利。在黄瓜结果的中后期,T3 浓度的营养液处理下果实对磷的吸收最为有利。因此,

在黄瓜结果的前期,应当施加低浓度的营养液,在结果中前期,适当增加营养液浓度,达到 T2 水平。在结果的后期,继续增加营养液浓度,以满足果实对磷的吸收,达到 T3 水平。由图 5 可知,T3 处理下,由于黄瓜的果实对磷的吸收较好,促进果实干物质的形成,使得 T3 处理的黄瓜产量最优。

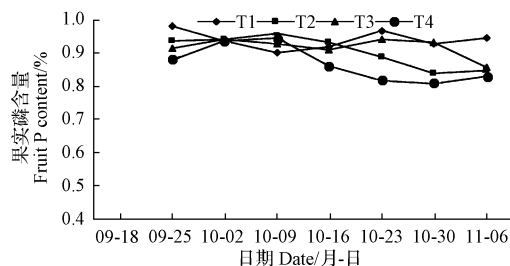


图 4 不同营养液浓度下黄瓜果实中 P 元素含量的影响

Fig. 4 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of P element in fruit of greenhouse cucumber

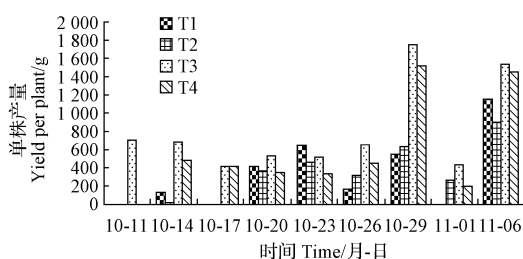


图 5 不同营养液浓度对黄瓜产量的影响

Fig. 5 Effect of different nutrient solution concentrations on the yield of greenhouse cucumber

### 3 结论

温室黄瓜是一种需 P 量较多的作物,通过以上分析可以看出,在整个黄瓜的生长发育中,根、茎、果实的磷

含量是一致的,随着生长发育的进行,磷的含量逐渐降低。而叶片中磷的含量呈现出另外一种规律,随着黄瓜生长发育的进行,叶片中磷的含量先增加后降低。对不同的营养液浓度,黄瓜各器官磷的含量变化趋势一致,但营养液浓度如果过低,分配到根、茎、叶、果实中的磷含量也会降低,营养液浓度过高,黄瓜各器官对磷的吸收也具有一个抑制作用<sup>[9-10]</sup>。综上可知,T3 浓度处理的营养液下黄瓜各器官对磷的吸收比较有利,可以较好的促进黄瓜的生长发育,提高温室黄瓜的产量。

### 参考文献

- [1] 贾可,刘建玲,廖文华,等. 磷肥在油菜和大白菜上的产量效应及土壤磷素的化学行为研究[J]. 河北农业大学学报,2005,28(4):10-13.
- [2] 魏成金,尹金来,徐阳春,等. 不同氮磷水平对北美海蓬子生长和品质的影响[J]. 南京农业大学学报,2006,29(4):59-63.
- [3] 梁欢,尚庆茂. 磷盈亏供应对黄瓜和番茄穴盘苗生长发育的影响[J]. 中国瓜菜,2013,26(6):17-20.
- [4] 李亚星,刘善江,徐秋明,等. 氮、磷营养过量对土壤养分及黄瓜营养吸收的影响初探[J]. 水土保持学报,2013,27(1):98-101.
- [5] 徐雷,梁林洲,董晓英,等. 高磷胁迫对黄瓜幼苗生长及养分吸收和分配的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(1):52-55.
- [6] 齐海季,梁林洲,赵学强,等. 土壤磷含量对黄瓜幼苗生长和磷素吸收的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):152-154.
- [7] 孙军利,赵宝龙,蒋卫杰,等. 氮、磷和钾肥施用量对有机生态型无土栽培温室黄瓜产量影响的研究[J]. 北方园艺,2006(6):10-12.
- [8] Steiner. The universal nutrient solution[C]//Proceeding of the Sixth International Congress on soilless culture Lunteren, International Society for Soilless Culture Pudoc Wageningen,1984:633-650.
- [9] Wang Y H, Garvin D F, Kochian L V. Rapid induction of regulatory and transporter genes in response to phosphorus, potassium, and iron deficiencies in tomato roots. Evidence for cross talk and root/rhizosphere-mediated signals[J]. Plant Physiology,2002,130(3):1361-1370.
- [10] Zheng L, Huang F, Narsai R, et al. Physiological and transcriptome analysis of iron and phosphorus interaction in rice seedlings[J]. Plant Physiology,2009,151(1):262-274.

## Study on Phosphorus Distribution in Growth and Development of Greenhouse Cucumber Under Different Nutrient Solution Concentrations

MA Wan-zheng<sup>1,2</sup>, WANG Kai<sup>1</sup>, ZHAO Kuan<sup>2</sup>, YAO Fa-zhan<sup>1</sup>, MA Wan-min<sup>3</sup>, SHENG Dong-dong<sup>1</sup>

(1. College of Urban Construction and Environment, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100; 2. Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education and Jiangsu Province, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013; 3. Farm Machinery Supervision Station of Qingdao Development Zone, Qingdao, Shandong 266555)

**Abstract:** In order to determine phosphorus distribution of greenhouse cucumber under soilless cultivation conditions. The experiment executed on intelligent greenhouse, using Hoagland nutrient solution to fertilization, setting four levels: T1 (1 : 30); T2 (1 : 50); T3 (1 : 100); T4 (1 : 200), the effect of different concentrations of nutrient solution on phosphorus adsorption and distribution by destructive test were studied. The results showed that T3 treatment promoted phosphorus absorption on the growth and development of greenhouse cucumber. Therefore, the research conclusion could provide theoretical basis for the fertilizer application of phosphorus in greenhouse cucumber.

**Keywords:** greenhouse; cucumber; phosphorus; growth and development; distribution law