

不同浓度营养液下温室黄瓜生长发育中 K 分配规律的研究

马万征^{1,2}, 圣冬冬¹, 马万敏³, 姚发展¹, 汪凯¹, 赵宽⁴

(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; 4. 安庆师范学院 资源环境学院, 安徽 安庆 246011)

摘 要:以黄瓜品种‘青瓜王子’杂交一代为试材,在 Venlo 型玻璃温室中,以袋装珍珠岩为载体,以霍格兰(Hoagland)营养液进行施肥,设置 T1(1:200)、T2(1:100)、T3(1:50)、T4(1:30) 4 个处理,对黄瓜整个生育期进行破坏性试验,测定黄瓜各器官钾的含量,以研究不同浓度营养液下温室黄瓜各器官对钾吸收的规律。结果表明:随着营养液浓度的提高,温室黄瓜各器官对钾的吸收量逐渐增多,但当营养液浓度超过 T3 时对温室黄瓜产量不利,T3 处理对温室黄瓜的产量最有利,达 6 984.499 g/株。

关键词:温室;黄瓜;钾;营养液浓度;吸收规律

中图分类号:S 642.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)06-0023-04

温室黄瓜对钾的吸收分配规律一直是设施农业工程领域研究的热点问题。我国黄瓜的栽培面积已达到 52.63 万 hm^2 , 约占我国温室栽培面积的 60%~70%^[1]。钾是农作物生长发育和维持农业高产的大量元素之一,植物对钾的需求量很大^[2]。农作物需钾量与氮相近而比磷高,且许多高产作物需钾量超过氮。钾与氮、磷在植物体内存在的形式不同,它不是植物体内有机化合物的成分,迄今为止尚未在植物体内发现含钾的有机化合物^[3]。目前我国在无土栽培不同的蔬菜方面,前人提出了不同的营养液的配方与浓度^[4]。王晓会等^[5]在营养液栽培条件下,以黄瓜品种“新津研 4 号”为材料,研究了 2 个 CO_2 摩尔分数和 2 种钾素供应水平对黄瓜幼苗生物量、可溶性糖含量、淀粉含量的影响。倪继恒等^[6]研究了不同营养液浓度对温室黄瓜光合特性与根系质量,结果表明,以珍珠岩为载体,霍格兰营养液为配方下的

温室黄瓜最适施肥浓度。牛丽红等^[7]研究了黄瓜栽培氮钾优化配比的筛选及对抗病性的影响,结果表明适当的增施钾肥有利于改善黄瓜的植株生长状况,促进了温室黄瓜根、茎、叶的鲜重与干重。该试验以袋装珍珠岩为载体,采用霍格兰营养液配方进行了不同浓度营养液下的两季温室黄瓜钾素含量规律研究,以期对温室黄瓜的无土栽培提供参考依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为‘青瓜王子’杂交一代,利用规格为 72 孔的穴盘育苗,珍珠岩作为基质,进行盆栽,栽培盆的规格为 400 mm×320 mm,采用霍格兰营养液配方进行施肥,如表 1 所示。

表 1 霍格兰营养液配方(10 L)

Table 1 Composition of basic nutrient solution (10 L)

| A 罐 A tank | | B 罐 B tank | |
|--|-----------------|--|-----------------|
| 化学试剂 Chemical reagent | 质量 Quality/g | 化学试剂 Chemical reagent | 质量 Quality/g |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 472 | KNO_3 | 302 |
| KNO_3 | 39.5 | KH_2PO_4 | 85 |
| NH_4NO_3 | 20 | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 169.5 |
| Fe Na-EDTA | 3.5 | $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 0.85 |
| | | $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 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 |
| | | $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.06 |

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,研究方向为现代设施农业与环境控制技术。E-mail: mwzujs@126.com.

责任作者:赵宽(1986-),男,安徽池州人,博士,讲师,现主要从事植物逆境营养生理等研究工作。E-mail:henry3408@126.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);马鞍山市科技计划资助项目(NY-2014-08);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:2014-11-12

1.2 试验方法

试验于 2013 年 5 月 19 日至 11 月 6 日在安徽科技学院 Venlo 型玻璃温室中进行。

试验 1: 于 5 月 19 日播种, 5 月 21 日移栽。移栽幼苗共 120 株, 并设置 4 组处理, 每组 30 株, 记为 T1、T2、T3、T4。4 组处理的营养液稀释倍数分别为: T1(1:200)、T2(1:100)、T3(1:50)、T4(1:30)。每株黄瓜分别在每天 10:00 和 15:00 浇灌 2 次, 浇灌量约为 300 mL。

试验 2: 于 8 月 29 日播种, 9 月 11 日移栽。处理过程同试验 1。

1.3 项目测定

从处理后 7 d 开始进行破坏性取样, 以后每隔 7 d 取样 1 次, 每组选取具有代表性的植株 3 株。将取样植株洗净, 晾干。在 105℃ 下杀青 15 min, 然后在 85℃ 烘干至恒重, 将各器官干物质研磨成粉末, 过 60 目筛后, 用浓 $H_2SO_4 + H_2O_2$ 消煮, 利用火焰光度计测定各器官钾的含量。

2 结果与分析

2.1 不同营养液浓度对黄瓜植株根的 K 元素含量的影响

由图 1、2 可以看出, 4 组处理的温室黄瓜根对钾的吸收趋势一致, 钾素含量为 $T4 > T3 > T2 > T1$, 说明钾肥在未超过温室黄瓜钾素含量临界值下供量越充足, 黄瓜根部吸收的钾素越多。由图 1、2 还可以看出, 夏秋两季趋势线有所不同, 秋季温室黄瓜钾素含量有明显的 1 次

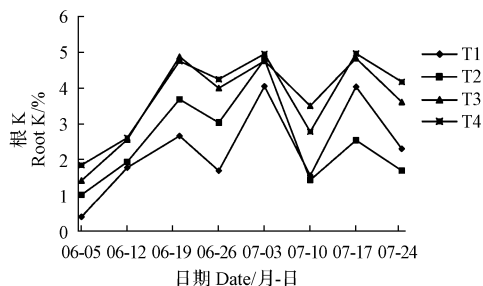


图 1 不同营养液浓度对黄瓜植株根的 K 元素含量的影响(夏季)
Fig. 1 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in root of greenhouse cucumber (Summer)

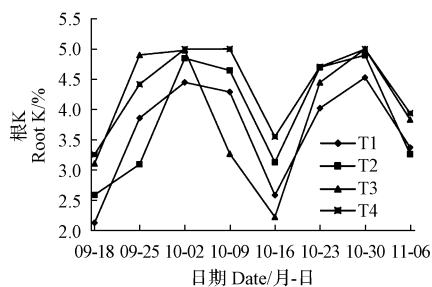


图 2 不同营养液浓度对黄瓜植株根的 K 元素含量的影响(秋季)
Fig. 2 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in root of cucumber (Autumn)

低峰期, 而夏季不明显。主要由于温室内环境温度、湿度、光照等发生了较大的变化, 影响了黄瓜根系对钾元素的吸收。

2.2 不同营养液浓度对黄瓜植株茎的 K 元素含量的影响

由图 3、4 可以看出, 4 组处理的温室黄瓜茎部大致呈增长趋势且趋势基本相同, 钾素含量为 $T4 > T3 > T2 > T1$ 。对比图 3、4 还可以看出, 秋季温室黄瓜的钾素含量波动较大, 而夏季温室黄瓜的钾素含量相对稳定。

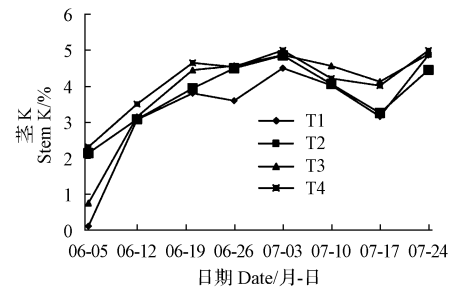


图 3 不同营养液浓度对黄瓜植株茎的 K 元素含量的影响(夏季)
Fig. 3 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in stem of greenhouse cucumber (Summer)

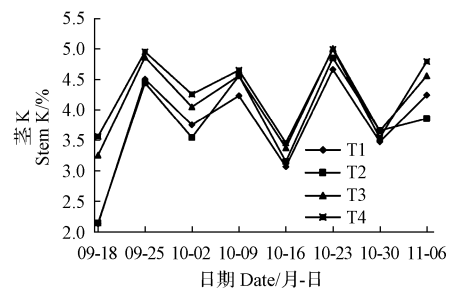


图 4 不同营养液浓度对黄瓜植株茎的 K 元素含量的影响(秋季)
Fig. 4 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in stem of greenhouse cucumber (Autumn)

2.3 不同营养液浓度对黄瓜植株叶的 K 元素含量的影响

由图 5、6 可以看出, 4 组处理的温室黄瓜叶部对钾的吸收分配一致, 钾素含量为 $T4 > T3 > T2 > T1$ 。对比图 5、6 还可以看出, 夏季有 1 次高峰值, 秋季有 2 次高峰值, 夏季温室黄瓜叶部钾素呈先增后减趋势, 秋季黄瓜叶部钾素呈波动性先增后减趋势, 说明叶部的钾素含量可能受季节影响较大。

2.4 不同营养液浓度对黄瓜果实的 K 元素含量的影响

由图 7、8 可以看出, 4 组处理的温室黄瓜果实钾素均呈现增长趋势, 钾素含量为 $T4 > T3 > T2 > T1$ 。对比图 7、8 可以看出, 夏季 4 组处理的果实钾素含量差异不明显, 而秋季 4 组处理的果实钾素含量差异较明显。在黄瓜结果前期(9 月 25 日至 10 月 9 日), 钾素含量较少, 随着结果的进行, 果实中钾素含量逐渐增高。但在结果旺期(10 月 9—16 日), 钾素含量呈明显下降趋势, 在结果中后期(10 月 16—30 日), 钾素含量缓慢增长, 在结果

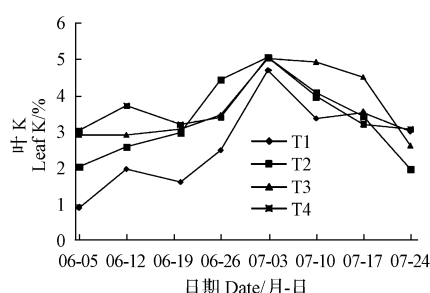


图5 不同营养液浓度对黄瓜植株叶的K元素含量的影响(夏季)

Fig. 5 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in leaf of greenhouse cucumber (Summer)

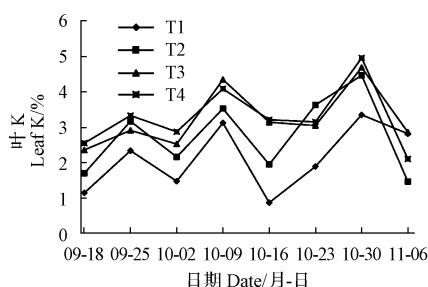


图6 不同营养液浓度对黄瓜植株叶的K元素含量的影响(秋季)

Fig. 6 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in leaf of greenhouse cucumber (Autumn)

末期(11月1—6日),果实中钾素含量逐渐增高。在拉秧期,果实中钾的含量呈现下降趋势。如果钾的浓度过高,会导致黄瓜的根、茎、叶生长过于旺盛,影响了黄瓜果实的产量。综合图7、8、9可知,T3处理下,由于黄瓜的果实对钾的吸收较好,可促进果实干物质的形成,使得T3处理的黄瓜产量最优。

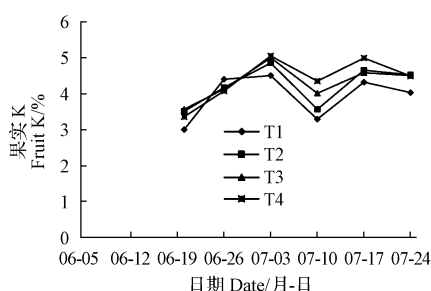


图7 不同营养液浓度对黄瓜果实的K元素含量的影响(夏季)

Fig. 7 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in fruit of greenhouse cucumber (Summer)

3 结论

在不同浓度营养液下,不同处理的两季温室黄瓜钾素含量均为 $T4 > T3 > T2 > T1$,说明在未超过温室黄瓜钾素含量临界值下^[8],营养液浓度越高,即钾肥浓度越高,黄瓜的钾素含量越高。4组处理的秋季黄瓜钾素吸收量的差异明显高于夏季,反映出秋季黄瓜各器官对钾素的吸收受营养液浓度的影响较大。营养液浓度对黄

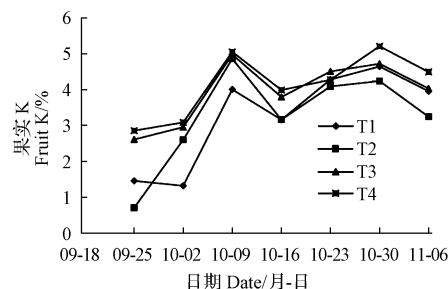


图8 不同营养液浓度对黄瓜果实的K元素含量的影响(秋季)

Fig. 8 Effect of different nutrition solution concentrations on the content of K element in fruit of greenhouse cucumber (Autumn)

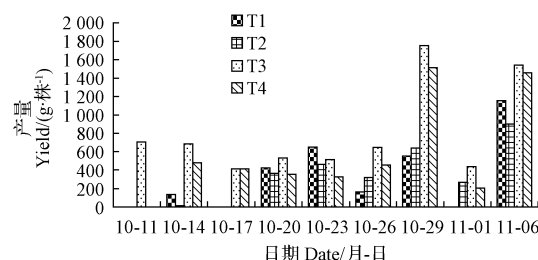


图9 不同营养液浓度对黄瓜产量的影响

Fig. 9 Effect of different nutrient solution concentration on the yield of cucumber

瓜果实的品质具有一定的影响,在黄瓜结果旺期,钾的含量需求较高,而且此时营养液中钾的含量直接影响黄瓜果实的产量。如果钾的浓度过高,会导致黄瓜的根、茎、叶生长过于旺盛,黄瓜以营养生长为主,生殖生长为次,营养液胁迫影响了黄瓜果实的产量。以秋季试验黄瓜为例,T1~T4处理的黄瓜果实总产量分别为:3 079.939、2 975.195、6 984.499、5 430.001 g/株,综上所述,T3处理浓度的营养液下黄瓜各器官对钾的吸收比较有利,可以较好的促进黄瓜的生长发育,有利于提高温室黄瓜的产量。

(该文作者还有鲍起,单位为安徽科技学院城建与环境学院。)

参考文献

- [1] 张生飞,罗卫红,戴剑锋,等. 温室黄瓜无土栽培营养液氮素管理模型的研究[J]. 灌溉排水学报,2009,28(2):41-44.
- [2] 毛培培,赵云云. 植物对钾营养的吸收、运转和胁迫反应的研究进展[J]. 生物学通报,2008,43(8):11-13.
- [3] 蒋永涛,刘传兰,邵燕,等. 缺钾对黄瓜幼苗光合作用和氮素代谢的影响[J]. 山东农业科学,2010(6):47-49.
- [4] 任瑞珍. 黄瓜营养液育苗关键技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2012.
- [5] 王晓会,海梅荣,达布希拉图. CO₂ 加富与增加钾素供应对黄瓜苗期光合产物含量的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2013,28(5):676-681.
- [6] 倪纪恒,毛罕平,马万征. 不同营养液浓度对温室黄瓜叶片光合特性的影响[J]. 农业工程学报,2011(10):286-290.
- [7] 牛丽红,贺超兴,陈双臣. 日光温室采收期不同氮钾配比施肥对黄瓜产量品质的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(31):256-260.
- [8] 倪纪恒,付为国,毛罕平,等. 温室黄瓜钾素含量临界值的模拟[J]. 江苏农业科学,2012(12):157-159.

DOI:10.11937/bfyy.201506007

水分胁迫对金桔光合特性的影响

钟 娟¹, 钟俊荣²

(1. 贵州师范学院 化学与生命科学学院, 贵州 贵阳 550000; 2. 成都长田园林绿化有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要:以3年生金桔嫁接苗为试材,通过采取控制土壤含水量设置不同水分梯度对金桔进行处理,探讨水分胁迫对金桔光合特性的影响。结果表明:在不同程度的水分胁迫下,金桔光合特性出现不同变化;轻度水分胁迫对金桔叶片叶绿素含量、含水量无显著影响,但显著降低了其比叶重;而重度水分胁迫则显著降低了其叶片叶绿素含量、含水量以及比叶重;轻度水分胁迫显著降低了金桔净光合速率、气孔导度,对金桔胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率未造成显著影响;而重度水分胁迫则对上述指标中除胞间 CO₂ 浓度外,均有显著抑制效应。试验表明,轻度水分胁迫是金桔栽培中土壤水分控制的临界值,应在实践中予以重视。

关键词:水分胁迫;净光合速率;叶绿素含量;气孔导度;金桔

中图分类号:S 666.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)06-0026-04

水分胁迫对果树光合作用的影响已获得大量的试验证明^[1]。水分胁迫使果树叶绿素含量下降,对光合色素有显著影响,可造成叶绿素(Chl)分解和类胡萝卜素(Car)含量的减少^[2]。通常影响植物光合作用的因素可分为气孔因素和非气孔因素,前者指水分胁迫使气孔导

度下降,CO₂ 进入叶片受阻而使光合下降,后者指光合器官光合活性下降,水分胁迫对果树光合作用的影响也是通过这2个因素来实现。Farquhar 等^[3]用叶内部 CO₂ 浓度区分气孔和非气孔因素对光合限制作用的大小,当叶肉内部的限制成为光合下降的主要原因时,细胞内 CO₂ 浓度增加;而当气孔限制增加成为光合下降的主要原因时,细胞间隙 CO₂ 浓度减少。随着叶片水势下降,光合速率下降,有一个从气孔限制向叶肉细胞光合活性限制的转变过程。在柑橘、苹果、杏等果树上都有报道

第一作者简介:钟娟(1981-),女,硕士,实验师,现主要从事植物物种资源等研究工作。E-mail:zhongjuan100@126.com.

收稿日期:2014-11-12

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

MA Wan-zheng^{1,2}, SHENG Dong-dong¹, MA Wan-min³, YAO Fa-zhan¹, WANG Kai¹, ZHAO Kuan⁴, BAO Qi¹

(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; 4. School of Environmental Resources, Anqing Normal University, Anqing, Anhui 246011)

Abstract: Taking first-filial generation cucumber variety of 'Qingwa Wangzi' as material, in venlo greenhouse, with bags of perlite as the carrier, and the Hoagland nutrient solution for fertilization, T1(1:200), T2(1:100), T3(1:50), T4(1:30) four treatments were set, and the destructive experiments was conducted, during the whole growth period of cucumber, and determine potassium (K) content in cucumber organs. In order to study K uptake of cucumber organs grew in greenhouse under different nutrient solution concentrations. The results showed that, with the increase of the concentration of nutrient solution, the potassium uptake of the organs of greenhouse cucumber increased gradually. But when the nutrient solution concentration was higher than T3, greenhouse cucumber production was reduced. When the nutrient solution concentration was T3, greenhouse cucumber yield was the highest, reached 6 984.499 g per plant.

Keywords: greenhouse; cucumber; potassium; nutrient solution concentration; absorption rule