

磷素对甜瓜幼苗期生理指标的影响

廉 华, 王 萌, 马 光 恕, 王 彦 宏, 王 茹 华, 盛 云 燕

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:以“金妃”甜瓜为试材,采用基质培养方法通过测定甜瓜幼苗期叶片叶绿素和硝态氮含量以及硝酸还原酶、过氧化氢酶、过氧化物酶、抗坏血酸过氧化物酶活性变化规律,研究了不同磷素用量对甜瓜幼苗期生理指标的影响。结果表明:适宜磷素用量(即 0.9~1.2 mmol/L)时,可以显著提高甜瓜叶片叶绿素和硝态氮含量,各种保护性酶活性得到有效改善和提高,促进了光合作用,为后期甜瓜产量形成、品质改善奠定了良好的生理基础。而当磷素用量低于 0.6 mmol/L 或高于 1.5 mmol/L 时,各种生理活性物质含量或保护性酶活性均大幅降低。

关键词:磷素;甜瓜;生理指标

中图分类号:S 652.604⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0014-04

甜瓜(*Cucumis melo* L.)属葫芦科(Cucurbitaceae) 黄瓜属(*Cucumis*)一年生蔓性的草本植物^[1],我国各地普遍栽培,甜瓜因其丰富的营养价值和清香味美的风味深受人们的喜爱^[2]。甜瓜对氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)三者的吸收比例为 30:15:55,虽然磷素的需求量小,但其以多种形式参与作物体内各种生理生化过程,对光合作用和碳水化合物的合成、运输、氮的代谢和脂肪合成等方面起着重要的作用^[3]。生理生化活动是生命体基本的过程,通过测定生理指标,可以反映出植物的生命活动规律,揭示植物生长发育的规律与机理,探索调节与控制植物体内外环境条件对其生命活动的影响。该研究采用磷素不同水平处理,在甜瓜幼苗期,通过测定甜瓜生理指标变化规律,研究磷素对甜瓜幼苗生理特性的影响,以期为甜瓜高产优质生产与平衡施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试薄皮甜瓜品种为“金妃”,购于大庆市种子公司。

甜瓜苗期盆栽试验在黑龙江八一农垦大学农学院

现代化温室内进行,育苗基质的配制比例为草炭:珍珠岩=1:3。试验中的营养液配方均以华南果菜营养液配方^[4]为基准,磷素浓度设置 5 个水平,分别为 T1(0.3 mmol/L)、T2(0.6 mmol/L)、T3(0.9 mmol/L)、T4(1.2 mmol/L)、T5(1.5 mmol/L)。钾素浓度恒定设为 4.74 mmol/L,氮素浓度恒定设为 8 mmol/L。大量元素营养液配方见表 1,微量元素营养液配方为:Na₂Fe-EDTA 20 mg/L、H₃BO₃ 2.86 mg/L、MnSO₄·4H₂O 2.13 mg/L、ZnSO₄·7H₂O 0.22 mg/L、CuSO₄·5H₂O 0.08 mg/L、(NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 0.02 mg/L。每个处理播种 3 盘,每盘 200 株,采用完全随机设计,设置 3 次重复。

表 1 大量元素营养液配方

Table 1 Macroelement nutrient solution formula		mg/L				
试验处理	化合物名称 Compound name					
Experimental treatment	A 液(A solution)		B 液(B solution)			
	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	MgSO ₄ ·7H ₂ O	NH ₄ H ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄	
T ₁	449	420	246	—	40.8	
T ₂	419	456	246	—	81.6	
T ₃	388	491	246	—	122.4	
T ₄	388	456	246	34.5	122.4	
T ₅	388	420	246	69.0	122.4	

1.2 试验方法

2014 年 4 月 10 日,将甜瓜种子放入 55~60℃温水中处理 15 min,降温至 28~30℃后连续浸种 8~12 h。然后置于 28~30℃下催芽,12 h 后甜瓜开始出芽。将育苗盘(长度×宽度×高度=50 cm×34 cm×12 cm)中装满育苗基质,浇透底水。将催芽后的甜瓜种子均匀地播于育苗盘中(每盘 200 粒左右),上盖适量基质后覆盖地膜。出苗后 5 d 内浇水,一叶一心期开始浇灌不同水平处理的营养液,每 3 d 浇灌 1 次,每次每盘浇 3 L 左右

第一作者简介:廉华(1970-),女,黑龙江密山人,硕士,教授,现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail:mgs_lh@sina.com.

责任作者:马光恕(1969-),男,山东海阳人,硕士,教授,现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail:mgs_lh@163.com.

基金项目:黑龙江省教育厅科技资助项目(12531454);黑龙江八一农垦大学校级大学生创新训练计划资助项目(xc2014002)。

收稿日期:2015-07-30

(以保持盘内湿润为宜),同时每天浇水 1~2 次。处理后第 5 天开始取样,每 5 d 取样 1 次新嫩叶片,共取样 5 次,用于测定甜瓜幼苗期各项指标。

1.3 项目测定

叶绿素含量采用丙酮乙醇法测定^[5];硝态氮含量测定采用酚二磺酸法^[6];硝酸还原酶活性测定采用活体分光光度法^[7];过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定^[8];过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚比色法^[9];抗坏血酸过氧化物酶(AAO)活性采用滴定法测定^[10]。

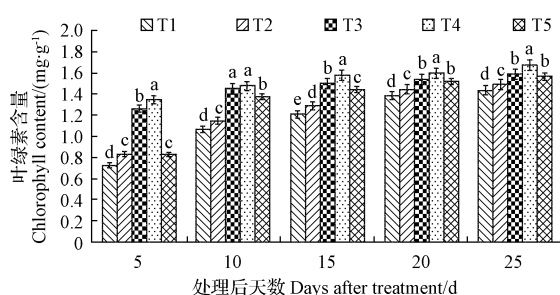
1.4 数据分析

利用 Excel 2007 进行图表制作,用 DPS 7.05 软件(data processing system)对数据进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 磷素对幼苗期甜瓜叶绿素含量的影响

如图 1 所示,在试验期间,各处理幼苗叶绿素含量均呈现微弧形曲线上升的变化趋势。除了处理后 10 d, T4 与 T3 之间差异不显著外,处理后 5、15、20、25 d, T4 均显著高于其它处理。处理后 5 d, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5、T2 之间差异不显著但却显著高于 T1。处理后 10 d, T3 与 T4 之间差异不显著但却显著高于 T5、T2 和 T1, T5、T2、T1 之间均呈现显著性差异。处理后 15 d, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5、T2、T1 之间均呈现显著性差异。处理后 20 d 和 25 d, T3 与 T5 之间差异均不显著但却显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。



注:图中的误差线表示的是标准差,不同小写字母表示 0.05 水平差异显著,下同。

Note: Values in the chart are mean \pm standard error, different letters mean significant difference among different treatments at $P < 0.05$ level. The same below.

图 1 磷素对幼苗期甜瓜叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of phosphorus nutrition on the chlorophyll content of muskmelon seedling

2.2 磷素对幼苗期甜瓜叶片硝态氮含量的影响

如图 2 所示,各处理幼苗硝态氮含量均呈现逐渐上升的变化趋势。处理后 5、15 d, T4 与 T3 之间差异不显著但二者均显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。处理后 10 d, T3 与 T4 之间差异不显著但二者均显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。处理后 20 d 和 25 d, T3 与 T5 之间差异均不显著但二者均显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。

不显著, T4 显著高于 T5、T2 和 T1, T3 与 T5 之间差异不显著但二者均显著高于 T2、T1, T2 显著高于 T1。处理后 20 d, T4 显著高于其它处理, T3 与 T5 之间差异不显著但二者均显著高于 T2 和 T1, T2、T1 之间差异不显著。处理后 25 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。

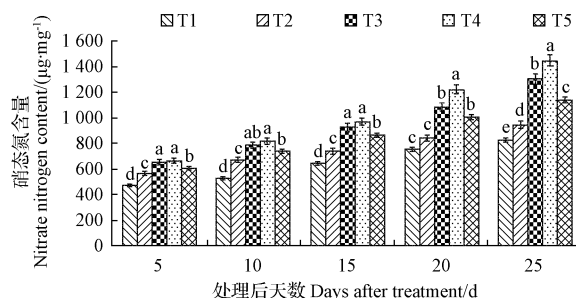


图 2 磷素对幼苗期甜瓜硝态氮含量的影响

Fig. 2 Effect of phosphorus nutrition on the nitrate nitrogen content of muskmelon seedling

2.3 磷素对幼苗期甜瓜叶片硝酸还原酶活性的影响

如图 3 所示,各处理幼苗硝酸还原酶活性均呈逐渐升高的变化趋势。处理后 5、15 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2、T1, T2 显著高于 T1。处理后 10 d, T4 和 T3 之间差异不显著但 T4 显著高于 T5、T2 和 T1, T3、T5 和 T2 之间差异不显著但三者均显著高于 T1。处理后 20 d, T4、T3、T5、T2 之间差异不显著但三者均显著高于 T1。处理后 25 d, T4 显著高于其它处理, T3 与 T5 之间差异不显著但二者均显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。

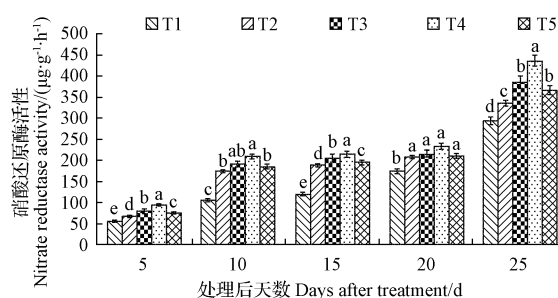


图 3 磷素对幼苗期甜瓜硝酸还原酶活性的影响

Fig. 3 Effect of phosphorus nutrition on the nitrate reductase activity of muskmelon seedling

2.4 磷素对幼苗期甜瓜叶片过氧化氢酶活性的影响

如图 4 所示,各处理幼苗过氧化氢酶活性均呈现逐渐上升的变化趋势。处理后 5、10 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。处理后 15 d, T4 与 T3 之间差异不显著但却显著高于 T5、T2 和 T1, T5 与 T2 之间差异不显著, T5 显著高于 T1, T2、T1 之间差异不显著。处理后

20、25 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 与 T2 之间差异不显著但均显著高于 T1。

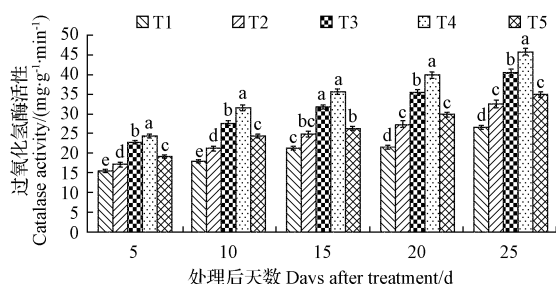


图4 磷素对幼苗期甜瓜过氧化氢酶活性的影响

Fig. 4 Effect of phosphorus nutrition on the catalase activity of muskmelon seedling

2.5 磷素对幼苗期甜瓜叶片过氧化物酶活性的影响

如图5所示,各处理幼苗过氧化物酶活性均呈现快速上升的变化趋势。处理后5 d, T4 与 T3 之间差异不显著但却显著高于 T5、T2 和 T1, T5 与 T2 之间差异不显著但均显著高于 T1。处理后10 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 与 T2 之间差异不显著但均显著高于 T1。处理后15、20 d, T4 与 T3 之间差异不显著但却显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。处理后25 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 与 T2 之间差异不显著但均显著高于 T1。

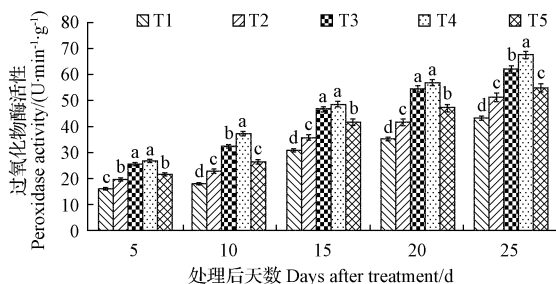


图5 磷素对幼苗期甜瓜过氧化物酶活性的影响

Fig. 5 Effect of phosphorus nutrition on the peroxidase activity of muskmelon seedling

2.6 磷素对幼苗期甜瓜叶片抗坏血酸过氧化物酶活性的影响

如图6所示,各处理幼苗抗坏血酸过氧化物酶活性均呈现“N”变化趋势,第1次峰值出现在处理后10 d,第2次峰值出现在处理后25 d。处理后5、10 d, T4 显著高于其它处理, T3 与 T5 之间差异不显著但却显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。处理后15 d, T4 显著高于其它处理, T3 与 T5 之间差异不显著但却显著高于 T2 和 T1, T2 和 T1 之间差异不显著。处理后20、25 d, T4 显著高于其它处理, T3 显著高于 T5、T2 和 T1, T5 显著高于 T2 和 T1, T2 显著高于 T1。

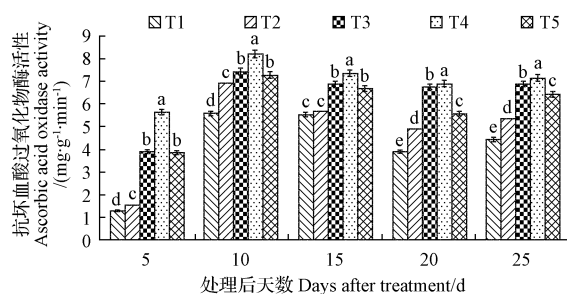


图6 磷素对幼苗期甜瓜抗坏血酸过氧化物酶活性影响

Fig. 6 Effect of phosphorus nutrition on the ascorbic acid oxidase activity of muskmelon seedling

3 讨论与结论

在衡量作物营养状况和生长情况的指标中,叶绿素的含量是其中较为重要的一个,因为光合速率高低与叶绿素含量的多少有着直接而又密切的关系,尤其是在同化物积累期间,叶片中叶绿素的含量与作物光合作用的强度呈明显的正相关关系^[11]。郑炳松等^[12]研究发现,在作物的生长发育过程中,叶绿素含量的多少与其光合速率的高低明显呈现出正相关的关系,植物碳水化合物的合成能力随着光合速率的增强而逐渐增强,从而促进产量的形成。在作物体内,若要想反映硝态氮积累情况以及在体内的代谢情况,叶片硝态氮含量是一个重要的指标,它还可以反映作物的氮素营养状况、氮素的同化利用以及再利用的情况^[13]。童依平等^[14]的研究表明,在植物体内,硝态氮含量的高低不但可以体现氮素营养状况,还会体现出作物的产量,并且与品质也有着一定的关系。在目前的生产中,叶片硝态氮含量以及 SPAD 值被大部分学者用来诊断以及评价作物植株的氮素营养情况,并通过氮素的营养情况指导农民对水稻^[15]、玉米^[16]等作物进行科学施肥,此外,产量也可以被预测出来。该试验利用叶片中叶绿素、硝态氮、硝酸还原酶作为主要生理指标,以上述生理指标在甜瓜幼苗期的变化规律来反映植物体本身代谢能力强弱。该试验结果表明,在苗期处理后5~25 d,各处理幼苗的叶绿素含量、硝态氮含量以及硝酸还原酶活性均呈现逐渐上升的变化趋势,其中以0.9~1.2 mmol/L 磷素用量时即 T3 和 T4 处理,各指标促进作用最为明显。可以看出,适宜磷素可以有效改善甜瓜幼苗生理活性物质含量,进而影响到甜瓜生理代谢和后期产量形成。

过氧化氢酶在植物体内普遍存在,它可以分解植物体内因呼吸作用而产生的过氧化氢,是植物体免于遭受因过氧化氢积累而造成的损伤,作物的品种以及自身新陈代谢的强度会影响过氧化氢酶活性的大小,在不同的生长发育时期,过氧化氢酶活性也会发生相应的变化^[17]。而抗坏血酸氧化酶主要起氧化作用,它可以把抗

坏血酸氧化为单脱氢抗坏血酸,这样存在于植物体之外的抗坏血酸的库呈现出的氧化还原的状态就会得到相应的调控,在植物体内存在的各种物质代谢中,抗坏血酸氧化酶起到很重要的作用^[18]。万美亮等^[19]对甘蔗的试验研究表明,植物细胞保护系统中的相关酶活性会在低磷的胁迫下有所增加。吴俊江等^[20]的试验证明,大豆品种的磷效率因基因型不同,其叶片中不同种类抗氧化酶的活性对低磷胁迫的反应也有一定的差异;低磷胁迫下,磷效低的大豆品种叶片中的细胞膜脂会受到较大的伤害,清除活性氧的能力减弱,磷高效基因型品种则与之相反,受到的伤害较轻。该试验利用叶片中过氧化氢酶、过氧化物酶、抗坏血酸过氧化物酶作为辅助生理活性指标,以上述酶活性变化规律来衡量甜瓜幼苗期生理代谢的变化规律,进而反映出甜瓜植株本身代谢能力强弱。该试验结果表明,在苗期处理后 5~25 d,叶片中过氧化氢酶、过氧化物酶活性均呈现逐渐升高的变化趋势,说明甜瓜植株生理活性逐渐增强。在不同磷素水平条件下,0.9~1.2 mmol/L 磷素用量时即 T3 和 T4 处理,以上各指标促进作用最为明显。抗坏血酸过氧化物酶变化规律虽然与上述 2 种酶不一致,但依然体现出适宜磷素用量对其促进作用。

在该试验条件下,在 0.9~1.2 mmol/L 磷素营养条件下,幼苗期甜瓜叶绿素含量、硝态氮含量、根系活力以及各种保护性酶活性均得到有效改善和提高,促进了光合作用,为后期甜瓜产量形成、品质改善奠定了良好的生理基础。而在磷素水平较低或较高条件下,各种生理活性物质含量或活性均大幅降低。

参考文献

- [1] 王喜庆. 黑龙江省西瓜甜瓜生产现状、存在的问题和对策[J]. 中国瓜菜, 2008(2): 53-54.
- [2] 刘建辉. 富磷土壤条件下厚皮甜瓜氮、钾施肥效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.

- [3] 宋春丽,樊剑波,何园球,等. 不同母质发育的红壤性水稻土磷素吸附特性及其影响因素的研究[J]. 土壤学报, 2012, 49(3): 607-611.
- [4] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [5] 郝建军,康宗利,于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [6] 陈新平,邹春琴,刘亚萍,等. 菠菜不同品种累积硝酸盐能力的差异及其原因[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 30-34.
- [7] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 68-72.
- [8] 云菲,刘国顺,史宏志. 光氮互作对烟草气体交换和部分碳氮代谢酶活性及品质的影响[J]. 作物学报, 2010, 36(3): 508-516.
- [9] 彭方林,王丽,穆春,等. 萝卜过氧化物酶基因 *Rsprx1* 对其抗氧化能力的影响[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(9): 40-42.
- [10] 余泽高,乔丽雅. 小麦抗坏血酸氧化酶活性与抗病性关系的初步探讨[J]. 湖北农业科学, 2003(1): 31-33.
- [11] 刘玲玲,李军,李长辉,等. 马铃薯可溶性蛋白、叶绿素及 ATP 含量变化与品种抗旱性关系的研究[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(4): 201-204.
- [12] 郑炳松,程晓建,蒋德安. 钾元素对植物光合速率、Rubisco 和 RCA 的影响[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(1): 104-108.
- [13] 蔡红光,米国华,陈范骏,等. 玉米叶片 SPAD 值、全氮及硝态氮含量的品种间变异[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 866-873.
- [14] 童依平,蔡超,刘全友,等. 植物吸收硝态氮的分子生物学进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(4): 433-440.
- [15] 王绍华,刘胜环,王强盛,等. 水稻产量形成与叶片含氮量及叶色的关系[J]. 南京农业大学学报, 2002, 25(4): 1-5.
- [16] 李志宏,张云贵,刘宏斌,等. 叶绿素仪在夏玉米氮营养诊断中的应用[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 764-768.
- [17] ZAMOCKY M, FURTMÜLLER P G, OBIN C. Evolution of catalases from bacteria to humans[J]. Antioxidants and Redox Signaling, 2008, 10(9): 1527-1548.
- [18] 武立权,柯建,尤翠翠,等. 水稻黄叶突变体功能叶衰老生理特性的研究[J]. 核农学报, 2013, 27(11): 1735-1741.
- [19] 万美亮,邝炎华,陈建勋. 缺磷胁迫对甘蔗膜脂过氧化及保护酶系统活性的影响[J]. 华南农业大学学报, 1999(20): 1-6.
- [20] 吴俊江,刘丽君,钟鹏,等. 低磷胁迫对不同基因型大豆保护酶活性的影响[J]. 大豆科学, 2008(27): 437-441.

Effect of Phosphorus on the Physiological Indexes of Muskmelon Seedling

LIAN Hua, WANG Meng, MA Guangshu, WANG Yanhong, WANG Ruhua, SHENG Yunyan
(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: In the experiment, muskmelon ('Jinfei') was used as experimental material, the way of substrate culture was adopted to study the effect of different dosages of phosphorus element on the physiological indexes of muskmelon seedling through measuring change laws of the chlorophyll content, nitrate nitrogen content, nitrate reductase activity, catalase activity, peroxidase activity and ascorbic acid oxidase activity. The results showed that appropriate dosage of phosphorus element (0.9—1.2 mmol/L) could significantly promote photosynthesis through enhancing chlorophyll content and nitrate nitrogen content, improving and increasing various protected enzymes activity which could provide the physiological basis for the yield formation and quality improvement at the later stage of melon. While phosphorus dosage was less than 0.6 mmol/L or higher than 1.5 mmol/L, various physiological substance content or protective enzyme activity were decreased significantly.

Keywords: phosphorus element; muskmelon; physiological indexes