



任士伟,王亮亮,张萍萍,等. 喷施亚磷酸钾对番茄生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学,2019(6):50-53.

# 喷施亚磷酸钾对番茄生长发育的影响

任士伟<sup>1,2,3</sup>,王亮亮<sup>1,2</sup>,张萍萍<sup>1</sup>,王 娜<sup>1,2,3</sup>

(1. 金正大生态工程集团股份有限公司,山东 临沭 276700;2. 养分资源高效开发与综合利用国家重点实验室,山东 临沭 276700;3 农业部植物营养与新型肥料创制重点实验室,山东 临沭 276700)

**摘要:**为促进亚磷酸钾在农业生产中的合理应用,以番茄为供试作物,通过小区试验,研究了不同浓度亚磷酸钾对番茄生长、产量和品质的影响。结果表明:与对照相比,亚磷酸钾占肥料重量比为3%~6%时,番茄各时期叶片 SPAD 值、中后期株高、产量和品质都有显著提高,茎粗没有显著差异;亚磷酸钾重量占比大于6%时,番茄各生长指标均随亚磷酸钾浓度的升高而降低。表明在一定浓度范围内亚磷酸钾有助于番茄生长、产量和品质的提升,具有使用价值。

**关键词:**亚磷酸钾;番茄;产量;品质

目前,人们对亚磷酸盐用作杀菌剂在抑制作物卵菌纲病害方面进行了大量研究,并且已经发现亚磷酸盐对鳄梨根腐病、菠萝心腐病、马铃薯晚疫病等病害具有较好的防治效果<sup>[1-3]</sup>。当前研究普遍认为亚磷酸盐防病机制主要包括两个方面,一是直接干扰和抑制病原菌菌丝的生长,另一方面是通过侧面刺激植物体产生酚类化合物等抗病物质,从而起到保护作物的功效<sup>[4]</sup>。除作为杀菌剂外,在国外将亚磷酸盐作为新型肥料销售的产品已有很多,如德国康朴、荷兰易普润等公司有相关产品,国内近期也陆续出现了相关产品,如乐多收喜护系列产品等,但是亚磷酸盐作为肥料对作物生长产生影响的研究目前报道很少。本试验以番茄为研究对象,研究不同浓度亚磷酸盐对番茄生长的影响,寻找出对作物生长的最适宜用量,为亚磷酸盐在农业中的合理应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于山东省临沂市临沭县南古镇。土壤理化性质为有机质 1.5%、碱解氮 74.49 mg·kg<sup>-1</sup>、有效磷 37.39 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 36.80 mg·kg<sup>-1</sup>、pH5.88。

### 1.2 材料

供试番茄品种为金粉 168。试验期间所用常

规肥料均由金正大生态工程集团股份有限公司提供。

### 1.3 方法

**1.3.1 试验设计** 以亚磷酸二氢钾、磷酸二氢钾、硝酸钾、尿素等原料配制 60% 固体型水溶性肥料(氮磷钾含量均为 20%),根据亚磷酸二氢钾所占总原料比例 0(对照)、3%、6%、9%、12% 共设置 5 个处理。于 2018 年 9 月 10 日将番茄定植试验棚内,棚总面积为 0.067 hm<sup>2</sup>,每个处理约 0.013 hm<sup>2</sup>,整棚在定植前农户统一施用底肥,底肥用量为 80 kg 生物有机肥、51% 硫酸钾型复合肥 80 kg(氮磷钾含量均为 17%)。番茄定苗 15 d 后各处理开始每隔 15 d 喷施 1 次上述不同亚磷酸钾含量的叶面肥,所有叶面肥均按照 600 倍稀释,共喷施 7 次。从 10 月 25 日番茄进入花期后开始每隔 10~20 d 追肥 1 次,追肥为金正大 20-20-20 平衡型固体水溶肥,所有处理的追肥数量与次数一致,其他所有管理模式均相同。

**1.3.2 测定项目及方法** 分别于 2018 年 10 月 18 日、11 月 18 日、12 月 18 日随机连续取 6 株测定 1 次叶绿素相对含量(SPAD)、茎粗及株高,共测定 3 次。试验期间内共采摘 6 次,每次采摘均记录产量,最后统计总产量。随机选择某次采摘后成熟度一致、有代表性的果实,测定有机酸、可溶性糖及维生素 C 含量,并计算糖酸比。有机酸含量测定采用 NaOH 滴定法<sup>[5]</sup>,可溶性糖含量采用手持糖度计测定,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定<sup>[6]</sup>。

收稿日期:2019-03-09

基金项目:山东省重点研发计划(2016ZDJQ0701)。

第一作者简介:任士伟(1984-),男,硕士,农艺师,从事药肥一体化研究。E-mail: renshiweiw@163.com。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2010 软件进行统计与分析,用 SPSS 18.0 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄 SPAD 值的影响

光合作用是植物生长发育的基础,也是作物产量和品质构成的主要因素<sup>[7-8]</sup>,SPAD 值在一定程度上可以代表植株的光合作用<sup>[9-10]</sup>。从表 1 可以看出,在 3 个调查时间,亚磷酸钾占比分别为 3%、6%的两个处理,番茄 SPAD 值均显著高于对照,说明亚磷酸钾有助于提高植株的光合作用;占比 9%时,SPAD 值与对照差异不显著,占比大于 9%时,随着亚磷酸钾用量的提高,3 个时期番茄植株的 SPAD 值均显著降低,说明高浓度亚磷酸钾不利于植株的光合作用。

2.2 不同处理对番茄株高与茎粗的影响

由表 2 可知,在株高方面,3 个不同时期测定结果显示,亚磷酸钾占比 3%、6%的两个处理均高于对照,且在 12 月 18 日测定时期达显著差异,分别较对照提高 7.11%和 6.64%;当亚磷酸钾占比大于 6%后,3 个时期番茄株高均随着亚磷酸钾用量的增高而降低,且当亚磷酸钾占比 12%时,前 2 个测定时期番茄株高均显著低于对照。上述结果表明,低浓度亚磷酸钾有助于植株株高的生

长,但浓度过高会抑制株高的生长。在茎粗方面,亚磷酸钾占比 3%、6%的两个处理同样高于对照,但与对照差异不显著;3 个不同时期测定结果均显示,当亚磷酸钾占比大于 6%后,番茄茎粗均随着亚磷酸钾用量的增多而降低,且在后两个时间调查结果显示,亚磷酸钾占比 12%处理均显著低于其他处理,说明低浓度亚磷酸钾有助于植株茎粗的增长,但浓度过高同样会有抑制效果。

表 1 不同处理番茄 SPAD 值  
Table 1 SPAD value of tomato under different treatments

亚磷酸钾 占百分比 Percentage of potassium phosphite/%	SPAD 值		
	2018 年 10 月 18 日	2018 年 11 月 18 日	2018 年 12 月 18 日
0(CK)	43.13±0.51 b	42.32±0.94 b	42.98±0.71 b
3	46.25±0.64 a	45.62±1.60 a	45.67±1.32 a
6	46.15±1.03 a	45.60±1.25 a	45.87±1.16 a
9	43.50±0.79 b	43.27±0.65 b	43.25±1.19 b
12	40.47±1.19 c	37.97±0.60 c	37.33±1.08 c

表中值为平均值±标准差;同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。下同。  
The value of the table is average± standard deviation; Different lowercase letters after the same column data indicate significant difference at 0.05 level among different treatments. The same below.

表 2 不同处理番茄株高与茎粗

Table 2 Plant height and stem diameter of tomato under different treatments

亚磷酸钾占百分比 Percentage of potassium phosphite/%	2018 年 10 月 18 日		2018 年 11 月 18 日		2018 年 12 月 18 日	
	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm
0(CK)	66.65±1.46 a	0.89±0.10 ab	137.88±3.56 ab	1.24±0.09 ab	148.72±0.07 b	1.26±8.38 ab
3	66.92±1.29 a	0.99±0.12 a	144.03±6.63 ab	1.31±0.07 a	159.30±0.08 a	1.43±6.63 a
6	67.08±1.98 a	0.99±0.05 a	145.74±5.06 a	1.33±0.07 a	158.60±0.08 a	1.44±6.03 a
9	66.60±1.40 a	0.89±0.12 ab	136.28±4.49 bc	1.17±0.18 ab	149.55±0.07 b	1.27±7.95 ab
12	60.25±4.09 b	0.79±0.10 b	132.02±6.81 c	1.00±0.08 c	146.48±0.10 b	1.17±4.86 c

2.3 不同处理对番茄产量的影响

果实单果重是衡量果实品质的重要指标之一<sup>[11]</sup>,番茄单果重越大,商品性越好<sup>[12]</sup>。由表 3 可以看出,亚磷酸钾占比 3%、6%两个处理番茄单果重显著高于其他处理,且较对照分别提高 6.63%、6.88%,但是当用量大于 6%后,番茄单果重随着亚磷酸钾用量的增多而降低,说明低浓

度亚磷酸钾有助于番茄商品性能的提高。6 次测产及总产量方面,同样为占比 3%、6%两个处理高于其他处理,两处理 6 次测产总量分别较对照提高 7.29%、7.54%,但当亚磷酸钾占比 12%时,除前 2 次测产高于对照外,后 4 次测产及总产量均低于对照。以上结果说明,低浓度亚磷酸钾有利于促进番茄早熟、提早上市和总产量的增加。

表 3 不同处理番茄产量

Table 3 Yield of tomato under different treatments

亚磷酸钾占百分比 Percentage of potassium phosphite/%	单果质量 Weight of single fruit/g	增加 Increment/ %	产量 Yield/(kg·0.013 hm <sup>2</sup> )			总产量 Total yield/ (kg·0.013 hm <sup>2</sup> )	增产 Increment/ %
			第 1~2 次	第 3~4 次	第 5~6 次		
			1 st to 2 nd times	3 rd~4 th times	5 th~6 th times		
0	173.50±9.35 b	-	178.00	189.00	177.38	544.38	-
3	185.00±7.95 a	6.63	192.00	201.00	191.09	584.09	7.29
6	185.44±6.22 a	6.88	189.10	191.50	204.80	585.40	7.54
9	174.17±2.64 b	0.39	188.30	174.50	190.30	553.10	1.60
12	169.17±7.36 b	-2.50	189.03	180.00	169.00	538.03	-1.17

2.4 不同处理对番茄内在品质的影响

果实维生素 C 含量和糖酸比等是评价果实品质的重要指标,其中糖酸比是衡量果实糖、酸含量的综合指标,直接影响果实的口感风味<sup>[13]</sup>。由表 4 可知,在番茄维生素 C 含量方面各处理间差异不显著,说明叶面喷施亚磷酸钾对果实维生素

含量影响较小;在有机酸含量方面,亚磷酸钾占比 3%、6%处理与对照差异不显著,但较对照显著提高了果实可溶性糖含量及糖酸比,两处理糖酸比分别较对照提高 10.38%、9.42%;当亚磷酸钾浓度过高时,糖酸比显著降低,以上结果说明,低浓度亚磷酸钾更有助于番茄品质的提升。

表 4 不同处理番茄内在品质

Table 4 Internal quality of tomato under different treatments

亚磷酸钾占百分比 Percentage of potassium phosphite/%	维生素 C 含量 Vitamin C content/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	有机酸含量 Organic acid content/%	糖酸比 Sugar-acid ratio
0	19.07±0.36 a	2.25±0.05 b	0.43±0.02 a	5.20±0.16 b
3	19.44±0.56 a	2.41±0.10 a	0.42±0.02 a	5.74±0.35 a
6	19.41±0.28 a	2.38±0.03 a	0.42±0.02 a	5.69±0.29 a
9	19.10±0.47 a	2.26±0.02 b	0.43±0.03 c	5.30±0.35 ab
12	19.02±0.35 a	2.14±0.08 c	0.46±0.03 c	4.71±0.37 c

3 结论与讨论

一般情况下,磷酸盐化合物被认为是提供植物磷营养的最主要形式,由于亚磷酸盐氧化成磷酸盐需要一定时间,因此使用亚磷酸盐作为植物营养磷来源的观念广泛受到争议。磷作为植物生长所必需的营养元素,参与光合作用、呼吸作用、能量储存与转移及细胞分裂等植物体内的各种生理代谢过程<sup>[14-15]</sup>,对作物高产及品质提升有很大的影响。有研究表明,适当的低磷胁迫可提高磷的利用效率,有助于促进作物地上部及根系的生长,只有在严重低磷胁迫情况下,植株地上部分同化物向根系的运输量增加,才会导致作物地上部的生长受到限制<sup>[16]</sup>。本研究结果表明,当亚磷酸钾少量替代正磷酸钾时,番茄叶片 SPAD 值、株

高、茎粗都有不同程度的增大,但是当浓度过高时,SPAD 值、株高及茎粗都降低。这可能是因为少量亚磷酸钾在转化时间内造成的低磷胁迫提高了磷的利用效率,从而促进作物光合作用的提高和地上部的生长,但是当亚磷酸钾浓度过高时,由于其转化时间过长引起的严重低磷胁迫,无法满足作物正常生长所需的磷营养,从而抑制了番茄地上部的生长。低浓度亚磷酸钾同样有助于番茄产量的提高,这与 Cecilia 等<sup>[3]</sup>在马铃薯上的研究结果一致。此外,本研究还发现,低浓度亚磷酸钾复配正磷酸钾提高了番茄单果重和糖酸比,其中当亚磷酸钾占肥料比例为 3%~6%时,效果最好,浓度过高时,番茄的单果重和糖酸比都降低。这可能是因为较低浓度的亚磷酸钾提高了番茄的

抗病性能,从而提升番茄的品质和商品性。

综上所述,亚磷酸盐不能完全取代磷酸盐作为肥料单独使用,而与磷酸盐共同使用,更有助于促进作物的生长。

参考文献:

[1] 楚雯英,段增强.亚磷酸盐作缓释磷肥对黄瓜体内养分吸收和光合特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(3):753-759.

[2] Pegg K G,Whiley A W,Saranah J B,et al. Control of phytophthora root of avocado with phosphorus acid[J]. Australasian Plant Pathology,1985,14(2):25-29.

[3] Cecilia T,Fernanda C,Maria C L,et al. The application of K phosphites to seed tubers enhanced emergence,early growth and mycorrhizal colonization in potato (*Solanum tuberosum*)[J]. American Journal of Plant Sciences,2014,5:132-137.

[4] 安宝贞.植物病害的非农药防治品——亚磷酸[J].植物病理学会刊,2001,10(4):147-154.

[5] 万群,阳淑,熊丙全.有机肥和化肥不同配比对番茄产量、品质及土壤养分和微生物的影响[J].安徽农业科学,2015,43(14):158-161.

[6] 赵晓梅,江英,吴玉鹏,等.果蔬中VC含量测定方法的研究[J].食品科学,2006,27(3):197-199.

[7] 战吉成,黄卫东,王利军.植物弱光逆境生理研究综述[J].

植物学通报,2003,20(1):43-50.

[8] 黄卫东,吴兰坤,战吉成.中国矮番茄叶片生长和光合作用对弱光环境的适应性调节[J].中国农业科学,2004,37(12):1981-1985.

[9] 刘辉,宋涛,曹奇领,等.不同叶面肥在黄瓜盆栽上的应用研究[J].农学报,2015,5(10):70-74.

[10] 王亮亮,高志山,宋伟杰,等.滴灌施肥下钾肥对番茄生长及产质量的影响[J].江苏农业科学,2018,46(21):132-134.

[11] 路永莉,高义民,同延安,等.滴灌施肥对渭北早源红富士苹果产量与品质的影响[J].中国土壤与肥料,2013(1):48-52.

[12] 王亮亮,宋涛,高志山,等.混配液体肥对番茄生长及产质量的影响[J].贵州农业科学,2016,44(10):62-65.

[13] 王亮亮,高志山,宋伟杰,等.根际注射施肥对樱桃桃产量及品质的影响[J].磷肥与复肥,2018,3(33):39-41.

[14] 周爽,张强,王敏锋,等.液体水溶性复混肥中磷素形态及有效性[J].磷肥与复肥,2015,30(10):14-17.

[15] 楚雯英,段增强.亚磷酸盐作缓释磷肥对黄瓜体内养分吸收和光合特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(3):753-759.

[16] 胡华群.磷对辣椒根系生长发育及生理代谢的影响[D].贵阳:贵州大学,2009.

Effects of Potassium Phosphite as Foliar Fertilizer on Tomato Growth

REN Shi-wei<sup>1,2,3</sup>,WANG Liang-liang<sup>1,2</sup>,ZHANG Ping-ping<sup>1</sup>,WANG Na<sup>1,2,3</sup>

(1. Kingenta Ecological Engineering Group Limited Company,Linshu 276700,China; 2. State Key Laboratory of Nutrition Resources Integrated Utilization,Linshu 276700,China; 3. Key Laboratory of Plant Nutrition and New Fertilizer R&D,Ministry of Agriculture,Linshu 276700,China)

**Abstract:**In order to promote the rational application of potassium phosphite in agricultural production, the effects of different potassium phosphite concentration on tomato growth,yield and quality were studied with field culture tomato as subject crop. The results showed that tomato leaves SPAD value,plant height,yield and quality all increased significantly with potassium phosphite concentration between 3%-6%,while tomato stem diameter was not in statistically difference. However,when potassium phosphite concentration exceed 6%,all tomato growth indicators decreased with the increasing potassium phosphite concentration. Therefore,potassium phosphite at low concentration could improve tomato growth,yield,quality,and has good application value.

**Keywords:**potassium phosphite; tomato; yield; quality

欢迎关注本刊微信公众号

