



叶面喷施腐植酸钾或 6-BA 对辣椒农艺性状及品质的影响

程红颂 张梦君 王 准 王亮亮* 郭景丽

河南心连心化学工业集团股份有限公司 新乡 453731

摘 要: 通过在辣椒上连续喷施不同浓度的腐植酸钾或 6- 苄氨基嘌呤 (6-BA), 验证腐植酸钾在某些功能上能否达到 6-BA 的效果。试验共设计 6 个处理, 考察了辣椒的农艺性状和品质性状。结果表明: 喷施腐植酸钾或 6-BA 在刺激辣椒生长、增产提质等方面具有相同功能, 但是喷施适宜浓度的腐植酸钾降低硝酸盐含量的作用较 6-BA 更为明显, 而适宜浓度的 6-BA 较腐植酸钾在增加果长、果重方面效果更优, 喷施 400 倍的 6-BA 或 10000 倍的腐植酸钾在提高辣椒果实的可溶性糖含量均有明显效果。综合各个指标, 腐植酸钾以稀释 10000 倍最佳, 6-BA 以稀释 600 倍效果最好。

关键词: 腐植酸钾; 6- 苄氨基嘌呤; 辣椒; 农艺性状

中图分类号: TQ444.6[†]3, S641.3 **文章编号:** 1671-9212(2024)02-0047-05

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.02.007

Effects of Foliar Spraying Potassium Humate or 6-BA on Agronomic Characters and Quality of Pepper

Cheng Hongsong, Zhang Mengjun, Wang Zhun, Wang Liangliang*, Guo Jingli

Henan Xinlianxin Chemical Industry Group Co. Ltd., Xinxiang, 453731

Abstract: It was verified whether potassium humate could achieve the effect of 6-BA in some functions by spraying continuously different concentrations of potassium humate or 6-benzylaminopurine (6-BA) on pepper. A total of 6 treatments were designed to investigate the agronomic and quality characteristics of pepper. The results showed that the spraying of potassium humate or 6-BA had the same function in stimulating the growth of pepper, increasing the yield and improving quality of pepper, but the spraying of potassium humate at an appropriate concentration had a more obvious effect on reducing the nitrate content compared with 6-BA, while the spraying of 6-BA at an appropriate concentration had a better effect on increasing fruit length and weight than humic acid. The spraying 6-BA with 400 times dilution or potassium humate with 10000 times dilution both significantly increased the soluble sugar content of pepper fruits. According to various indexes, potassium humate diluted by 10000 times was the best, 6-BA diluted by 600 times was the best.

Key words: potassium humate; 6-BA; pepper; agronomic characteristics

近年来,生物刺激素在国内逐步兴起,腐植酸作为其中一种重要的生物刺激素,添加到肥料中同样对作物有增产增效的作用^[1]。腐植酸钾具有改善土壤、培肥地力、增产提质增收等作用^[2]。植物生

长调节剂 6- 苄氨基嘌呤 (6-BA) 具有高效、稳定、使用方便等特性,主要有促进细胞分裂,打破顶端优势,提高光合效率,诱导花芽分化,促进幼果发育及果实膨大,刺激作物赤霉素、生长素的增加,

[收稿日期] 2021-12-04

[作者简介] 程红颂,男,1993年生,助理农艺师,主要从事新型肥料研究与开发工作,E-mail: 582186719@qq.com。

* 通讯作者: 王亮亮,男,工程师,E-mail: linxungreat@163.com。



抑制脱落酸的合成等作用^[3~6]。目前,关于腐植酸钾替代 6-BA 的部分功能的研究报道较少,本研究以辣椒为材料,测定辣椒各个农艺性状、叶片叶绿素含量、辣椒产量及品质等指标,探究喷施腐植酸钾或 6-BA 对辣椒生长、产量及品质的影响,为栽培高产、优质的辣椒提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验时间及地点: 试验于 2021 年 3 月—6 月在河南心连心化学工业集团股份有限公司技术中心温室大棚进行。

供试土壤: 河南省新乡市新乡县朗公庙镇潮土, 土壤养分状况见表 1。

作物品种: 黄皮椒“新金富 808”。

供试材料: 硝硫基复合肥(15-15-15)、粉剂水溶肥(17-9-34)、腐植酸钾(腐植酸以干基计,

含量 ≥60%, 钾含量 10%), 均由河南心连心化学工业集团股份有限公司提供; 6-BA, 有效成分含量为 2%、规格 100 mL, 由四川国光农化股份有限公司生产。

1.2 试验方法

试验共设置 6 个处理(表 2), 每个处理 8 次重复。采用上端直径 25 cm、底面直径 15 cm、高 20 cm 的塑料钵, 每钵风干土 9 kg, 各处理均施用底肥硝硫基复合肥(15-15-15) 6 g/钵, 每钵肥料单独与土掺混均匀后倒入塑料钵中。每钵移栽大小均匀一致的辣椒 1 株, 于 2021 年 3 月 31 日选择 5 叶 1 心时移栽。缓苗两周后开始每隔 14 天叶面喷施 6-BA 或腐植酸钾稀释液 1 次, 1 次 100 mL, 对照喷施等量清水(共喷施 4 次), 喷施时间分别是: 当年 4 月 15 日、4 月 29 日、5 月 13 日、5 月 27 日。在开花挂果后冲施粉剂水溶肥(17-9-34) 0.6 g/盆。自移栽之日起专业精细管理, 达到试验效果的精确性。于膨果后期进行采收。

表 1 供试土壤养分状况

Tab.1 Nutrients conditions of tested soil

pH	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
8.05	79.0	33.0	272.9

表 2 盆栽试验方案设计

Tab.2 The design of potted plant experiment

处理	底肥 + 追肥	喷施处理
CK		清水
T1		6-BA 400 倍稀释液
T2	底肥硝硫基复合肥(15-15-15) + 追肥	6-BA 500 倍稀释液
T3	粉剂水溶肥(17-9-34)	6-BA 600 倍稀释液
T4		腐植酸钾 8000 倍稀释液
T5		腐植酸钾 10000 倍稀释液

1.3 测定指标及方法

在叶面喷施 6-BA 或腐植酸钾稀释液前, 第 1 ~ 3 次喷施后 7、14 天, 第 4 次喷施后 7 天测定辣椒叶绿素相对含量(SPAD 值)、株高、茎粗。于 6 月 3 日取完整根系, 测定根系指标。于 5 月 20 日、5 月 27 日、6 月 3 日摘取各处理生长成熟

的果实, 测定成熟辣椒果实测果长、单果重、产量。于 6 月 3 日取成熟辣椒果实, 测定硝酸盐、可溶性糖含量。

(1) SPAD 值: 用叶绿素速测仪(浙江托普云农科技股份有限公司 SPAD-502Plus)测定倒三叶的 SPAD 值, 每片叶测 3 次, 取平均值。



(2) 株高: 用卷尺测量从地面到最顶端的高度。

(3) 茎粗: 用游标卡尺测量茎基部的宽度。

(4) 根系指标: 使用 MICROTEK ScanMaker i800plus 进行根系扫描, RhizoPheno 分析测定根系体积、根系表面积。

(5) 果长: 用卷尺测量辣椒长度。

(6) 产量和单果重: 每次采摘后称量单果重, 称量每次采摘单株果实的重量, 累积计算单株产量。

(7) 鲜重指标: 用剪刀从作物基部剪开分别称量地上部鲜重、地下部鲜重。

(8) 品质指标: 硝酸盐含量采用紫外分光光度法测定, 可溶性糖含量采用蒽酮-硫酸比色法测定。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010 软件和 DPS7.05 数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒 SPAD 值的影响

由表 3 可以看出, 在喷施腐植酸钾或 6-BA 前和第 1 次喷施后 7 天, 各处理 SPAD 值无显著性差异。在第 1 次喷施后 14 天 T4、T5 处理与 CK 有显著性差异, T5 处理显著优于其他处理。第 2 次喷施后 7 天和 14 天, 各处理 SPAD 值无显著性差异。第 3 次喷施后 7 天, 各处理 SPAD 值无显著性差异, 第 3 次喷施后 14 天, T5 处理显著优于 CK 和 T1 处理, 与其他处理无显著差异。第 4 次喷施后 7 天, 除 T5 处理显著优于 T1 处理外, 其他处理间均无显著差异。这说明 T5 处理对于叶片中叶绿素的合成, 相比其他处理更有利于促进叶片叶绿素含量的增加。T2 处理在一定程度上有助于叶片叶绿素含量的提高。

表 3 不同处理对辣椒 SPAD 值的影响

Tab.3 Effects of different treatments on the SPAD value of pepper

处理	喷施前	第 1 次喷施后 7 天	第 1 次喷施后 14 天	第 2 次喷施后 7 天	第 2 次喷施后 14 天	第 3 次喷施后 7 天	第 3 次喷施后 14 天	第 4 次喷施后 7 天
CK	42.7a	41.9a	41.7c	48.5a	49.9a	51.8a	50.0b	54.5ab
T1	43.1a	42.0a	42.9bc	46.2a	48.8a	49.9a	48.5b	53.2b
T2	43.8a	41.7a	42.4bc	46.8a	52.1a	51.1a	51.6ab	55.2ab
T3	42.2a	43.1a	43.6bc	46.1a	50.0a	50.5a	50.6ab	55.5ab
T4	44.4a	42.1a	44.5b	47.4a	50.3a	51.7a	51.1ab	55.6ab
T5	44.0a	41.6a	48.4a	46.6a	50.6a	53.3a	54.1a	56.6a

注: 同列数据中不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

2.2 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒株高的影响

由表 4 可以看出, 随喷施次数增加, 第 3 次喷施后 7 天, T4 处理的株高达到最高; 第 3 次喷施后 14 天, T2 处理的株高达到最高; 第 4 次喷施后, T3 处理的株高达到最高, T4 处理次之。这说明 T3 和 T4 处理对辣椒株高的增长最为明显, 对辣椒株高均达到最佳促进效果。

2.3 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒茎粗的影响

由表 5 可以看出, 在连续喷施各个处理稀释液后, 茎粗的增长较 CK 没有达到显著性差异,

但各处理的茎粗增长幅度较 CK 有所升高。这说明各个处理的稀释液对辣椒茎粗性状均有一定的促进作用。

2.4 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒根系相关指标的影响

由表 6 可以看出, 各处理辣椒根系体积和根系表面积均无显著性差异, 除 T3 处理外其他处理的根系体积均比 CK 略好, T2、T4 处理的根系表面积比 CK 高, 地下部鲜重性状中 T5 处理最高, 显著优于 T1、T3、T4 处理。由此可以推断, 叶面喷施腐植酸钾和 6-BA 对根系的影响较小, 主要作用

于果实部分，但 T2 和 T5 处理对辣椒根系发育有一定的促进作用。

表 4 不同处理对辣椒株高的影响

Tab.4 Effects of different treatments on the plant height of pepper

cm

处理	喷施前	第 1 次喷 施后 7 天	第 1 次喷 施后 14 天	第 2 次喷 施后 7 天	第 2 次喷 施后 14 天	第 3 次喷 施后 7 天	第 3 次喷 施后 14 天	第 4 次喷 施后 7 天
CK	32.4a	38.8ab	43.3c	58.8ab	63.6a	64.0ab	66.6a	71.4ab
T1	30.0a	36.6ab	44.2bc	53.0d	57.6b	58.3b	58.6b	66.0b
T2	33.0a	38.7ab	48.5b	57.2abc	64.1a	64.5ab	67.0a	69.7ab
T3	31.5a	39.0ab	48.9b	55.6bcd	62.0ab	64.1ab	65.8a	74.0a
T4	30.5a	35.2b	47.0bc	54.4cd	62.7ab	66.0a	66.0a	73.0a
T5	36.9a	42.0a	53.7a	59.6a	63.8a	65.8a	65.2a	69.8ab

表 5 不同处理对辣椒茎粗的影响

Tab.5 Effects of different treatments on the stem thickness of pepper

mm

处理	喷施前	第 1 次喷 施后 7 天	第 1 次喷 施后 14 天	第 2 次喷 施后 7 天	第 2 次喷 施后 14 天	第 3 次喷 施后 7 天	第 3 次喷 施后 14 天	第 4 次喷 施后 7 天
CK	5.46a	6.38ab	6.82a	8.91a	9.07a	9.10ab	9.13ab	9.95ab
T1	4.77a	6.05b	6.12a	7.74b	8.87a	8.28c	8.74b	9.97ab
T2	4.87a	6.16b	5.99a	8.70a	8.84a	8.67bc	9.59ab	9.72b
T3	4.97a	6.41ab	6.35a	8.48ab	9.16a	9.05abc	9.72a	9.93ab
T4	4.69a	5.90b	5.83a	8.58ab	8.72a	9.25ab	9.13ab	9.96ab
T5	5.75a	6.95a	6.54a	9.17a	9.25a	9.76a	9.32ab	10.69a

表 6 不同处理对辣椒根系相关指标的影响

Tab.6 Effects of different treatments on the root related indexes of pepper

处理	根系体积 (cm ³)	根系表面积 (cm ²)	地下部鲜重 (g/株)
CK	52.52a	518.40a	148.8ab
T1	61.61a	503.73a	125.3b
T2	84.86a	629.39a	134.5ab
T3	50.03a	446.46a	121.8b
T4	68.19a	698.41a	126.0b
T5	64.19a	476.67a	160.1a

2.5 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒产量相关指标的影响

由表 7 可以看出，T3、T4 处理的辣椒果长与 CK、T2、T3 处理呈显著性差异，以 T3 处理最长；T5 处理辣椒地上部鲜重与 T1、T3、T4 处理呈显著性差异，较 CK 也有一定优势；T3 处理的辣椒

单果重在各处理中最高，与 CK 和 T4 处理呈显著性差异；T3 处理的辣椒单株产量最高，与 CK、T2、T4、T5 处理呈显著性差异。说明 T3 处理对辣椒果长、单果重增幅最大，使得单株产量提升最大。



表7 不同处理对辣椒产量相关指标的影响

Tab.7 Effects of different treatments on the yield related indexes of pepper

处理	果长 (cm)	地上部鲜重 (g/株)	单果重 (g)	单株产量 (g)
CK	19.9b	191.4ab	55.0b	436.7b
T1	20.1ab	169.4b	61.2ab	497.1ab
T2	19.7b	173.2ab	58.8ab	474.4b
T3	21.2a	166.4b	64.5a	527.5a
T4	20.9a	161.6b	55.9b	477.5b
T5	19.7b	214.8a	58.4ab	468.1b

2.6 腐植酸钾或 6-BA 对辣椒硝酸盐含量和可溶性糖含量的影响

由表 8 可以看出, T5 处理的硝酸盐含量较其他处理低, 与各个处理呈显著性差异, T1、T3、T4 处理显著低于 CK, 说明一定浓度的 6-BA 或腐

植酸钾可显著降低辣椒硝酸盐含量, 腐植酸钾对降低辣椒硝酸盐含量效果更优。T1、T2、T3、T5 处理辣椒可溶性糖含量均有不同程度上升, 其中 T1、T5 处理与 CK 呈显著性差异, 说明 T1 和 T5 处理可以显著提高辣椒可溶性糖含量。

表 8 不同处理对辣椒硝酸盐含量和可溶性糖含量的影响

Tab.8 Effects of different treatments on the nitrate content and the soluble sugar content of pepper

处理	硝酸盐含量 (mg/kg)	可溶性糖含量 (%)
CK	345.32a	3.03b
T1	262.06b	3.75a
T2	347.69a	3.26ab
T3	290.50b	3.27ab
T4	275.53b	2.96b
T5	218.30c	3.56a

3 讨论与结论

适宜浓度的腐植酸钾或 6-BA 对辣椒 SPAD 值、株高、茎粗以及根系有一定的促进作用, 这说明腐植酸钾或 6-BA 在促进辣椒 SPAD 值、株高、茎粗、根系性状有相似的作用, 可以调节作物的生长发育。

适宜浓度腐植酸钾或 6-BA 对辣椒果长、单果重和单株产量均有一定的提升, 不同浓度对产量相关因素的影响不同。其中, 600 倍 6-BA 的稀释液效果最为明显。这说明喷施腐植酸钾对产量构成因素的作用不及 6-BA 作用更有效, 但是仍有一定的提升效果。这说明适宜浓度腐植酸钾、6-BA 在辣椒长势和产量相关性状上有较大的作用, 这与王萌

等^[7]在甜瓜、韩晋等^[8]在葡萄上的研究结果相似。

适宜浓度腐植酸钾或 6-BA 对降低辣椒的硝酸盐含量、提高可溶性糖含量有显著的效果, 尤其是稀释 10000 倍的腐植酸钾在降低硝酸盐含量方面作用较 6-BA 更为明显, 而 400 倍 6-BA 稀释液对提高可溶性糖含量效果更优。

总之, 喷施腐植酸钾或 6-BA 在刺激辣椒生长、壮果增产等方面具有相同功能, 但是喷施腐植酸钾在降低辣椒果实硝酸盐含量方面的作用较 6-BA 更为明显, 6-BA 较腐植酸钾在增加果长、果重方面效果更优, 喷施 10000 倍的腐植酸钾与 400 倍稀释的 6-BA 在提高辣椒果实的可溶性糖含量均有明显效果。综合各个指标, 腐植酸钾以稀释 10000 倍最佳, 6-BA 以稀释 600 倍效果最好。(下转第 57 页)

