



腐植酸水溶肥对三色堇生长发育及光合特性的影响

杨媛 李志敏 田振亚 李鸣凤*
武汉生物工程学院 武汉 430345

摘要: 本文研究了腐植酸水溶肥对盆栽花卉三色堇生长的影响, 并比较了不同施用时期的肥效。试验共设 3 个处理: 常规施肥 (T1)、常规施肥 + 基施腐植酸水溶性肥 (T2) 和常规施肥 + 追施腐植酸水溶性肥 (T3)。结果表明: 在三色堇生长发育方面, 相比 T1, T2 和 T3 处理均有效果, T3 处理在促进三色堇花朵、叶片及单株鲜重效果更明显, T2 处理在株高方面效果更明显; 在光合特性方面, 相比 T1, T2 和 T3 处理均可以有效促进叶片数发育, 提升促进光合色素叶绿素 b 含量从而增加光合面积, 增强了光合效果, T2 相比 T1 和 T3 相比 T1 二者效果差异较小; 相比 T1, T3 处理显著提高气孔导度, 增加光合速率进而促进了三色堇的生长发育。综上所述, 常规施肥的基础上增施腐植酸水溶肥料可以促进三色堇的生长发育, 以 T3 处理效果更佳。

关键词: 腐植酸; 三色堇; 光合指标; 生长

中图分类号: TQ444.6, S681

文章编号: 1671-9212(2024)02-0038-04

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.02.005

Effects of Humic Acid Water-soluble Fertilizer on the Growth, Development and Photosynthetic Characteristics of Pansy

Yang Yuan, Li Zhimin, Tian Zhenya, Li Mingfeng*

Wuhan University of Bioengineering, Wuhan, 430345

Abstract: The effects of humic acid water-soluble fertilizer on the growth of potted flower pansies were studied, and the fertilizer efficiency at different application periods was compared in this study. Three treatments were set as follows, i.e., conventional fertilization (T1), conventional fertilization + basal application of humic acid water-soluble fertilizer (T2), and conventional fertilization + top application of humic acid water-soluble fertilizer (T3). The results showed that, compared to T1, T2 and T3 were effective on the growth and development of pansy. In particular, T3 was more effective in promoting the flower, leaf, and plant fresh weight of pansy, while T2 was more effective in plant height. In terms of photosynthetic characteristics, compared to T1, both T2 and T3 treatments could effectively promote the development of leaf number, increase the content of chlorophyll b which promoted photosynthetic pigment, thereby increasing the photosynthetic area and enhancing the photosynthetic effect. There was little difference in the effect of T2 compared to T1 and T3 compared to T1. Compared to T1, T3 increased significantly the stomatal conductance and photosynthetic rate, promoted the growth and development of pansy. In summary, the addition of humic acid water-soluble fertilizer on the basis of conventional fertilization could promote the growth and

[基金项目] 创新创业训练计划项目 (项目编号 S202212362036); 湖北省教育厅科学研究计划指导性项目 (项目编号 B2022303)。

[收稿日期] 2024-01-19

[作者简介] 杨媛, 女, 1994 年生, 助教 / 硕士, 主要从事蔬菜和花卉栽培措施研究, E-mail: 1006961776@qq.com。

* 通讯作者: 李鸣凤, 女, 讲师 / 博士, E-mail: 767957740@qq.com。



development of pansy, and the effect of T3 was better.

Key words: humic acid; pansy; photosynthetic indices; growth

三色堇 (*Viola tricolor* L.) 是堇菜科堇菜属多年生草本植物, 具有色彩鲜艳、花期长、耐低温等众多优点。早春相对低温, 花卉数量少, 提高早春花卉观赏效果显得十分重要。腐植酸肥料能够减缓土壤里养分释放, 具有保水保肥的良好效果^[1]; 能够提高地温约 1 ~ 3 °C, 帮助作物抗寒抗冻^[2], 这对早春花卉显得尤为重要; 还可以显著增加花卉株高、冠幅、分枝数、根鲜重和花产量^[3], 提高叶片的光合速率等^[4]。目前, 大量腐植酸肥料的研究集中于农作物、水果和蔬菜上^[5~7], 在盆花生产上应用研究较少。本研究以三色堇“黄斑”为试验材料, 在盆花生产中, 通过三色堇的植物形态指标和光合速率来探索腐植酸水溶肥料及其施用方式对其生长发育的影响。

1 材料与方法

1.1 试验时间和地点

试验于 2022 年 10 月 18 日—12 月 7 日, 在武汉生物工程学院植物园内进行。

1.2 试验材料

供试肥料: 腐植酸水溶肥料, 水溶性腐植酸 ≥ 30 g/L, $N+P_2O_5+K_2O \geq 200$ g/L, 用量为 5 mL/盆, 天脊集团兴化实业有限公司生产。常规施肥为有机肥 10 g/盆和复合肥 10 g/盆, 施肥方式为全部基施; 其中, 有机肥为生物有机肥, 有机质 $\geq 40\%$ 、有效活菌数 ≥ 0.2 亿/g, 购于维尔福生态农业发展有限公司; 复合肥 $N+P_2O_5+K_2O=15-15-15$, 购于维尔福生态农业发展有限公司。配土比例为原土与椰糠土的体积比为 2 : 1, 重量为 2 kg, 原土取自武汉生物工程学院智汇农场花木园, 椰糠土购于维尔福生态农业发展有限公司。盆栽所用花盆规格为高 12 cm, 上口直径 14.5 cm。

供试作物: 三色堇, 其品种为“黄斑”。

1.3 试验设计

试验共设 3 个处理: 常规施肥 (T1)、常规

施肥 + 基施腐植酸水溶肥料 (T2)、常规施肥 + 追施腐植酸水溶肥料 (T3), 每个处理 5 次重复。T2 处理腐植酸水溶肥料施肥时间为配土后, 花苗移栽前, 属于基施。T3 处理腐植酸水溶肥料施肥时间为花苗移栽后 30 天, 属于追施。其施肥方式均为腐植酸水溶肥料稀释 100 倍施入土壤。

1.4 测定指标和方法

(1) 光合速率的测定。三色堇种植 50 天后, 通过便携式光合速率仪 (Li-6400XT, LI-COR) 对三色堇完全展开的新叶进行光合测定, 测定时候仪器设定为光强 $1200 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; 叶片表面温度为 25 °C; 空气相对湿度为 65%; CO_2 浓度为 $400 \mu\text{mol}/\text{mol}$; 气体流速为 300 mol/s, 记录叶片净光合作用、气孔导度、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率。

(2) 叶绿素和类胡萝卜素含量的测定。三色堇的叶片用剪刀剪碎后加入 95% 的乙醇于黑暗中萃取, 分别测定 665、649 和 470 nm 处的吸光度值, 计算叶绿素和类胡萝卜素含量, 色素含量以叶片的鲜重计。

(3) 开花数的测定。记录从定植到定植 50 天的开花数, 前期仅记录开花数, 定植 50 天时记录未开放花苞和开放花朵数的总和。

(4) 株高及各部位鲜重的测定。三色堇种植 50 天后, 测定三色堇株高及各部位的鲜重。

1.5 数据处理

采用 Excel 进行数据处理, 采用 SPSS17.0 进行数据分析, 采用 LSD 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对三色堇各部位生物量的影响

由表 1 可以看出, 相比 T1, T2 和 T3 均可有效提高三色堇单株生物量, 其增量分别为 16.97% 和 23.00%。T2 和 T3 处理之间三色堇的单株鲜重无显著差异。

由表 1 还可以看出, 在常规施肥的基础上增施

腐植酸水溶肥料后，三色堇叶片和花朵鲜重显著增加。相比 T1，T2 处理的三色堇叶片和花朵鲜重分别显著增加 48.29% 和 40.24%；T3 处理的三色堇花朵和叶片鲜重分别显著增加 64.39% 和 54.88%；T2 和 T3 处理之间三色堇的花朵和叶片鲜重无显著差异。在茎和根方面，T1、T2 与 T3 3 个处理之间均无显著差异。

表 1 不同处理对三色堇各部位鲜重的影响

Tab.1 Effects of different treatments on various parts fresh weight of pansy g/株

处理	weight of pansy				单株
	花朵	茎	叶片	根	
T1	0.82b	3.85a	2.05b	1.41a	8.13b
T2	1.15a	3.94a	3.04a	1.38a	9.51a
T3	1.27a	4.14a	3.37a	1.22a	10.00a

2.2 不同处理对三色堇株高和开花数的影响

由图 1 可以看出，相比 T1，T2 处理的三色堇株高显著增加 25.61%，而 T3 与 T1、T2 处理的三色堇株高均无显著差异，且提前基施腐植酸水溶肥料更有利于三色堇株高生长。

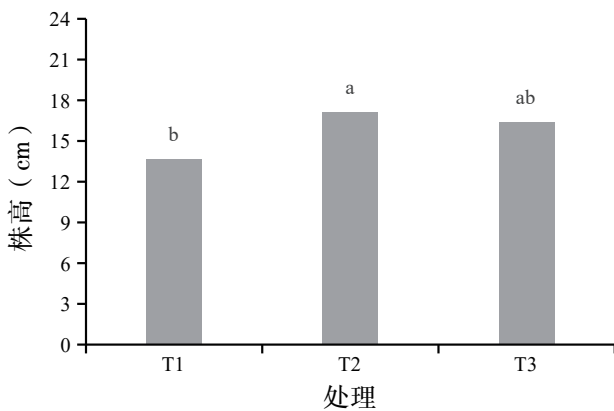


图 1 不同处理对三色堇株高的影响
Fig.1 Effects of different treatments on plant height of pansy

表 2 不同处理对三色堇叶片数和色素含量的影响

Tab.2 Effects of different treatments on the leave quantity and pigment content of pansy

处理	叶片数 (片/株)	叶绿素 a (mg/kg)	叶绿素 b (mg/kg)	类胡萝卜素 (mg/kg)
T1	18.60b	975.81a	340.42b	180.70a
T2	23.40a	958.27a	555.38a	171.79a
T3	22.60a	1098.40a	542.51a	225.39a

由图 2 可以看出，相比 T1，T2 和 T3 处理均可有效提高三色堇开花数，其增量分别为 26.09% 和 43.14%。T2 和 T3 处理之间三色堇的开花数无显著差异。

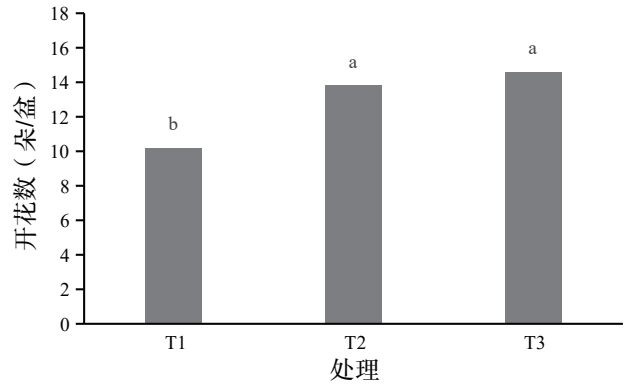


图 2 不同处理对三色堇开花数的影响
Fig.2 Effects of different treatments on flowering quantity of pansy

2.3 不同处理对三色堇叶片色素及光合指标的影响

叶片数与光合作用效果存在一定联系，可以直观地了解腐植酸水溶肥料对三色堇光合特性的影响。由表 2 可以看出，T1、T2 和 T3 处理之间三色堇叶片的叶绿素 a 和类胡萝卜素无显著差异。相比 T1，T2 和 T3 处理三色堇叶片数和叶绿素 b 含量均显著增加，特别是 T2 处理分别显著增加 25.81% 和 63.15%。T2 和 T3 处理之间三色堇的叶片数和叶绿素 b 含量均无显著差异。

由表 3 可以看出，相比 T1，T3 处理三色堇的光合速率显著增加 37.82%。T1、T2 和 T3 处理之间三色堇胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率无显著差异。相比 T1，T2 与 T3 处理的三色堇气孔导度分别显著增加 21.28% 和 65.96%，T2 和 T3 处理之间三色堇气孔导度无显著差异。



表3 不同处理对三色堇光合指标的影响

Tab.3 Effects of different treatments on photosynthetic indices of pansy

处理	光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	气孔导度 [$\text{mol H}_2\text{O}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{L}/\text{mol}$)	蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]
T1	38.18b	0.47a	304.64a	9.82a
T2	48.71ab	0.57b	313.38a	10.18a
T3	52.62a	0.78b	309.26a	11.03a

3 讨论与结论

张冬梅等^[8]研究表明,施用腐植酸肥料后紫花苜蓿的株高、一级分枝数、节间数、节间距、茎叶比均有所增加。过雪莹等^[9]研究表明,腐植酸能明显影响郁金香对矿质元素的吸收,且施用腐植酸能有效缓解盐胁迫带来的伤害,有效促进郁金香茎秆变粗,提高其抗逆性,提升其品质。本试验结果表明,在常规施肥的基础上追施腐植酸水溶肥料,对三色堇生物量的促进效果更好,也对提升三色堇的开花数具有更显著的效果;在常规施肥的基础上以基施腐植酸水溶肥料,三色堇株高显著增加。

施用腐植酸水溶肥料可提高光合效率已在鸡冠花^[10]、烤烟^[11]、番茄^[12]等植物中被证实。本研究结果表明,在常规施肥基础上无论是基施或追施腐植酸水溶肥料,均可有效促进叶片数发育,增加光合面积;另一方面还可促进光合色素叶绿素b的含量,从而增强三色堇的光合效果,二者施肥方式效果差异较小。在常规施肥的基础上追施腐植酸水溶肥料可有效提高气孔导度,增加光合速率,进而促进三色堇的生长发育。

综上所述,通过追施腐植酸水溶肥料的方式对三色堇进行生产管理相较于基施腐植酸水溶肥料更有助于促进其生长发育,提升光合特性,促进光合作用。所以在三色堇的生产管理上,推荐在常规施肥的基础上,以定植后追施腐植酸水溶肥料进行养护管理。但文中部分试验结果存在差异性不显著的情况,比如茎鲜重、根鲜重、叶绿素a、类胡萝卜素以及胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率等,后期仍需要进一步验证;或者在三色堇的花期时长、花色、抗逆性等方面作进一步研究,了解腐植酸水溶肥料对三色堇品质及抗性的影响。

参考文献

- [1] 唐亚福. 大颗粒活化腐植酸缓释肥的研制及在苹果上的应用 [D]. 山东农业大学博士学位论文, 2020.
- [2] 刘征捷. 腐殖酸及腐殖酸肥的性质与应用 [J]. 化工管理, 2021 (9): 73 ~ 86.
- [3] 丁海权. 腐殖酸施用对玫瑰花产量和香气影响的研究 [D]. 扬州大学硕士学位论文, 2023.
- [4] 李芳汀, 骆璐, 孙伟, 等. 活性腐殖酸肥对花生叶片光合特性及产量的影响 [J]. 花生学报, 2023, 52 (4): 40 ~ 46.
- [5] 杨志桃, 张彦萍, 朱立保, 等. 外源腐殖酸灌根对甜瓜幼苗抗冷性的影响 [J]. 北方园艺, 2023 (2): 25 ~ 31.
- [6] 黄玲, 周存宇, 张建强, 等. 硅酸钠与腐殖肥对土壤Cd形态及油麦菜生物可给性的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2022, 41 (9): 1926 ~ 1935.
- [7] 王彩虹, 郝水源. 长期施用腐殖酸复合微生物肥对小麦生长及产量的影响 [J]. 江苏农业科学, 2022, 5 (7): 100 ~ 105.
- [8] 张冬梅, 张丽娟, 霍秀娟, 等. 紫花苜蓿施用腐殖酸肥效应的研究 [J]. 腐植酸, 2012 (4): 390 ~ 393.
- [9] 过雪莹, 陈静, 张晗, 等. 腐殖酸及盐胁迫作用下郁金香叶片元素含量的吸收效应 [J]. 安徽农业科学, 2022, 50 (13): 140 ~ 149.
- [10] 王娟, 何平, 张春平, 等. 外源NO供体硝普钠、甜菜碱、腐植酸对干旱胁迫下鸡冠花幼苗生理指标的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36 (4): 14 ~ 21.
- [11] 肖瑶, 蒋宇洲, 李迪, 等. 腐殖酸肥对重茬烤烟光合特性的影响 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44 (34): 2 ~ 22.
- [12] 郝水源, 苗三明, 宝格日乐, 等. 腐殖酸对加工番茄开花期光合特性及产量的影响 [J]. 江苏农业科学, 2018, 46 (6): 114 ~ 118.