

张 涵,徐迪雅,李宝昌,等. 调环酸钙对小苍兰生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2025,53(12):195-200.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.12.027

调环酸钙对小苍兰生长发育的影响

张 涵¹,徐迪雅²,李宝昌¹,唐东芹²

(1.上海农林职业技术学院,上海 201699; 2.上海交通大学设计学院,上海 200240)

摘要:为了探讨调环酸钙应用于小苍兰生长调控的可能性,了解调环酸钙调控小苍兰生长发育的具体效果,以小苍兰品种“上农红台阁”为材料,分别以 100、200、400、800、1 600 mg/L 浓度梯度调环酸钙水溶液对小苍兰进行浸泡种球和叶面喷施处理,通过对其株高、叶宽、叶厚、球茎数量、大球周径、球茎重及地上部分干物质质量等指标的观测,综合评价调环酸钙对于盆栽小苍兰营养生长和生殖生长的影响。结果表明,调环酸钙浸泡种球组 800 mg/L 处理在小苍兰的营养生长初期对株高有明显的抑制作用,但中后期抑制效果减弱,叶面喷施特别是 100 mg/L 处理对株高有一定的抑制;浸泡种球组 1 600 mg/L 处理的叶宽与对照呈现显著性差异,浸泡种球组叶宽大于叶面喷施组,且 2 组之间呈现显著性差异;浸泡种球组 1 600 mg/L 处理总球数显著增多;调环酸钙 2 种处理对小苍兰的叶厚、大球周径、种球重和地上部分干物质重没有明显影响。说明调环酸钙浸泡种球在小苍兰的营养生长初期对株高有明显的抑制作用,但在营养生长中后期这种抑制作用减弱,叶面喷施调环酸钙对小苍兰的株高没有显著影响,调环酸钙浸泡种球对小苍兰叶片有轻微的增宽效果。

关键词:小苍兰;调环酸钙;生长发育;营养生长;球茎

中图分类号:S682.2⁺90.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)12-0195-06

小苍兰 (*Freesia hybrida*) 花香浓郁、花色繁多,深受大众喜爱。但小苍兰株高叶细,容易出现倒伏和披散现象^[1],影响了观赏效果。盆栽生产小苍兰时可进行矮化处理以提高其观赏价值^[2],已有研究成果多应用多效唑 (PP₃₃₃)^[3-4]、比久 (B₉)^[5]、水杨酸 (SA)^[6-7]、Topflor^[8] 等植物生长延缓剂进行小苍兰的矮化试验。调环酸钙作为新型植物生长延缓剂,对植物无残留毒性,对环境无污染^[9-12],国内对调环酸钙的研究主要针对水稻、小麦、花生等作物以及杨梅、苹果等果树增产方面^[13-17],调环酸钙在园林植物上的应用技术研究资料相对较少^[18]。为了探讨调环酸钙对小苍兰营养生长期和生殖生长期相关指标的具体影响,本研究用调环酸钙不同方式、不同浓度处理小苍兰,测定其营养生长期株高、叶宽、叶厚,生殖生长期球茎数量、大球周径、球茎重,以及地上部分干物质质量等系列指标,探索调环酸钙对小苍兰营养生长和生殖生长的影响。

1 材料与方法

1.1 试验地点及材料

试验在上海交通大学的玻璃温室内进行,试验材料为小苍兰品种“上农红台阁”,调环酸钙为安阳全丰生物公司生产的可湿性粉剂。

1.2 试验设计及处理

每盆种植 5 个种球,每个处理设 4 个重复,覆土 5 cm,分别插牌标记。试验设计浸泡种球和叶面喷施 2 种处理方式,采用调环酸钙粉剂配制成不同浓度的水溶液,浸泡种球组各处理分别以 100、200、400、800、1 600 mg/L 调环酸钙水溶液在栽植前浸泡种球 24 h,并以浸泡同量清水的植株作为对照,取出后直接定植于花盆中;叶面喷施组用跟浸泡种球组同样的调环酸钙水溶液浓度梯度喷施叶面,并以清水喷施叶面作为对照,从株高 10 cm 时开始喷施,叶两面均匀喷施至叶面有水滴为止,7 d 喷施 1 次,共喷施 9 次(表 1)。

1.3 测定项目及方法

每个指标逐株测定,每盆内的指标取其平均数作为 1 个重复。

1.3.1 营养生长期观测指标 用直尺测量并记录营养生长期每 4 周的株高 (cm) 变化,营养生长结束时,用直尺测量叶宽 (最宽处) (cm),用叶片厚度仪

收稿日期:2025-02-16

基金项目:上海市科技兴农项目[编号:沪农科推字(2020)第 1-1 号]。

作者简介:张 涵(1973—),女,河北大名,人,硕士,副教授,主要从事园林植物栽培与应用研究。E-mail:14118@shafec.edu.cn。

通信作者:李宝昌,硕士,教授,主要从事园林植物资源与应用研究。E-mail:14105@shafec.edu.cn。

表 1 调环酸钙处理表

编号	处理方式	有效成分终浓度 (mg/L)
CK1	浸泡种球	0
A1	浸泡种球	100
A2	浸泡种球	200
A3	浸泡种球	400
A4	浸泡种球	800
A5	浸泡种球	1 600
CK2	叶面喷施	0
B1	叶面喷施	100
B2	叶面喷施	200
B3	叶面喷施	400
B4	叶面喷施	800
B5	叶面喷施	1 600

测量叶片厚度(mm)。

1.3.2 生殖生长期观测指标 收球后,统计每一株小苍兰的大球(周径 ≥ 7 cm)、小球数量,测定其大球重(g)和大小球的总重(g),同时测定其地上部分干物质量(g)。

1.4 数据的处理与分析

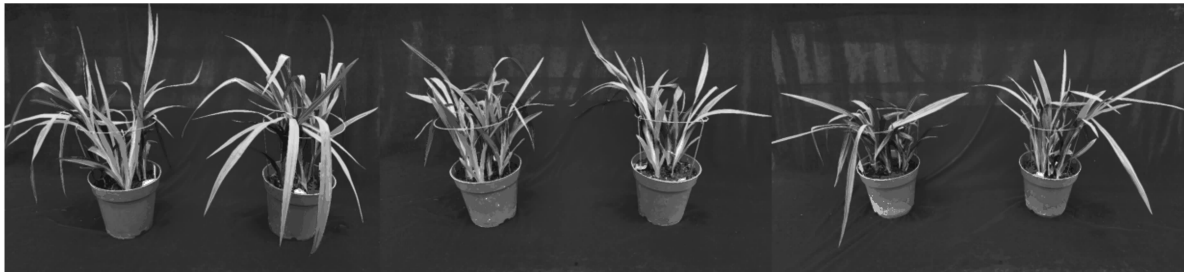
采用 Microsoft Office Excel 2016 软件进行数据整理和图表绘制。采用 SPSS 21.0 统计分析软件,

使用 Fisher's 最小显著差数法在 $\alpha = 0.05$ 的水平上对试验结果进行分析。

2 结果与分析

2.1 调环酸钙对小苍兰营养生长的影响

2.1.1 调环酸钙对小苍兰株高的影响 在对小苍兰第二、三个月株高生长速度的观测中发现,浸泡种球组中,在定植后第二个月,只有 800 mg/L 处理与对照有显著差异,其余处理与对照均无显著差异,说明浸泡种球组中各处理的生长速度比较接近;在定植后第三个月,各处理与对照均没有显著差异(图 1、图 2)。在叶面喷施组中,定植后第二个月各处理之间没有显著差异,但与浸泡种球组进行对比发现,浸泡种球组明显比叶面喷施组生长速度快,说明在这 1 个月内叶面喷施调环酸钙对于小苍兰的生长速度可能有一定的抑制;定植后第三个月,各处理没有显著差异(图 3、图 4),说明叶面喷施组内部的生长速度都差别不大,与浸泡种球组进行比较,浸泡种球组的生长速度略高。2 个月的生长速度进行对比,只有浸泡种球组 800 mg/L 处理和叶面喷施组 100 mg/L 处理生长速度有明显差异,且均为生长速度减缓。



从左至右处理浓度依次为 0、100、200、400、800、1 600 mg/L

图 1 调环酸钙浸泡种球处理生长 3 个月的植株生长情况

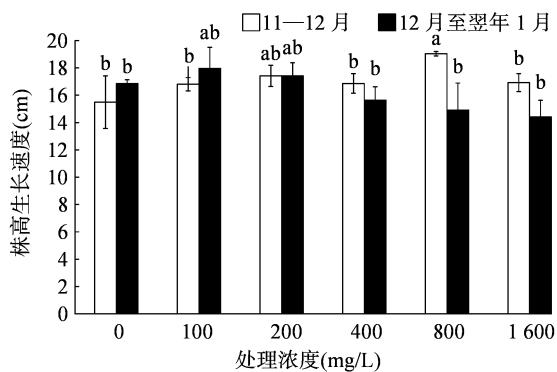


图 2 调环酸钙浸泡种球对小苍兰生长速度的影响

2.1.2 调环酸钙对小苍兰叶宽的影响 试验结果表明,在浸泡种球组中,100、800、1 600 mg/L 处理的

叶宽大于对照,而 200、400 mg/L 处理的叶宽小于对照,其中只有 1 600 mg/L 处理的叶宽与对照呈现显著性差异(图 5)。在叶面喷施组中,400 mg/L 处理的叶宽大于对照,其余处理均小于对照,除 800 mg/L 处理外,各处理的叶宽与对照的差异均不显著(图 6)。对比 2 组的叶宽,浸泡种球组叶宽大于叶面喷施组,且 2 组之间呈现显著性差异。

2.1.3 调环酸钙对小苍兰叶厚的影响 对使用调环酸钙溶液处理过的小苍兰叶厚进行观测分析,浸泡种球组中只有 200 mg/L 处理的小苍兰叶厚小于对照,其余处理叶厚均大于对照,只有 1 600 mg/L 的叶厚与对照相比显著增加(图 7)。叶面喷施组



从左至右处理浓度依次为 0、100、200、400、800、1 600 mg/L
图3 调环酸钙叶面喷施处理生长 3 个月的植株生长情况

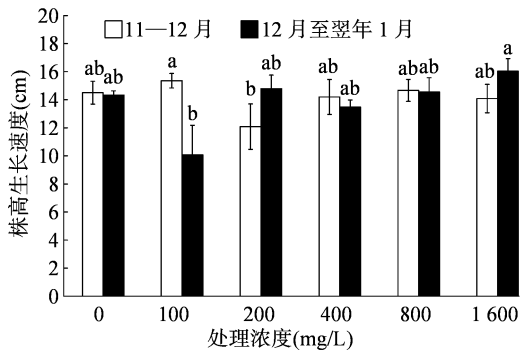


图4 调环酸钙叶面喷施对小苍兰生长速度的影响

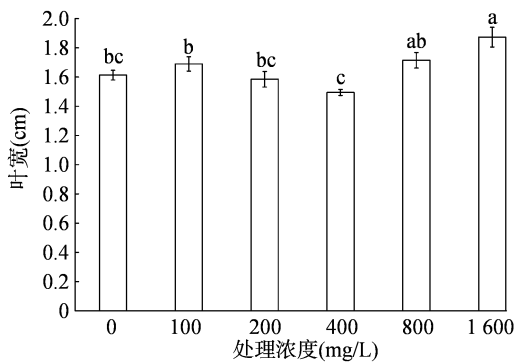


图5 调环酸钙浸泡种球对小苍兰叶宽的影响

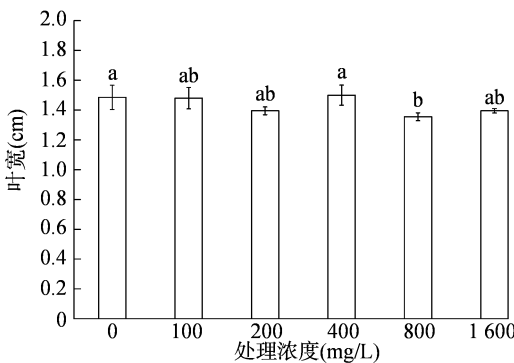


图6 调环酸钙叶面喷施对小苍兰叶宽的影响

中,只有 1 600 mg/L 处理的小苍兰叶厚大于对照,且 100、800 mg/L 处理的叶厚显著小于对照(图 8)。2 种处理的植株叶厚与对照相比并没有明显变化规

律,且 2 组之间也不存在显著性差异,推测叶片厚度的差异主要原因是植株之间的个体差异较大。

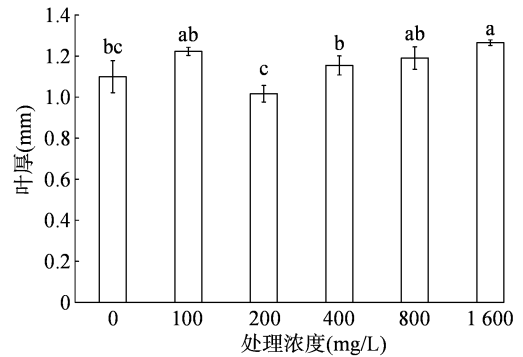


图7 调环酸钙浸泡种球对小苍兰叶厚的影响

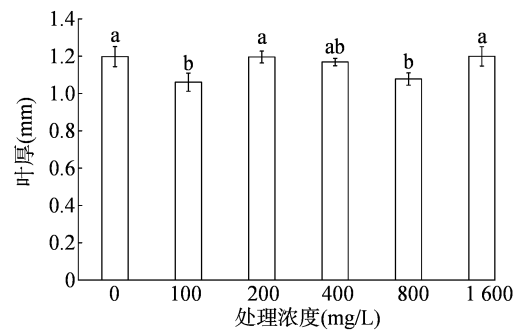


图8 调环酸钙叶面喷施对小苍兰叶厚的影响

2.2 调环酸钙对小苍兰球茎及生物量的影响

2.2.1 调环酸钙对小苍兰球茎数量和大小影响

在浸泡种球组中,只有 100 mg/L 处理的大球数比对照大各处理间小球数区别不大,但在小球数上各处理有一定差别,800、1 600 mg/L 处理的小球数高于对照,100~400 mg/L 处理的小球数低于对照,各处理与对照均没有显著差异。其中 1 600 mg/L 处理的小球数最高,为对照的 1.61 倍,且 1 600 mg/L 处理小球数与 100~400 mg/L 处理有显著差异。在总球数上,800、1 600 mg/L 处理高于对照,各处理与对照均没有显著差异,1600 mg/L 处理比 200 mg/L 和 400 mg/L 处理的总球数显著增多(表 2)。

表 2 调环酸钙浸泡种球对小苍兰种球数量的影响

处理浓度 (mg/L)	大球数(个)		小球数(个)		总球数(个)	
	范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差
0	1~2	1.13 ± 0.09ab	0~3	0.67 ± 0.23ab	1~4	1.80 ± 0.22ab
100	1~2	1.20 ± 0.09a	0~3	0.35 ± 0.17b	1~4	1.55 ± 0.18ab
200	1	1.00 ± 0.00b	0~3	0.32 ± 0.17b	1~4	1.32 ± 0.17b
400	1~2	1.05 ± 0.05ab	0~2	0.37 ± 0.14b	1~3	1.42 ± 0.14b
80	1~2	1.10 ± 0.07ab	0~4	0.85 ± 0.24ab	1~5	1.95 ± 0.26ab
1 600	1~2	1.07 ± 0.07ab	0~4	1.07 ± 0.32a	1~5	2.14 ± 0.31a

注:不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$);下同。

叶面喷施组中,各处理大球数均小于对照且处理之间没有显著差异。只有 400 mg/L 处理的小球数低于对照,其余处理的小球数都高于对照,各处

理与对照无显著差异。在总球数上,只有 400 mg/L 处理小于对照,各处理与对照无显著差异(表 3)。

表 3 调环酸钙叶面喷施对小苍兰种球数量的影响

处理浓度 (mg/L)	大球数(个)		小球数(个)		总球数(个)	
	范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差
0	1~3	1.20 ± 0.12a	0~2	0.30 ± 0.13ab	1~3	1.50 ± 0.15ab
100	1~2	1.05 ± 0.05a	0~3	0.68 ± 0.20a	1~4	1.73 ± 0.20ab
200	1~2	1.15 ± 0.08a	0~3	0.55 ± 0.20ab	1~4	1.70 ± 0.19ab
400	1~2	1.15 ± 0.08a	0~1	0.15 ± 0.08b	1~3	1.30 ± 0.13b
800	1~2	1.10 ± 0.07a	0~2	0.70 ± 0.18a	1~4	1.80 ± 0.20a
1 600	1	1.00 ± 0.00a	0~3	0.75 ± 0.20a	1~4	1.75 ± 0.20ab

对收集的周径大于 7 cm 的种球进行周径的测量,得到的数据表明:浸泡种球组中,200、400 mg/L 处理的大球周径大于对照,其余处理小于对照,各处理与对照均没有显著差异(图 9)。在叶面喷施组中,200、400 mg/L 处理的大球周径小于对照,100、800、1 600 mg/L 处理小于对照,各处理与对照没有显著差异(图 10)。

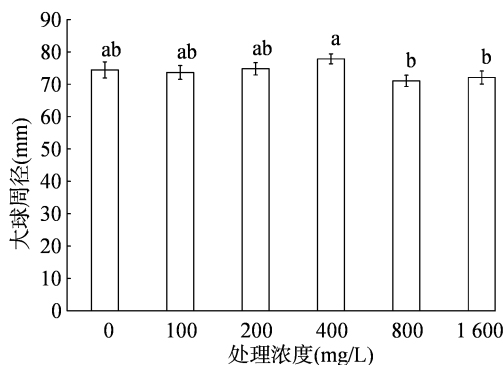


图 9 调环酸钙浸泡种球对小苍兰大球周径的影响

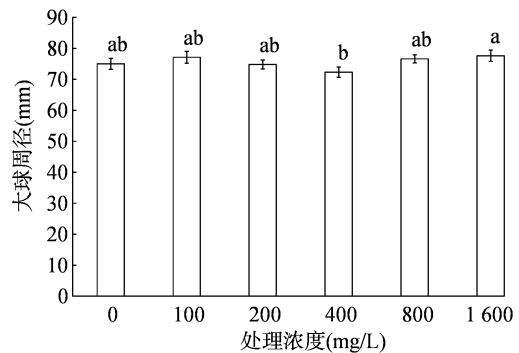


图 10 调环酸钙叶面喷施对小苍兰大球周径的影响

之间没有显著差异(图 11)。叶面喷施组中,只有 400 mg/L 处理的大球重小于对照,其余处理均大于对照,其中 1 600 mg/L 处理与对照相比大球重显著上升,为对照的 1.20 倍,其余处理之间差别不明显(图 12)。

浸泡种球组中,100、400 mg/L 处理的总球重大于对照,200、800、1 600 mg/L 处理的总球重比对照小,各处理的总球重与对照相比,均没有显著差异(图 13)。叶面喷施组中,除 400 mg/L 处理外,所有处理的总球重均大于对照,但各处理之间总球重比较接近,差异不显著(图 14)。说明使用调环酸钙无

2.2.2 调环酸钙对小苍兰球茎重的影响 在收获种球后,将每一株的种球进行称重,结果表明:浸泡种球组中,200、400 mg/L 处理的大球重大于对照,100、800、1 600 mg/L 处理的大球重比对照小,各组

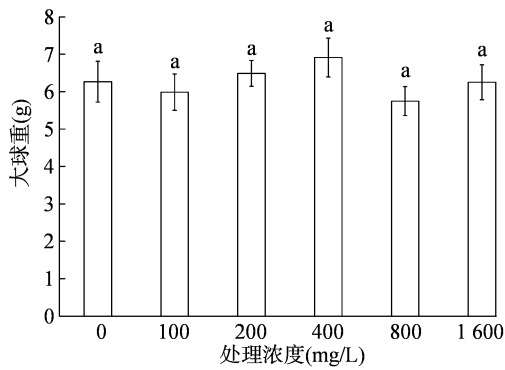


图11 调环酸钙浸泡种球对小苍兰大球重的影响

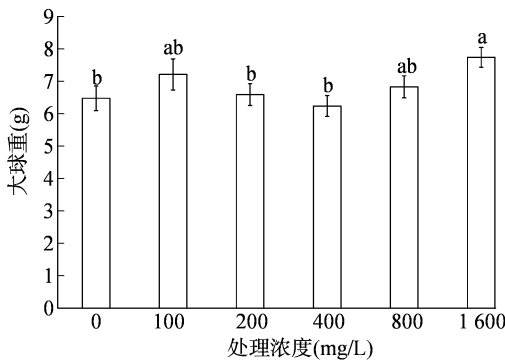


图12 调环酸钙叶面喷施对小苍兰大球重的影响

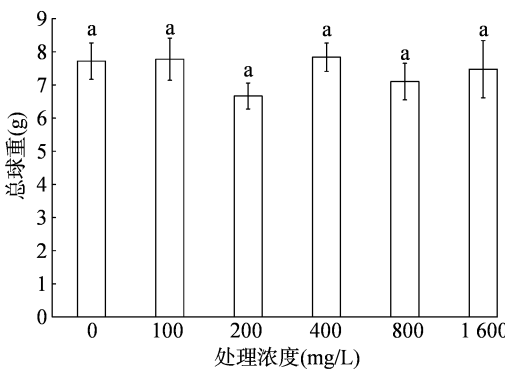


图13 调环酸钙浸泡种球对小苍兰总球重的影响

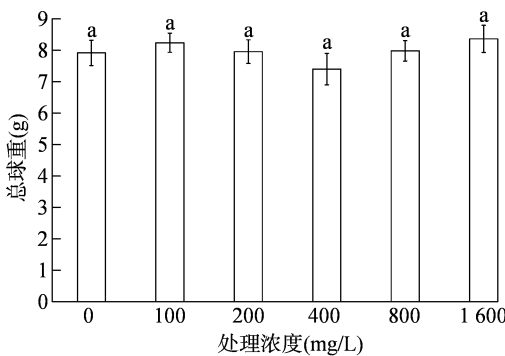


图14 调环酸钙叶面喷施对小苍兰总球重的影响

论是浸泡种球还是叶面喷施小苍兰,对其种球总重没有显著影响。

2.2.3 调环酸钙对小苍兰地上部分生物量的影响

收球时采集每一株的地上部分待干后称重,结果表明:浸泡种球组中,400、800 mg/L 处理的地上部分干物质重低于对照,其余处理高于对照,各处理之间没有显著差异(图 15)。叶面喷施组中,100 ~ 1600 mg/L 处理的干物质重均小于对照,各处理之间没有显著差异,说明调环酸钙对小苍兰地上部分干物质重并没有明显的影响(图 16)。

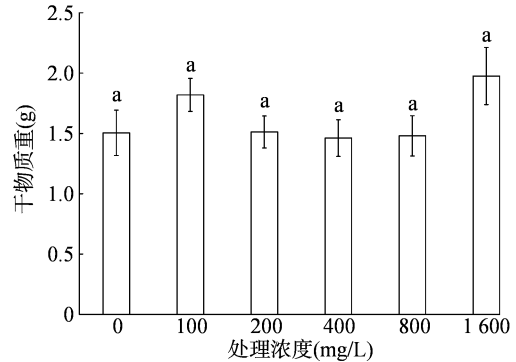


图15 调环酸钙浸泡种球对小苍兰地上部分干物质重的影响

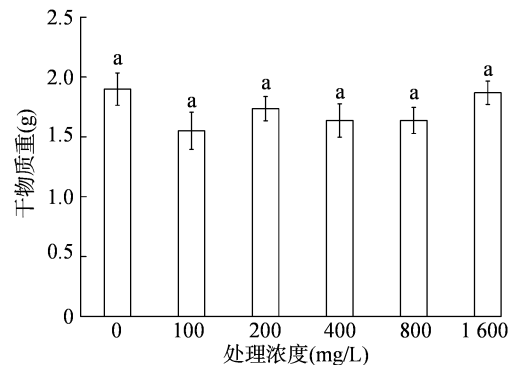


图16 调环酸钙叶面喷施对小苍兰地上部分干物质重的影响

3 讨论

试验结果表明,调环酸钙溶液浸泡种球在小苍兰营养生长初期对其株高有明显抑制作用,且随浓度增加,抑制作用变强,这与新型调节剂 Topflor 在盆栽小苍兰株高抑制上的结论^[8]一致。但在小苍兰营养生长的中后期,调环酸钙浸泡种球对小苍兰株高的影响微弱,这也可能与种球浸泡时间短、调环酸钙药效发挥不完全、中后期浇水过多等因素有关,最终呈现的株高与对照相比抑制程度并不理想。

使用调环酸钙溶液喷施小苍兰叶面,与对照组相比,总体上在其株高上并没有体现出明显的抑制作用。而 Ishihara 等对观赏菊花、甘蓝、香石竹的研究结果表明,使用调环酸钙喷施处理可以达到 50% 以上的矮化效果^[14],本研究结果与之不一致,可能

受喷施次数不够、浇水过多等因素的影响。本试验中使用调环酸钙浸泡种球和叶面喷施最终均没有取得较好的矮化效果,与其他生长延缓剂相比,使用效果有一定的差距。调环酸钙在水稻等植物的研究中,均没有出现严重的药害现象^[13-15],本试验中浸泡种球组和叶面喷施组的小苍兰叶片也没有出现发黄、卷曲等药害现象。

使用调环酸钙溶液浸泡种球较叶面喷施对叶片宽度的影响更大,但2种处理对小苍兰叶片宽度均没有显著影响,这与郭世保等在小麦上的研究结果^[15]一致。本试验使用调环酸钙浸泡种球和叶面喷施对叶宽均没有很明显的影 响,浸泡种球处理的叶片宽度明显大于叶面喷施,推测使用调环酸钙浸泡种球能轻微地增大叶片宽度。王引等对东魁杨梅的研究表明,不同浓度调环酸钙叶面喷施均能增加叶片厚度^[16],而本研究中调环酸钙各浓度各处理方式对小苍兰的叶厚均没有明显影响。

本试验中调环酸钙的2种处理对于小苍兰的大球周径、大球重和总球重没有明显的影响,对收球后叶片的干物质重也没有显著影响,在其他生长延缓剂的研究中,刘玉艳等使用SA处理小苍兰,发现对仔球没有明显的影响^[6],本试验调环酸钙的处理结果与之相似。

4 结论

调环酸钙浸泡种球在小苍兰的营养生长初期对株高有明显的抑制作用,但在营养生长中后期这种抑制作用减弱。叶面喷施调环酸钙对小苍兰的株高没有显著影响,2种处理的小苍兰均没有出现药害现象。使用调环酸钙浸泡种球对小苍兰叶片有轻微的增宽效果,叶面喷施则没有明显影响,2种处理对小苍兰叶厚均没有明显影响。

调环酸钙浸球与叶面喷施处理,对小苍兰的大球周径没有显著影响,从生物量上看,对种球重和地上部分干物质重也均没有显著影响,因此,试验范围内对小苍兰并没有明显增产效应。

本研究使用新型生长调节剂调环酸钙,设计了浸泡种球和叶面喷施2种处理方式,探讨了其对小苍兰生长发育系列指标的具体影响,但没有实现理想的植株矮化效果,对小苍兰的各类形态指标影响也不显著,可能与调环酸钙药效持续时间、植株对药剂的吸收率、管理过程等因素有关,同时调环酸钙对小苍兰花色等观赏特性的影响还有待于进一

步研究^[19-20]。

参考文献:

- [1] 丁梅春. 全光照养护矮化小苍兰[J]. 中国花卉盆景, 2012(1):38.
- [2] 王秀梅. 多效唑矮化小苍兰的试验[J]. 山东林业科技, 1999(4):36.
- [3] 舒 祯, 偶晓捷, 唐东芹. PP₃₃₃对盆栽小苍兰生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2009, 25(2):41-44.
- [4] 罗远华, 叶秀仙, 黄敏玲, 等. 多效唑对小苍兰株型、开花及仔球繁育的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(2):43-45, 49.
- [5] 张宝琳. 黄花小苍兰矮化试验[J]. 甘肃林业科技, 2002, 27(3):58-59, 62.
- [6] 刘玉艳, 于凤鸣, 李 娜. 水杨酸和硼酸处理对小苍兰生长发育的影响[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2002, 16(2):15-17, 44.
- [7] 晏 姿, 赵 洪, 贺功振, 等. 水杨酸对小苍兰生长及开花的影响[J]. 南方农业学报, 2016, 47(10):1725-1729.
- [8] 刘亚杰, 常 苹, 谢喻汐, 等. 新型生长调节剂 Topflor 对盆栽小苍兰生长和开花的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2014, 32(1):67-73, 88.
- [9] Medjdoub R, Val J, Blanco A. Inhibition of vegetative growth in red apple cultivars using prohexadione calcium [J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2005, 80(2):263-271.
- [10] Paulson G S, Hull L A, Biddinger D J. Effect of a plant growth regulator prohexadione calcium on insect pests of apple and pear [J]. Journal of Economic Entomology, 2005, 98(2):423-431.
- [11] Nakayama I, Miyazawa T, Kobayashi M. Effects of a new plant growth regulator prohexadione calcium (BX-112) on shoot elongation caused by exogenously applied gibberellins in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings [J]. Plant Cell Physiology, 1990, 31(2):195-200.
- [12] 刘艾英, 同彦成, 马小耳, 等. 调环酸钙对葡萄新梢生长效应研究初报[J]. 陕西农业科学, 2017, 63(8):60-61, 65.
- [13] 简迎龙, 王盛亮. 5%调环酸钙泡腾颗粒剂调节水稻生长田间示范试验报告[J]. 生物灾害科学, 2017, 40(3):209-212.
- [14] Ishihara E, 纪梓桐. 用于禾谷类作物和观赏植物的新植物生长调节剂 prohexadione-calcium[J]. 农药译丛, 1993(2):60-63.
- [15] 郭世保, 陈俊华, 王朝阳, 等. 5%调环酸钙EA对小麦生长和光合作用的影响[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(3):23-26, 42.
- [16] 王 引, 陈方永, 倪海枝, 等. 调环酸钙对东魁杨梅生长与结果的影响研究[J]. 浙江柑橘, 2017, 34(4):36-39.
- [17] 蹇天佑. 调环酸钙在几种作物上的应用[C]. 中国化工学会农药专业委员会. 中国化工学会农药专业委员会第十七届年会论文集. 北京:中国化工学会, 2016:476-485.
- [18] 万 翠, 姚锋娜, 郭 恒, 等. 植物生长调节剂调环酸钙的应用与发展现状[J]. 现代农药, 2016, 15(5):1-4.
- [19] 汤寓涵. 调环酸钙和丁酰肼对芍药花色影响的生理机制研究[D]. 扬州:扬州大学, 2018.
- [20] 宋佳敏, 尤 杰, 文廷刚, 等. 不同时期喷施二氢叶吩铁和调环酸钙对水稻倒伏及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(19):57-61.