

文章编号: 1001-1498(2008)06-0847-05

植物生长延缓剂浸种对地涌金莲的矮化效应

罗 栋¹, 王 雁², 刘秀贤¹, 李正红^{1*}, 田 杰¹, 万友名¹

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要:对植物生长延缓剂 PP₃₃₃、S₃₃₀₇、CCC浸种处理 24 h后地涌金莲种子萌发、矮化效应及光合特性的变化进行了初步研究。结果表明: 10~40 mg·L⁻¹ PP₃₃₃、2~8 mg·L⁻¹ S₃₃₀₇浸种处理的种子萌发率降低, 幼苗生物量减少, 植株矮化, 叶片叶绿素含量增加, 光合作用增强。40 mg·L⁻¹ PP₃₃₃处理矮化效果最明显, 与对照相比降低了 51.8%; CCC浸种在一定程度上降低了种子萌发率, 但提高了幼苗生物量, 使光合作用增强; 5 000~7 000 mg·L⁻¹ CCC浸种处理可使种子萌发率及植株高度显著降低, 7 000~10 000 mg·L⁻¹ CCC浸种处理矮化效果不明显, 但显著提高了叶片叶绿素含量。比较而言, PP₃₃₃和 S₃₃₀₇浸种处理对地涌金莲的矮化效果要好于 CCC, 而达到相同调控水平所需 S₃₃₀₇的量要远低于 PP₃₃₃。从矮化效果、光合特性变化及经济角度综合考虑, S₃₃₀₇是地涌金莲浸种矮化较适宜的植物生长延缓剂。

关键词:地涌金莲; 植物生长延缓剂; 浸种; 矮化效应

中图分类号: S682

文献标识码: A

Study on Dwarf Effects of Seed Soaking with Plant Growth Retardants on *Musella lasiocarpa*

LUO Dong¹, WANG Yan², LIU Xiu-xian¹, LI Zheng-hong^{1*}, TIAN Jie¹, WAN You-ming¹

(1. Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The effect of plant growth retardants on seeds germination, seedling growth and photosynthetic characteristics was tested by soaking *Musella lasiocarpa* seeds with plant growth retardants (PP₃₃₃, S₃₃₀₇, CCC) for 24 hours. Results indicated that 10—40 mg·L⁻¹ PP₃₃₃, 2—8 mg·L⁻¹ S₃₃₀₇ soaking can delay the germination, decrease biomass accumulation, reduce plant height, furthermore increase chlorophyll content and enhance photosynthetic rate. The dwarf effect of 40 mg·L⁻¹ PP₃₃₃ was the most notable, the plant height clearly descended by 51.8% compared with the contrast; CCC soaking can also delay the germination, enhance photosynthetic rate but increase biomass accumulation in certain degree. 5 000—7 000 mg·L⁻¹ CCC soaking significantly delayed the germination, reduce plant height. The dwarf effect of 7 000—10 000 mg·L⁻¹ CCC soaking was not obvious, but significantly increased the chlorophyll content. Comparatively speaking, the dwarf effect of PP₃₃₃ and S₃₃₀₇ on *Musella lasiocarpa* were better than that of CCC. Compared with PP₃₃₃, the dosage consumption of S₃₃₀₇ was much smaller when the same control level was obtained. S₃₃₀₇ was more suitable for *Musella lasiocarpa* seed soaking from the perspectives of dwarf effect, photosynthesis and economy.

Key words: *Musella lasiocarpa*; plant growth retardants; seed soaking; dwarf effect

收稿日期: 2008-04-25

基金项目: 国家环保总局项目“中国重点观赏植物种质资源调查”(2004-11-07)的部分内容

作者简介: 罗栋(1984—), 男, 广西钦州人, 在读硕士。

*通讯作者。

地涌金莲 (*Musella lasiocarpa* (Fr.) C. Y. Wu ex H. W. Li) 为芭蕉科地涌金莲属, 具根状茎的多年生大型丛生草本植物, 花形、叶型美观, 具有较高盆栽观赏价值, 但成年植株高近 2 m, 株型较大, 为满足不同消费群体需要的室内盆栽观赏植物, 需对其生长发育进行调控, 使其矮化^[1-4]。

观赏植物的矮化有许多方法, 与传统技术相比, 植物生长延缓剂的运用是一种简单、方便、见效快而又能较好地保持植物观赏特性的矮化方法。植物生长延缓剂的生化功能主要是抑制赤霉素 (GA_3) 的生物合成, 据抑制位置分为鎗类化合物、含氮杂环化合物和酰基环己烷二酮等 3 类^[5], 常用的有多效唑 (PP_{333})、烯效唑 (S_{3307})、矮壮素 (CCC)、丁酰肼 (B_9)、甲哌啶 (DPC) 等。施用方式主要有灌根、喷叶、拌土以及浸种等^[6], 其中, 浸种处理便捷、高效, 故本试验采取浸种的处理方式, 研究了 PP_{333} 、 S_{3307} 、CCC 3 种植物生长延缓剂对地涌金莲种子萌发、矮化效应及苗期光合特性的影响, 并对作用效果进行比较, 旨在筛选出较适宜地涌金莲浸种矮化的植物生长延缓剂和浓度, 探明不同植物生长延缓剂对地涌金莲幼苗生长发育的调控效应, 为培育较高综合观赏价值的盆栽地涌金莲, 进一步推动其产业化发展提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

种子: 饱满、种皮颜色完全变黑、大小基本一致的地涌金莲种子, 采自云南省楚雄州南华县。

植物生长延缓剂: 四川国光农化有限公司生产的多效唑 (PP_{333})、烯效唑 (S_{3307})、矮壮素 (CCC)。

1.2 试验方法

植物生长延缓剂种类及浓度梯度: (1) PP_{333} : 10、20、30、40 $mg \cdot L^{-1}$; (2) S_{3307} : 2、4、6、8 $mg \cdot L^{-1}$; (3) CCC: 5 000、7 000、8 000、10 000 $mg \cdot L^{-1}$; (4) 清水为对照。共 13 个处理, 每处理 300 粒种子, 3 次重复。

将供试种子用浓 H_2SO_4 处理 10 min 后充分洗净, 浸于不同浓度的植物生长延缓剂中, 以清水为对照, 浸种处理 24 h 后, 将种子播于装有沙子的塑料框中, 每框 300 粒, 置于 36℃ 恒温培养箱中培养, 每天喷洒适量的水保持沙子湿润。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 种子发芽率测定 种子移入培养箱中培养 60 d 后, 以胚根突破种皮 1 mm 视为萌发, 测定其发芽率。

发芽率 = 正常发芽种子数 / 供试种子数 $\times 100\%$

1.3.2 幼苗生长势测定 种子萌发 30 d 后, 每处理随机选取 10 株生长健康的幼苗, 用直尺和游标卡尺测量并记录植株的高度、假茎长度、假茎粗度、叶柄长度以及叶片长度和宽度; 用电子天平称量植株鲜质量, 随后置于 105℃ 烘箱中杀青, 80℃ 烘干至恒质量后, 称量其植株干质量, 3 次重复。测量株高时以植株离水平面最高点到假茎基部的距离为准; 以假茎离水平面最高的分叉点到假茎基部的距离作为假茎长度; 测量假茎粗度时, 选择离假茎基部 0.5 cm 最宽处进行测量; 叶长、叶宽指植株最新发育完全、生长完好的叶片长、宽。

1.3.3 幼苗光合特性及叶绿素值测定 种子萌发 30 d 后, 每处理随机选 3 株幼苗, 采用 Li-6400 型便携式光合测定仪, 设定 6400-02B LED 红蓝光源的光量子通量为 $1\ 400 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, 测定植株最新抽出生长完好的叶片净光合速率 (P_n , $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)、蒸腾速率 (T_r , $mmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)、气孔导度 (G_s , $mmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) 等因子。通过公式:

$WUE = P_n / T_r$ 计算瞬时水分利用率 (WUE , $\mu mol \cdot mmol^{-1}$)^[7]。采用 SPAD-502 型便携式叶绿素测定仪测定叶片叶绿素的含量。

1.3.4 数据分析 采用 SPSS13.0 统计分析软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 植物生长延缓剂浸种对地涌金莲种子萌发的影响

从表 1 中可以看出: PP_{333} 、 S_{3307} 以及较低浓度的 CCC 浸种处理使地涌金莲种子的发芽率降低了 12.7% ~ 42.4%, 与对照差异显著; 而 8 000、10 000 $mg \cdot L^{-1}$ CCC 处理也在一定程度上降低了发芽率, 但与对照间差异不显著。

2.2 植物生长延缓剂浸种对地涌金莲幼苗生物量的影响

从表 2 可看出: 在植株鲜质量方面, PP_{333} 、 S_{3307} 处理都在一定程度上降低了植株的鲜质量, 其中 30、40 $mg \cdot L^{-1}$ PP_{333} 处理与对照间差异达显著水平, 分别减轻 21.4%、27.7%; 而 CCC 处理则使植株鲜质量有所提高, 10 000 $mg \cdot L^{-1}$ 处理与对照间差异达显著水平, 增质量 22.6%。植株干质量的变化趋势与鲜质量基本相同, 所有浓度的 PP_{333} 、 S_{3307} 处理使植株干质量降低了 22.6% ~ 48.4%, 与对照相比

差异显著;10 000 mg · L⁻¹ CCC处理与对照相比显著提高了植株的干质量,增质量 25.8%,其余浓度 CCC浸种处理与对照间差异均未达显著水平。

表 1 3种植物生长延缓剂对地涌金莲种子萌发的影响

浸种溶液	处理浓度 / (mg · L ⁻¹)	发芽率 / %
PP ₃₃₃	10	13.6 ± 1.29a
	20	13.6 ± 1.22a
	30	14.3 ± 0.71a
	40	13.7 ± 1.00a
S ₃₃₀₇	2	14.1 ± 1.42a
	4	14.0 ± 1.38a
	6	14.7 ± 1.26a
	8	14.5 ± 1.96a
CCC	5 000	20.0 ± 1.67b
	7 000	20.6 ± 1.73b
	8 000	22.5 ± 2.33c
	10 000	23.1 ± 0.92c
H ₂ O		23.6 ± 1.9c

注:表中同列相同字母表示 Duncan 检验差异不显著,不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$),下同。

表 2 3种植物生长延缓剂对地涌金莲幼苗生物量的影响

浸种溶液	处理浓度 / (mg · L ⁻¹)	单株平均鲜质量 / g	单株平均干质量 / g
PP ₃₃₃	10	1.39 ± 0.23abcd	0.22 ± 0.04bc
	20	1.35 ± 0.26abc	0.21 ± 0.04bc
	30	1.25 ± 0.21a	0.18 ± 0.03ab
	40	1.15 ± 0.28a	0.16 ± 0.04a
S ₃₃₀₇	2	1.45 ± 0.21abcd	0.24 ± 0.04c
	4	1.43 ± 0.19abcd	0.24 ± 0.03c
	6	1.33 ± 0.23ab	0.20 ± 0.04abc
	8	1.32 ± 0.20ab	0.18 ± 0.03ab
CCC	5 000	1.67 ± 0.29de	0.28 ± 0.05d
	7 000	1.65 ± 0.22cde	0.30 ± 0.04de
	8 000	1.75 ± 0.33ef	0.33 ± 0.06e
	10 000	1.95 ± 0.25f	0.39 ± 0.05f
H ₂ O		1.59 ± 0.17bcde	0.31 ± 0.03de

表 3 3种植物生长延缓剂对地涌金莲幼苗形态指标的影响

浸种溶液	处理浓度 / (mg · L ⁻¹)	株高 / cm	假茎长 / cm	假茎粗 / cm	叶柄长 / cm	叶长 / cm	叶宽 / cm
PP ₃₃₃	10	7.55 ± 1.68ab	2.90 ± 0.79abc	0.438 2 ± 0.055 6a	1.32 ± 0.30abc	5.48 ± 1.18abcd	1.42 ± 0.21b
	20	5.71 ± 1.68a	2.55 ± 0.48ab	0.511 2 ± 0.091 5ab	1.26 ± 0.30ab	5.05 ± 1.52abc	1.36 ± 0.33ab
	30	5.68 ± 0.97a	2.13 ± 0.28a	0.481 0 ± 0.079 7a	0.87 ± 0.14a	4.43 ± 0.57ab	1.37 ± 0.16ab
	40	5.57 ± 1.58a	2.50 ± 0.50ab	0.524 0 ± 0.049 6ab	0.80 ± 0.27a	4.12 ± 0.64a	1.21 ± 0.20ab
S ₃₃₀₇	2	7.68 ± 1.25ab	3.61 ± 0.64cd	0.434 2 ± 0.064 9a	1.82 ± 0.38abc	6.45 ± 1.30cdef	1.21 ± 0.17ab
	4	7.31 ± 1.46ab	3.09 ± 0.53bc	0.440 4 ± 0.054 3a	1.45 ± 0.35abc	6.17 ± 1.67bcde	1.35 ± 0.17ab
	6	6.96 ± 1.57a	2.83 ± 0.55abc	0.459 0 ± 0.041 3a	1.32 ± 0.31abc	5.05 ± 1.21abc	1.31 ± 0.19ab
	8	5.76 ± 1.18a	2.49 ± 0.49ab	0.483 6 ± 0.090 9a	1.35 ± 0.28abc	4.14 ± 0.96a	1.25 ± 0.23ab
CCC	5 000	9.88 ± 1.48b	3.20 ± 0.46bcd	0.479 6 ± 0.041 4a	2.30 ± 0.37bcd	7.09 ± 1.03def	1.16 ± 0.22ab
	7 000	9.48 ± 1.21b	3.93 ± 0.74d	0.513 0 ± 0.069 6ab	2.33 ± 0.25bcd	7.56 ± 1.14ef	1.26 ± 0.31ab
	8 000	11.74 ± 1.20c	4.74 ± 0.64e	0.504 8 ± 0.072 7ab	3.02 ± 0.35d	9.09 ± 1.29g	1.03 ± 0.29a
	10 000	11.51 ± 1.73c	4.83 ± 0.87e	0.569 4 ± 0.071 0b	3.22 ± 0.39d	9.29 ± 1.31g	1.35 ± 0.27ab
H ₂ O		11.56 ± 2.20c	5.48 ± 0.91f	0.458 3 ± 0.070 8a	2.42 ± 0.34cd	7.97 ± 1.42f	1.32 ± 0.23ab

2.3 植物生长延缓剂浸种对地涌金莲幼苗形态指标的影响

2.3.1 植株高度 从表 3 中可以看出:PP₃₃₃、S₃₃₀₇以及 5 000、7 000 mg · L⁻¹ CCC处理使地涌金莲幼苗的植株高度降低了 14.5% ~ 51.8%,与对照相比差异显著,其中以 30、40 mg · L⁻¹ PP₃₃₃和 8 mg · L⁻¹ S₃₃₀₇处理效果最佳;8 000、10 000 mg · L⁻¹ CCC处理虽然对植株高度有一定的影响,且经 8 000 mg · L⁻¹ CCC处理的植株还略高于对照,但差异不显著。

2.3.2 假茎长度与粗度 各处理使幼苗假茎长度较对照缩短 11.9% ~ 61.1%,差异显著,以 30 mg · L⁻¹ PP₃₃₃处理效果最佳;假茎粗度有所改变,但仅在 10 000 mg · L⁻¹ CCC处理下增粗 24.2%,和对照存在显著性差异。

2.3.3 叶柄长度 PP₃₃₃、S₃₃₀₇浸种处理均使幼苗叶柄长度缩短,与对照差异显著,其中以 30、40 mg · L⁻¹ PP₃₃₃处理效果最佳;CCC浸种处理也在一定程度上影响了叶柄的生长,8 000、10 000 mg · L⁻¹处理甚至使叶柄伸长 24.8%、33.1%,但各浓度 CCC浸种处理与对照间都不存在显著性差异。

2.3.4 叶片长度和宽度 除低浓度的 2 mg · L⁻¹ S₃₃₀₇之外,其余浓度 PP₃₃₃和 S₃₃₀₇浸种处理使幼苗叶片长度缩短了 19.1% ~ 48.3%,与对照相比差异显著;较低浓度的 CCC浸种处理对叶片长度影响不大,而 8 000、10 000 mg · L⁻¹ CCC浸种处理不但没有缩短叶片的长度,反而促进了叶片的生长,分别增加 14.1%、16.6%,与对照差异显著。3种植物生长延缓剂浸种处理对地涌金莲幼苗叶片宽度变化影响都不明显,与对照差异不显著。

2.4 植物生长延缓剂浸种对地涌金莲幼苗叶片光合特性的影响

光合作用是植物干物质积累和产量的基础,是作物代谢水平高低的标志^[8]。蒸腾则反映了叶片散失水分的状况,在保证对水分平衡有效调节的同时,也对光合作用等其它生理过程起到间接的调节作用。 WUE 由 P_n 和 T_r 两方面决定,可以评价植物对环境的适应能力^[9]。在相同条件下 WUE 值越大,表明固定单位质量 CO_2 所需的水份越少,植物的耐旱能力相对越强^[10]。由表 4 可知,3种植物生长延缓剂浸种处理均使地涌金莲幼苗 P_n 得到不同程度的提高,除了 $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 以及所有浓度 CCC 浸

种处理与对照间差异不显著之外,其余均达到显著水平,增幅 $9.7\% \sim 36.9\%$,其中 $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 效果最好。各浸种处理均降低了幼苗的 T_r ,与对照相比下降了 $32.6\% \sim 42.0\%$,差异显著,其中 $40\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} PP_{333}$ 和 $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 效果最为明显。植物生长延缓剂浸种也在一定程度上提高了幼苗的 G_s ,较对照提高 $14.3\% \sim 28.6\%$,其中 $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 处理效果最明显,与对照差异显著。浸种处理后,幼苗的 WUE 都得到显著性提高,增幅 $54.4\% \sim 134.2\%$,其中 $40\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} PP_{333}$ 和 $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 效果最为明显。

表 4 3种植物生长延缓剂对地涌金莲幼苗光合特性的影响

浸种溶液	处理浓度 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$P_n / (\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	$T_r / (\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	$G_s / (\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	$WUE / (\mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1})$
PP ₃₃₃	10	2.26 ± 0.27bc	0.85 ± 0.022cd	0.064 ± 0.007b	2.66 ± 0.37c
	20	2.37 ± 0.24cd	0.83 ± 0.062abc	0.067 ± 0.009bc	2.86 ± 0.45d
	30	2.61 ± 0.32ef	0.81 ± 0.077ab	0.070 ± 0.009c	3.18 ± 0.28e
	40	2.72 ± 0.22fg	0.80 ± 0.068a	0.071 ± 0.008c	3.41 ± 0.42f
S ₃₃₀₇	2	2.10 ± 0.13ab	0.88 ± 0.018d	0.064 ± 0.007b	2.41 ± 0.16b
	4	2.45 ± 0.26de	0.85 ± 0.015cd	0.069 ± 0.006c	2.91 ± 0.33d
	6	2.51 ± 0.22de	0.84 ± 0.014bc	0.071 ± 0.008c	2.95 ± 0.26d
	8	2.82 ± 0.13g	0.80 ± 0.055a	0.072 ± 0.005c	3.49 ± 0.28f
CCC	5 000	2.14 ± 0.19ab	0.93 ± 0.027e	0.056 ± 0.003a	2.30 ± 0.26b
	7 000	2.13 ± 0.18ab	0.92 ± 0.025e	0.056 ± 0.004a	2.30 ± 0.21b
	8 000	2.16 ± 0.19ab	0.91 ± 0.020e	0.058 ± 0.003a	2.36 ± 0.22b
	10 000	2.19 ± 0.24ab	0.90 ± 0.012e	0.059 ± 0.003a	2.41 ± 0.27b
H ₂ O		2.06 ± 0.32a	1.38 ± 0.006f	0.056 ± 0.005a	1.49 ± 0.23a

2.5 植物生长延缓剂浸种对地涌金莲幼苗叶片叶绿素含量的影响

叶绿素含量在一定程度上影响了植物的光合能力^[11-12]。从表 5 中可以看出,除了在 $5\ 000\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ CCC 浸种处理下,地涌金莲幼苗叶片的叶绿素含量与对照之间差异不显著之外,其余处理均使其叶绿素含量得到明显提高,增幅 $9.0\% \sim 26.5\%$,和对照之间有显著性差异,其中 $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 处理效果最为明显。

表 5 3种植物生长延缓剂对地涌金莲幼苗叶片叶绿素值的影响

浸种溶液	处理浓度 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	叶绿素值 / SPAD
PP ₃₃₃	10	29.50 ± 1.44b
	20	29.14 ± 1.87b
	30	31.55 ± 1.97bc
	40	32.30 ± 3.65bc
S ₃₃₀₇	2	29.57 ± 2.88b
	4	30.03 ± 1.46b
	6	31.28 ± 2.54bc
	8	33.20 ± 4.27c
CCC	5 000	26.22 ± 1.76a
	7 000	28.61 ± 4.90b
	8 000	29.35 ± 3.99b
	10 000	29.80 ± 3.34b
H ₂ O		26.25 ± 3.37a

3 结论与讨论

3种不同浓度的植物生长延缓剂对地涌金莲种子萌发、幼苗生长及光合特性的影响不同。 $10 \sim 40\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} PP_{333}$ 、 $2 \sim 8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$ 浸种处理,可以降低种子萌发率、减少幼苗生物量、矮化植株,增加叶片叶绿素含量、提高光合作用,并且与对照相比差异显著。CCC 浸种在一定程度上降低了种子萌发率,但提高了幼苗生物量,使光合作用增强; $5\ 000 \sim 7\ 000\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ CCC 浸种处理可使种子萌发率及植株高度显著降低, $7\ 000 \sim 10\ 000\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ CCC 浸种处理矮化效果不明显,但显著提高了叶片的叶绿素含量。相比而言,PP₃₃₃和 S₃₃₀₇浸种处理对地涌金莲的矮化效果要好于 CCC,而达到相同的调控水平所需要 S₃₃₀₇的量要远低于 PP₃₃₃。

前人对于其它一些植物的研究表明,植物生长延缓剂处理可以增加植株的叶绿素含量,提高植株的光合作用^[13-15]。本试验中,一定浓度的植物生长延缓剂浸种处理提高了植株的 P_n , $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} S_{3307}$

处理效果最好,与对照相比提高 36.9%,差异显著;同时,该浓度处理下,幼苗的叶绿素含量和 G_s 分别提高 26.5% 和 28.6%,与对照间存在显著性差异。由此可以推测地涌金莲幼苗叶片 P_n 的增加可能是由于施用了 S_{3307} 导致叶片叶绿素含量和细胞组织中 CO_2 浓度的增加而间接引起。经过植物生长延缓剂浸种处理的地涌金莲幼苗与对照相比 WUE 均有显著性提高,意示其耐旱能力可能会有所提高,其中以 $40\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ PP_{333} 和 $8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ S_{3307} 处理效果最为明显。因此,从植株的矮化效果、光合特性变化及经济角度综合考虑, S_{3307} 是地涌金莲苗期矮化较适宜的生长延缓剂。

本试验仅局限于苗期一些形态、生理指标的分析,但植物生长发育是一个连续而漫长的过程,不同生长阶段有不同的发育特性,如何在不同阶段选用不同类型、浓度的植物生长延缓剂,单独或者配合使用,针对性地调控地涌金莲生长,更好地解决生长延缓剂与植物内源激素间的作用关系,从而达到株型控制的理想效果,使其可以更好地作为盆栽花卉装饰家居,此问题有待下一步重点解决。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志第 16 卷第二分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1981: 3 - 6
- [2] Long Chunlin, Li Heng, Ouyang Zhiqin. Strategies for agrobiodiversity conservation and promotion: a case from Yunnan China [J]. Biodiversity and Conservation, 2002, 11(6): 1146 - 1154
- [3] 田 杰, 李正红, 王 雁, 等. 不同苞片色地涌金莲杂交亲和性研究 [J]. 林业科学研究, 2008, 21(3): 320 - 324
- [4] 潘瑞炽. 植物生长延缓剂的生化效应 [J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(3): 161 - 168
- [5] 王玉华, 王华芳, 王丽芳. 中国观赏植物传统矮化技术 [J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 74 - 78
- [6] 毛景英, 闫振领. 植物生长调节剂调控原理与实用技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004
- [7] Fischer R A, Turner N C. Plant productivity in the arid and semiarid zones [J]. Annual Review of Plant Physiology, 1978, 29: 227
- [8] 许大全. 光合速率, 光合效率与作物产量 [J]. 生物学通报, 1999, 34(8): 8 - 10
- [9] Winslow J C, Jr Hunt E R, Piper S C. The influence of seasonal water availability on global C_3 versus C_4 grassland biomass and its implications for climate change research [J]. Ecological Modelling, 2003, 163: 153 - 173
- [10] 张岁岐, 山仑. 植物水分利用效率及其研究进展 [J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(4): 1 - 5
- [11] Shigesabun J. Photosynthetic efficiency in rice and wheat [J]. Rice Breeding, 1972, 2: 475 - 479
- [12] Buttery B R, Buzzell R I. 大豆光合作用速率和叶绿素含量之间的关系 [M] // 赵福洪. 农业参考资料—光合作用. 北京: 农业出版社, 1979: 72 - 75
- [13] Stier J C, Rogers J N. Trinexapac-ethyl and iron effects on Supine and Kentucky bluegrass under low irradiance [J]. Crop Science, 2001, 15(1): 20 - 24
- [14] Qian Y L, Engelke M C. Influence of trinexapac-ethyl on Diamond zoysiagrass in shade environment [J]. Crop Science, 1999, 39: 202 - 208
- [15] 朱胜东, 李素娟. PP_{333} 对草坪草马蹄金形态及某些生理特性的影响 [J]. 草业科学, 2003, 20(1): 56 - 58