

潘静霞,周余华,郑伊铃,等. 多花桉木幼苗的耐高温性[J]. 江苏农业科学,2021,49(14):133-137.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.14.025

多花桉木幼苗的耐高温性

潘静霞,周余华,郑伊铃,巫建新

(江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400)

摘要:以二年生多花桉木(*Cornus florida* Lam.)为试验材料,放入人工气候箱培养,以 35℃ 为起始温度,之后每隔 2 d 调高 2℃,到达 39℃ 后每隔 2 d 提高 1℃,直至植株叶片完全凋落。结果表明,多花桉木正常生长的极限温度是 40℃,在 43、44℃ 胁迫期间多花桉木幼苗陆续凋亡,43、44℃ 是多花桉木耐受高温的极限。随着温度升高,多花桉木含水量和相对含水量持续下降,41℃ 时失水最严重;叶绿素相对含量不断降低,高程度的高温比低程度的高温下降得明显;SOD、POD 活性都呈现先降后升,再下降再上升的趋势;MDA 含量呈现先下降后上升的趋势,35、44℃ 时 MDA 含量较高; F_v/F_m 下降, F_o 升高, F_m 下降,表明随着高温胁迫的增强,植株光合机构不断受到破坏。

关键词:多花桉木;幼苗;高温胁迫;耐高温机制

中图分类号: S718.43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)14-0133-04

多花桉木(*Cornus florida* Lam.)是山茱萸科桉木属的落叶木本植物,原产于北美洲东部,喜湿润、光线良好或半阴的环境,要求土壤深厚、疏松、肥沃、排水良好。多花桉木树形优美多姿,春季花朵奇特秀丽,秋季叶片红色、果实鲜艳,极具观赏价值。在国内园林应用中还极为少见,而在原产地美国,多花桉木的繁育方法已相当完善,成为美国最受欢迎的庭院花卉之一^[1]。多花桉木种实含油量较高,可供食用、药用,并可作轻工业及化工原料等。叶可用作饲料及绿肥,花是蜜源^[2]。多花桉木是集生态和经济效益为一体的高端优质树种,具有非常广阔的市场前景。目前,国内已有一些专家学者对多花桉木的发芽特性^[3]和引种育苗与应用^[4]展开了研究,而对多花桉木在环境胁迫下的生理特性研究还较少。随着全球气候变暖,近些年来对植物高温胁迫下的生理研究受到广泛关注^[5]。有研究表明,多花桉木的适应性很强,能适应引种试验期内夏季持续 10 d 左右 35℃ 以上的高温天气与 37~38℃ 的极端高温天气^[6]。但高温胁迫仍会对植物光合作用、呼吸作用、蒸腾作用、细胞组织稳定性、渗透系统调节物含量和抗氧化组织产生影

响^[7]。本研究主要对高温胁迫下多花桉木幼苗的生理生化特性进行分析。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为二年生多花桉木容器苗,栽于无纺布种植袋中,试验地为江苏省句容市江苏农林职业技术学院苗圃地,于 2019 年 9 月初选取 10 盆生长健壮、长势基本一致的二年生苗从苗圃地移到 800-RXZ 人工气候箱培养。每个无纺袋底下垫一个托盘。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 设置人工气候箱湿度为 65%、光照度 3 000 lx,托盘保持水分充足。温度从 35℃ 开始,每隔 2 d 调高 2℃,到达 39℃ 后,每隔 2 d 调高 1℃,直至植株叶片全部凋零。每隔 2 d 采 1 次叶片样本,采完后立即将叶片放入密封袋,用冰袋包裹,放入超低温冰箱。每隔 2 d 拍摄记录标记叶片的形态并测定其色差、荧光参数和叶绿素相对含量,并每次采叶片测其鲜质量、饱和质量和干质量。

1.2.2 指标测定 测定多花桉木叶片含水量、叶片色差、叶绿素荧光、叶绿素相对含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性及丙二醛(MDA)含量^[8]。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2010 软件进行数据统计与处理并作图。

收稿日期:2020-10-29

基金项目:江苏省林业科技创新与推广项目(编号:LYKJ[2018]07、LYKJ[2020]26)。

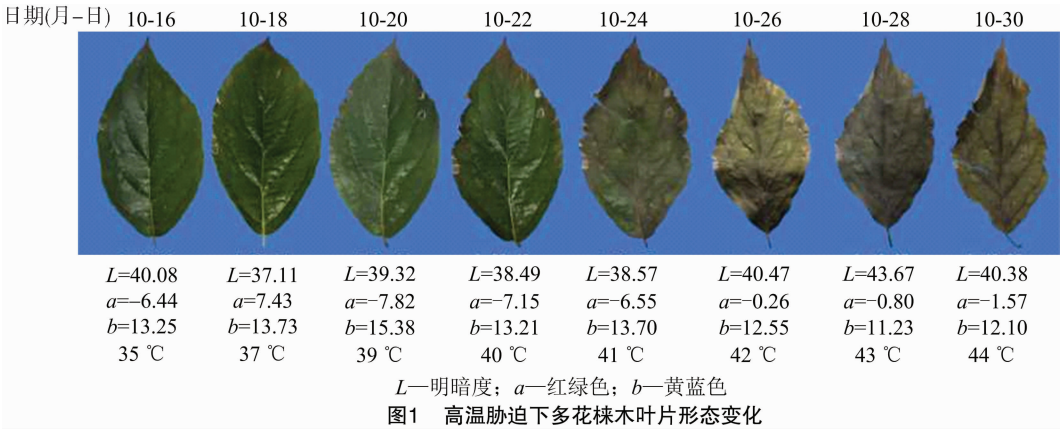
作者简介:潘静霞(1981—),女,浙江金华人,硕士,副教授,主要从事园林植物栽培研究与相关教学工作。E-mail:284011963@qq.com。

2 结果与分析

2.1 高温胁迫下多花桉木叶片形态变化

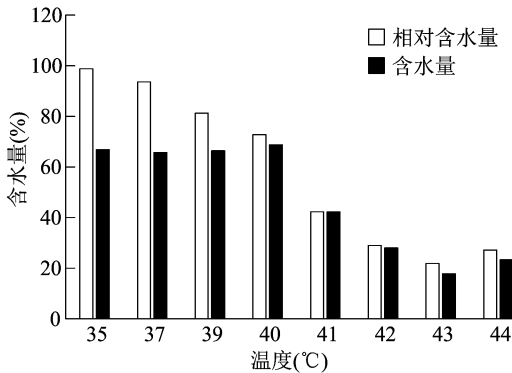
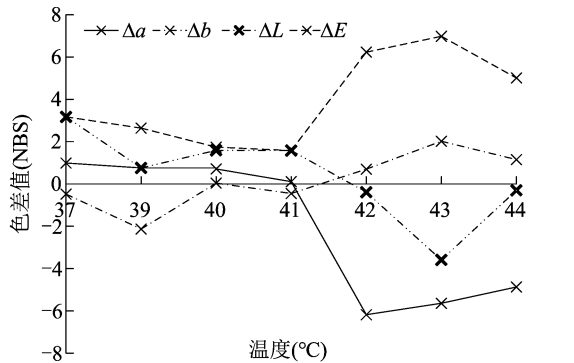
如图 1 所示,多花桉木叶片在 35、37 ℃ 时正常生长,叶色浓绿,形态没有变化;39、40 ℃ 时,叶片尖端到叶片边缘逐渐出现小面积发黄,叶片总体饱满;41 ℃ 时叶片呈现轻度失水状况,叶片表面失去光泽,边缘焦枯萎焉;42 ℃ 时叶片中度失水,色泽黯

黄,大面积焦枯萎焉;43、44 ℃ 时叶片重度失水,全部焦枯,失去生命体征。从多花桉木幼苗形态上的变化可以看出,它在 41 ℃ 以下高温时,可以维持一段时间的正常生长,41 ℃ 叶片显著失水、黯淡,表明 41 ℃ 时植株受到严重的高温迫害,导致水分流失,叶绿素减少,当温度超过 41 ℃ 后,随着胁迫增强,叶片逐渐失水、枯黄,44 ℃ 时叶片凋亡。



为了更精确地观测叶片颜色变化,以 35 ℃ 时叶片颜色为样板,用分光测色仪测定了叶片色差(ΔE 表示总色差的大小, ΔL + 表示偏亮, ΔL - 表示偏暗, Δa + 表示偏红, Δa - 表示偏绿, Δb + 表示偏黄, Δb - 表示偏蓝)。如图 2 所示,37 ~ 41 ℃ 时,叶片颜色较 35 ℃ 时偏红偏蓝偏亮,42 ~ 44 ℃ 时,叶片颜色较 35 ℃ 时偏绿偏黄偏暗,当温度超过 39 ℃ 时叶片出现变绿变黄变暗趋势,42 ℃ 时 Δa 显著下降,40、42、43 ℃ 时, Δb 大幅度上升,39、42、43 ℃ 时, ΔL 明显下降,35 ~ 41 ℃ 时,总色差基本没有太大变化,42 ℃ 时, ΔE 明显变大,44 ℃ 时, ΔE 变小。

相对含水量反映了植物组织的水分状况和植物的保水能力,是植物抗逆能力的重要依据。如图 3 所示,多花桉木叶片的含水量和相对含水量都随温度的升高而逐渐降低。41 ℃ 时叶片相对含水量下降了 42%, 占总下降范围的 41.4%, 含水量也显著下降。35 ~ 40 ℃ 时叶片相对含水量下降缓慢, 占总下降范围的 31.1%, 含水量基本没有变化。41 ~ 43 ℃ 时叶片相对含水量呈现由急到缓的降低趋势,44 ℃ 时有所回升,43 ℃ 时叶片相对含水量达到最低, 相较于 35 ℃ 时下降了 77.1%。



2.2 高温胁迫对多花桉木叶片含水量的影响

水分在植物体内发挥着重要作用,植物组织的含水量是反映植物组织水分生理状况的重要指标,

2.3 高温胁迫对多花桉木叶片叶绿素含量的影响

高温会使植物叶绿素合成减少,高温胁迫下植物体产生的活性氧会破坏叶绿素。叶片叶绿素含量变化是叶片生理活性变化的重要指标之一,与光合机

能大小密切相关。SPAD 值是指叶绿素的相对含量。从 SPAD 值变化可知道叶绿素含量的变化趋势。

如图 4 所示,随着温度的升高,多花桉木叶片的相对叶绿素含量逐渐降低。37~40℃时含量变化不明显,当温度到达 41℃时,相对叶绿素含量下降 10.3 个 SPAD 值,下降了 20.4%;43℃时下降 7.9 个 SPAD 值,下降了 22.25%;44℃时达到最低,相较于 35℃时下降了 60.57%。以 41℃为界,当温度低于 41℃时,叶片叶绿素相对含量下降值占总下降值的 21.33%,当温度高于 41℃时,叶片叶绿素相对含量下降值占总下降值的 46.81%。

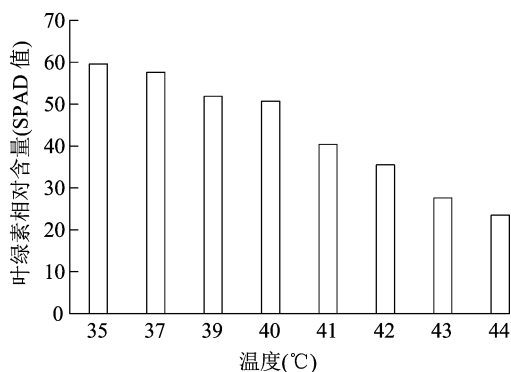


图4 高温胁迫下多花桉木叶片叶绿素相对含量变化

2.4 高温胁迫对多花桉木荧光参数的影响

高温可降低植物光合反应速率,以及通过 PS II 的电子传递过程影响光合反应速率^[9-10]。如图 5 所示,随着温度的升高,初始荧光(F_0)缓慢上升,最大荧光(F_m)缓慢下降。41℃时 F_0 上升最明显,占总上升值的 61.8%。37、41℃时 F_m 下降明显,分别占总下降值的 33.6%、32.3%。如图 6 所示,PS II 原初光能转化效率(F_v/F_m)随着温度升高不断降低,41℃时下降得最明显,占总下降值的 51.5%。

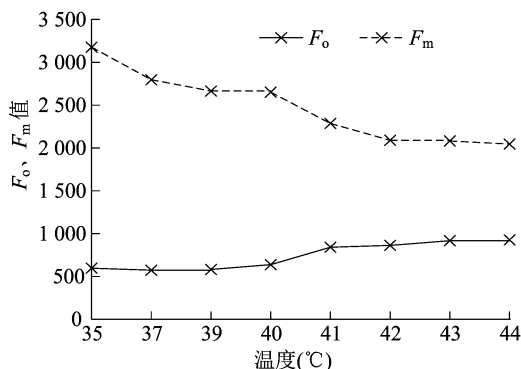


图5 高温胁迫下多花桉木叶片 F_0 、 F_m 变化

2.5 高温胁迫对多花桉木叶片 SOD、POD 活性的影响

如图 7 所示,SOD 活性在 35~39℃时显著下

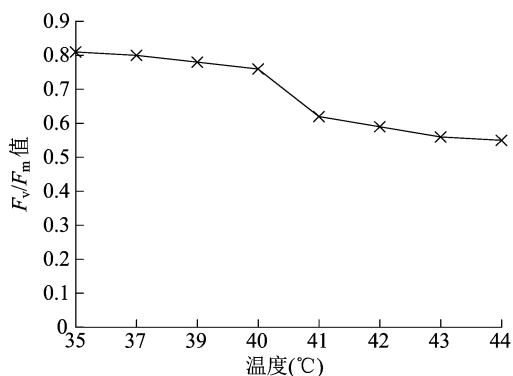


图6 高温胁迫下多花桉木叶片 F_v/F_m 变化

降,在 40、41℃时大幅度上升,41℃时达到峰值,41℃时的 SOD 活性是 39℃的 1.4 倍,在 42、43℃时,SOD 活性下降明显,43℃时变化明显,SOD 活性降至最低,44℃时显著上升。如图 8 所示,POD 活性在 35~40℃时下降,40℃时变化很小,POD 活性达到最低,在 41、42℃时大幅度回升,并于 42℃时达到峰值,41℃时的 POD 活性是 40℃时的 3 倍,43℃时 POD 活性显著下降,44℃时小幅度回升。SOD、POD 活性变化都十分明显,总体呈现先下降后上升,再下降再上升的变化趋势,SOD 活性变化相对稳定,POD 活性对高温反应更剧烈,当温度超过 42℃时 POD 活性变化有所缓和。

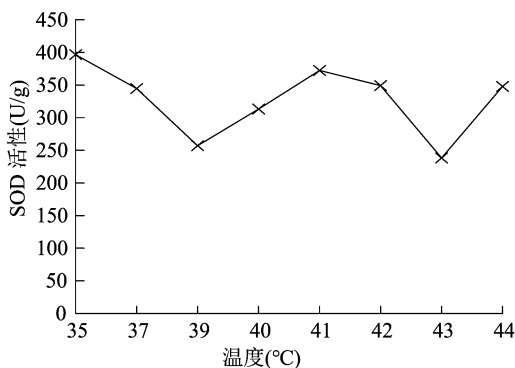


图7 高温胁迫下多花桉木叶片 SOD 活性变化

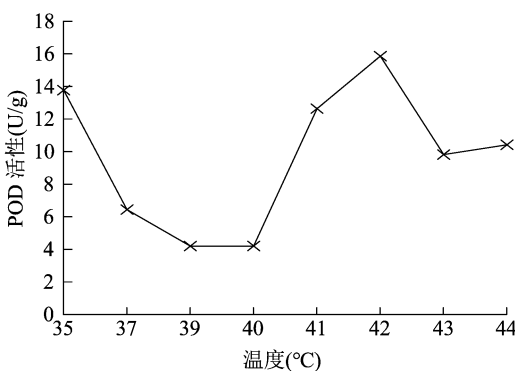


图8 高温胁迫下多花桉木叶片 POD 活性变化

2.6 高温胁迫对多花桉木叶片 MDA 含量的影响

如图 9 所示,MDA 含量随着温度升高呈现先下降后上升的趋势,温度在 35~42℃ 时,MDA 含量总体随着温度的升高而稳定地降低,39℃ 时出现较小的升高,42℃ 时降到最低,相比于 35℃ 时下降了 45.1%,43、44℃ 时 MDA 含量大幅度上升,44℃ 时 MDA 含量是 42℃ 时的 1.8 倍。

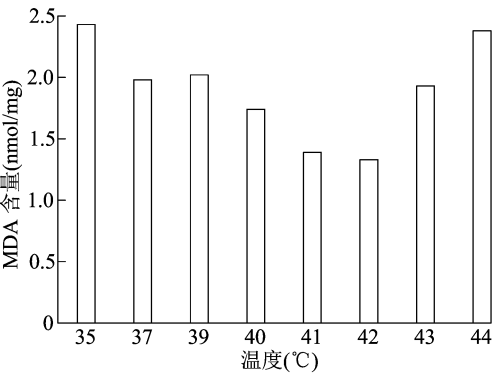


图9 高温胁迫下多花桉木叶片 MDA 含量变化

2.7 高温胁迫对多花桉木叶片各项指标的综合影响

植物耐热能力是一个复杂的综合性状,借用多元计算方法对多花桉木的耐热性能做综合评价。表 1 是每个高温阶段各项指标的浮动大小,可以看出,SOD 活性在 44℃ 时变化幅度最大,MDA 含量、叶绿素相对含量在 43℃ 时变化幅度最大,POD 活性、相对含水量、 F_o 、 F_m 、 F_v/F_m 在 41℃ 时变化幅度最大。

表 1 高温胁迫下各项指标浮动大小变化

指标	相对于上一处理温度的浮动率(%)						
	37℃	39℃	40℃	41℃	42℃	43℃	44℃
SOD 活性	13.1	24.6	20.5	18.9	6.2	31.8	57.3
POD 活性	53.2	34.8	0.2	200.2	25.5	38.1	6.1
MDA 含量	18.3	1.7	13.9	19.9	4.2	45.2	23.1
相对含水量	6.2	0.1	10.5	42	31.3	27.8	24.2
叶绿素含量	3.4	9.9	2.3	20.3	12.1	22.3	14.4
F_o	4.0	1.6	9.6	32.0	2.5	6.4	1.0
F_m	12.0	4.7	0.5	13.8	8.6	0.4	1.7
F_v/F_m	1.2	2.5	10.3	18.4	4.8	5.1	1.8

3 结论与讨论

(1)在多花桉木幼苗形态方面,35~40℃ 时,多花桉木抗高温表现良好,叶片饱满,颜色浓绿,形态没有显著变化,41℃ 时,正常生长受到抑制,随着胁迫增强,叶片逐渐黯淡焦枯,44℃ 叶片已经完全失去生命力。由此可见,40℃ 是多花桉木正常生长的

极限温度,当温度超过 40℃ 时就会阻碍多花桉木正常生长,影响多花桉木的观赏效果。将叶片形态变化结合叶绿素相对含量、相对含水量、色差 3 项指标来看,随着叶片相对含水量和叶绿素含量的降低,叶片随之出现焦枯萎蔫、黯淡枯黄等变化,41℃ 时多花桉木叶片相对含水量、叶绿素相对含量相比 41℃ 前大幅度下降,总色差明显上升,相应的叶片形态变化也最显著。可见多花桉木对 41℃ 高温尤为敏感,主要表现为叶片大量失水,叶绿素分解加快,叶片变黄。

(2)随着温度的增加,多花桉木叶绿素含量降低, F_o 上升, F_m 下降, F_v/F_m 下降,41~44℃ 时叶绿素相对含量比 35~40℃ 时变化显著,41℃ 时叶片叶绿素荧光参数变化显著。35~40℃ 时叶绿素合成受阻,光能利用率降低,41~44℃ 时叶片体内温度升高,41℃ 高温对多花桉木的光合机构造成了永久性伤害,降低了叶片的荧光能力,引发过剩光对叶绿素造成光破坏,叶绿素含量显著下降,光合能力持续下降。

(3)根据 SOD、POD 活性数据显示,当温度达到 42、43℃ 时,多花桉木体内的 SOD、POD 活性会大幅度下降,SOD 抗氧化反应相较于 POD 快,2 种酶活性对高温的反应非常剧烈,由此也可以说明多花桉木的抗高温能力非常强大。随着温度升高,MDA 含量呈现先下降后上升的变化趋势,43、44℃ 时上升显著,35、44℃ 时 MDA 含量最高,表明多花桉木刚受到高温胁迫以及受到致死高温时会积累大量氧化物,低程度高温胁迫下,植株可以通过抗氧化系统有效清除氧化物,42℃ 以上高温会加剧膜脂过氧化。35、44℃ 时的 MDA 含量分别是 42℃ 时的 1.9、1.8 倍,说明多花桉木清除活性氧能力强,对高温有较好的适应性,其中 41、42℃ 时,抗氧化酶 SOD、POD 在减轻膜脂过氧化上发挥了重要作用。

综上所述,从 MDA 含量和 SOD、POD 活性变化以及叶片形态变化来看,多花桉木具有较强的耐高温性,多花桉木在 35~40℃ 高温下水分代谢、光合作用都能正常,叶片形态良好。41℃ 高温下,光合机构受到致命伤害,同时,水分、叶绿素含量显著下降,叶片随之枯黄黯淡,其中叶绿素含量会随温度增加持续减少,而水分流失会逐渐得到控制,43℃ 时,多花桉木抗氧化能力下降,膜脂氧化加剧,细胞膜受到严重伤害,在抗氧化酶系统中,POD 活性中心受损,43、44℃ 时叶片基本完全凋落。

周子军,李方文,刘晓莉,等. 施肥对盆栽木芙蓉生长及养分利用特性的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(14):137-142.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.14.026

施肥对盆栽木芙蓉生长及养分利用特性的影响

周子军¹, 李方文², 刘晓莉², 秦鱼生¹, 石小庆², 杨苑钊²

(1. 四川省农业科学院土壤肥料研究所, 四川成都 610066; 2. 成都市植物园, 四川成都 610083)

摘要:通过盆栽试验研究不同品种木芙蓉生长及养分利用特性对施肥措施的响应,为盆栽木芙蓉科学施肥提供技术支撑。以早花品种百日华彩和晚花品种醉芙蓉为盆栽材料,设置施肥和不施肥处理,分3次采集木芙蓉植株,测定叶、茎、根生物量及氮、磷、钾养分含量。结果表明,在生物量方面,相对于不施肥处理,施肥在第1次采样时对2个品种各器官生物量均没有显著影响;第2次和第3次采样时,施肥增加了百日华彩叶和茎的生物量,增加了醉芙蓉叶和整株生物量。在养分含量方面,施肥提高了百日华彩叶和茎中氮的含量,但不同采样时间对磷和钾的影响略有差异;对于醉芙蓉,施肥在第1次采样时对氮磷钾三元素含量没有影响,在第2次和第3次时提高了叶和茎中氮的含量,但对磷的含量没有影响。综合生物量和养分含量,氮肥对木芙蓉生物体构建的作用大于钾肥和磷肥;施肥可以显著提高早花品种的氮和钾吸收量,可以显著提高晚花品种的氮、磷和钾吸收量;晚花品种的氮、磷、钾吸收量高于早花品种。因此,不同品种木芙蓉对养分需求存在一定差异,需要根据土壤及品种特性制定合理的施肥方案。

关键词:施肥;木芙蓉;盆栽;矿质元素;利用

中图分类号: S685.990.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)14-0137-06

随着我国物质文明水平的大幅提升,人们对精神文明和生态文明的要求也日益提高,盆栽花卉的种植和设计在其中扮演着重要功能^[1-2]。盆栽花卉不仅可以美化室内外环境,还能净化空气、渲染烘托气氛。受限于花盆容积,盆栽花卉,尤其是生长

迅速且生物量较大的花卉,生长过程易受外部温湿度和盆内养分供应的影响。木芙蓉(*Hibiscus mutabilis* L.)是一种属于锦葵科木槿属兼具有观赏价值和药用价值的木本花卉^[3-4]。木芙蓉原产于我国,目前在澳大利亚、马来西亚、韩国、印度半岛等地均有种植,尤以我国四川栽培为胜^[5-6]。成都市植物园等单位在木芙蓉的引种、繁殖和推广上开展了较多的工作^[7],但关于木芙蓉对矿质养分吸收利用特征和科学施肥方面的研究较少。矿质元素是植物维持正常生理活动的必需物质,在植物体构建、生理生化调控等方面起着极其重要的作用,尤

收稿日期:2020-10-27

基金项目:四川省农业科学院土壤肥料研究所与成都市植物园合作研发项目。

作者简介:周子军(1988—),男,山东菏泽人,博士,副研究员,主要从事植物高效施肥及新型肥料研制研究。Tel:(028)84504919; E-mail:zhouzijun1007@163.com。

本次试验采用的是二年生多花株木,植物在幼苗期比壮年期抗性弱,且植株置于人工气候箱中,其模拟的持续高温与实际高温环境有所差异,具有一定的局限性,多年生多花株木的耐高温能力还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 南程慧,方彦,薛晓明. 大花四照花园林观赏及应用[J]. 园林,2017(12):50-52.
- [2] 李冬林,季永华,丁晶晶,等. 7种株木苗期育苗试验初报[J]. 江苏林业科技,2014,41(1):7-10,26.
- [3] 周余华,唐义明,赵明明. 多花株木种子发芽特性研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(28):9809-9810.

- [4] 李冬林. 高档木本花卉多花株木的引种育苗与应用[J]. 特种经济植物,2014,17(6):32-33.
- [5] 陈培琴,郁松林,詹妍妮,等. 植物在高温胁迫下的生理研究进展[J]. 中国农学通报,2006,22(5):223-227.
- [6] 王济成,吕晓雪,张志成,等. 4种国外彩叶树种引种育苗试验[J]. 江苏林业科技,2005,32(3):6-8.
- [7] 屠小菊,汪启明,饶力群. 高温胁迫对植物生理生化的影响[J]. 湖南农业科学,2013(13):28-30.
- [8] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 香港:教育出版社,2000:174.
- [9] 黄磊,姜国斌,朱玉,等. 高温对北高丛蓝毒叶片气体交换及叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学杂志,2016,35(4):871-879.
- [10] 范双喜,谷建田,韩莹琰. 园艺植物高温逆境生理研究进展[J]. 北京农学院学报,2003,18(2):147-151.