

刘旭,王昊,谭军. 水分胁迫对紫薇生长及生理生化特征的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):239-241.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.079

水分胁迫对紫薇生长及生理生化特征的影响

刘旭,王昊,谭军

(江苏省农业科学院宿迁农科所,江苏宿迁 223800)

摘要:采用温室盆栽控水试验方法,研究不同程度水分胁迫下紫薇幼苗生长和叶片生理生化指标变化情况。结果表明,随着胁迫程度的加重,紫薇生物量增量、相对株高生长、相对地茎生长、开花持续时间、每株颖花数均减少,说明水分胁迫不仅影响紫薇的营养生长同时也影响紫薇生殖生长。生理生化分析表明,叶片中游离脯氨酸含量、可溶性糖含量、丙二醛(MDA)含量以及相对脂膜透性随着胁迫程度加重而增大,可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性随着胁迫程度加重先降低后升高。

关键词:水分胁迫;紫薇;生长量;生理生化特性

中图分类号: S685.990.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0239-03

紫薇(*Lagerstroemia indica*)为千屈菜科紫薇属植物,是江苏省宿迁市市花。紫薇树姿优美,树干光滑洁净,花色艳丽,开花时正当夏秋少花季节,花期长,花期6—9月,故有“百日红”之称。目前,关于紫薇抗性方面研究主要是在紫薇品种抗病性和抗低温能力的方面^[1-3],而关于紫薇抗旱性研究较少。由于紫薇在园林绿化中被广泛种植,某些地方遇到干旱或者疏于管理,缺水严重,造成紫薇花色不美,甚至造成整株死亡,严重影响其观赏性。本研究旨在探讨影响紫薇开花的水分因素,为紫薇园林绿化栽培管理提供理论指导。

收稿日期:2014-10-02

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(14)2043]。

作者简介:刘旭(1978—),男,江苏宿迁人,硕士,助理研究员,从事林木花卉研究。E-mail: 976632497@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验设计与材料

试验在宿迁市农业科学研究所连栋温室中进行,盆规格为直径25 cm、高30 cm,取沙壤土烘干,过筛装盆,每盆装干土7.5 kg。土壤田间持水量为33.4%,其中土壤水解N、有效P、速效K含量分别为119、30、12.0 mg/kg,有机质含量为4.6%。供试材料为1年生长势均匀、长相较为一致的红花紫薇实生苗(高35 cm、地径5 mm),每盆3株。共设4个处理, W_1 表示正常田间持水量, W_2 、 W_3 、 W_4 分别表示土壤含水量为土壤田间持水量的75%、50%、25%,每处理种植8盆。苗木于2014年3月20日栽植于盆中,放室外按正常水肥管理,2014年4月22日将盆移到连栋温室中对供试苗木进行水分控制,控水期间,每天傍晚测定土壤容积含水量,用天平称重补足其失去的水分。控水60 d后,于6月21日开始取样测

[8]袁铁象,黄应钦,梁瑞龙,等. 广西主要乡土树种[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2011.

[9]李强. 获和芒对于旱胁迫的生理响应和适应性[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2013.

[10]裴宗平,余莉琳,汪云甲,等. 4种干旱区生态修复植物的苗期抗旱性研究[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(3):204-208.

[11]韩刚,赵忠. 不同土壤水分下4种沙生灌木的光合光响应特性[J]. 生态学报,2010,30(15):4019-4026.

[12]Busch F, Hunter N A, Ensminger I. Biochemical constraints limit the potential of the photochemical reflectance index as a predictor of effective quantum efficiency of photosynthesis during the winter-spring transition in Jack pine seedlings[J]. Functional Plant Biology, 2009, 36(11):1016-1026.

[13]潘昕,邱权,李吉跃,等. 干旱胁迫下华南地区3种苗木渗透调节物质的动态变化[J]. 华南农业大学学报,2012,33(4):519-523.

[14]Williams M H, Rosenqvist E, Buchhave M. Response of potted miniature roses (*Rosa hybrida*) to reduced water availability during production[J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology,

1999,74:301-308.

[15]Lawlor D W, Comic G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants[J]. Plant, Cell and Environment, 2002, 25:275-294.

[16]许鹏波,薛立,潘澜,等. 稀土对低温胁迫麻楝幼苗生理生化特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(2):34-40.

[17]姜英,郝海坤,黄志玲,等. 红锥苗期生长特性和叶绿素荧光对不同光强的响应[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(10):61-65.

[18]张守仁,高荣孚,王连军. 杂种杨无性系的光系统II放氧活性、光合色素及叶绿体超微结构对光胁迫的响应[J]. 植物生态学报,2004,28(2):143-149.

[19]Uehlein N, Otto B, Hanson D T, et al. Function of nicotiana tabacum aquaporins as chloroplast gas pores challenges the concept of membrane CO₂ permeability[J]. The Plant Cell Online, 2008, 20(3):648-657.

[20]周建,杨立峰,郝峰鸽,等. 低温胁迫对广玉兰幼苗光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(1):136-142.

定,7 月 20 日前试验结束。

1.2 测定方法

水分处理之前和处理后,测定每株紫薇苗株高、地径,并取样测定生物量。相对株高生长=(试验结束后的高度-试验处理前的高度)/试验处理前的高度;相对地径生长=(试验结束后的地径-试验处理前的地径)/试验处理前的地径;生物量增量=试验结束后生物量-试验前生物量。生物量测定是将每个处理的苗木全部取出、洗净于 105 ℃ 条件下烘干,称质量计算生物量。叶片相对含水量采用称重法^[4]测定;游离脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白质含量采用比色法^[5]测定;膜相对透性采用李合生的方法^[6]测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法^[7]测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性参照朱广廉等的方法^[8]略作修改;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法^[7]测定。试验结果采用 Excel 及 DPS 软件进行分析统计。

2 结果与分析

2.1 土壤水分胁迫对紫薇幼苗生长的影响

土壤水分胁迫严重影响紫薇生物量增量、相对株高生长和相对地径生长。从表 1 可以看出,随着土壤水分减少,生物量增量、相对株高生长和相对地径生长逐渐下降,不同处理间差异显著。其中生物量增量在正常田间持水量下达到 7.90 g,而在水分胁迫严重的情况下 W₄ 处理仅为 4.63 g,可见水分亏缺将严重影响紫薇生长。具体表现在影响植物高度和地径;相对株高生长在正常条件下达到 108.00%,表明紫薇正常条件下高度增加为处理前 1 倍多,而在干旱严重条件下,W₄ 处理高度增加不足原来 1/3;相对地径生长在不同处理间也差异显著。说明土壤含水量越低,紫薇生长越缓慢。

同样,土壤水分胁迫也影响紫薇开花,特别是影响开花持续时间和每株颖花数。在正常土壤含水量下,紫薇开花持续时间从开苞到凋谢是 4.55 d,随着土壤含水量减少,W₂、W₃ 处理有下降趋势,但未达到显著水平,但当土壤含水量为田间持水量的 25% 时,开花持续时间明显降低,与 W₁、W₂、W₃ 处理间差异显著。每株颖花数量随着土壤含水量减少而下降,在 W₁、W₂ 处理间差异不显著,但当达到 W₃ 处理水平时,下降达到显著水平,当到了 W₄ 处理水平时,紫薇开花时间、每株幼苗颖花数与其他处理均差异显著,表明干旱越严重,影响紫薇生殖生长。

表 1 土壤水分胁迫对紫薇生长的影响

| 处理 | 生物量增量 (g) | 相对株高 生长(%) | 相对地径 生长(%) | 开花持续 时间(d) | 每株颖花数 (朵) |
|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| W ₁ | 7.90a | 108.00a | 43.25a | 4.55a | 39.25a |
| W ₂ | 6.43b | 84.50b | 31.00b | 4.35a | 37.50a |
| W ₃ | 6.30c | 79.25c | 27.25c | 4.25a | 31.75b |
| W ₄ | 4.63d | 31.25d | 17.25d | 3.13b | 22.50c |

注:同列数据后标有不同的小写字母表示差异显著(P<0.05)。表 2 同。

2.2 土壤水分胁迫对紫薇幼苗生理生化特征的影响

2.2.1 土壤水分胁迫对紫薇叶片相对含水量的影响 相对含水量(RWC)是评价植物在干旱胁迫下持水保水能力的指标,可以判断植物阻止水分散失,维持水分平衡的能力,体现

了植物抗旱性强弱^[9]。从表 2 可以看出,紫薇叶片相对含水量以 W₁ 条件下最高,但是随着水分胁迫增加而逐渐减少,不同处理间差异显著。紫薇在正常生长条件下叶片含水量为 74.45%,水分胁迫严重条件下 W₄ 处理为 52.38%,可见水分胁迫严重影响紫薇叶片的水分代谢,从而影响其正常生长。

2.2.2 水分胁迫对叶片渗透调节物质的影响 叶片中游离脯氨酸含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量是植物在逆境条件下的生理指标。水分胁迫条件下可溶性糖含量的积累可以降低植物体内的渗透势,抵御干旱逆境,因此,可溶性糖含量的变化可以反映植物对干旱胁迫的适应能力^[10]。从表 2 可以看出,游离脯氨酸含量、可溶性糖含量随着水分胁迫加重而逐渐增加。土壤水分胁迫下游离脯氨酸含量均高于正常田间持水量下值,不同处理间差异显著;可溶性糖含量在 W₂ 处理下有一定升高但与 W₁ 处理差异不显著,随着水分胁迫加剧,在 W₃ 和 W₄ 处理下,可溶性糖含量继续升高且差异显著,表明游离脯氨酸含量、可溶性糖含量对干旱具有敏感性。可溶性蛋白质具有较强的亲水胶体性质,可影响细胞的保水力,是植物细胞的重要渗透调节物质之一^[10]。紫薇叶片的可溶性蛋白质含量随着干旱胁迫的加剧先降低后升高,当在 W₂ 处理时,可溶性蛋白含量显著减低,W₃ 处理时含量升高,且与 W₁、W₂ 差异显著,W₄ 处理时进一步升高但与 W₃ 处理差异不显著,可见干旱胁迫对紫薇叶片可溶性蛋白质含量影响较大,紫薇可通过增加自身的可溶性蛋白质含量来抵御干旱逆境的伤害。

2.2.3 水分胁迫对叶片 MDA 含量和质膜透性的影响 MDA 是判断植物干旱胁迫下膜脂过氧化作用的重要指标,其含量高低是细胞膜过氧化作用强弱的体现^[9]。从表 2 可以看出,MDA 含量在 W₂、W₃ 处理下较正常土壤含水量下显著升高,W₄ 处理土壤含水量进一步降低,MDA 含量显著增加。表明紫薇干旱越严重,叶片细胞膜脂过氧化作用越强烈。细胞膜系统是植物与外界接触的最初和关键部位,遇到逆境会使植物细胞膜系统受损,使膜透性增大,内含物增多^[9],其相对透性的增加程度可作为膜受破坏程度的指标,同时也反映植物适应干旱胁迫能力的强弱^[10]。相对脂膜透性在正常水分条件下为 34.25%,随着水分胁迫加剧在 W₂、W₃ 处理较对照显著增加,W₄ 处理进一步增加,较对照增加 54.7%,表明土壤含水量越低,植物细胞膜系统受损越严重,受到的伤害越大。

2.2.4 水分胁迫对叶片中保护酶 SOD 和 POD 活性的影响

SOD 和 POD 等保护酶的协调作用可使植物免受活性氧积累伤害。其中 SOD 是植物抗氧化系统的第一道防线,能清除活性氧,防止细胞膜受到伤害;POD 能表现清除 H₂O₂ 起到保护作用^[9],因此 SOD 和 POD 活性高低可以反映植物对干旱胁迫抵御能力的大小^[10]。从表 2 可以看出,SOD 活性随着土壤含水量降低而降低,当到了田间持水量的 50% 时,SOD 活性反而升高,当土壤水分达到田间持水量 25% 时,活性进一步升高与其他处理间差异显著。表明紫薇在受到干旱胁迫伤害后 SOD 活性下降,当到达一定程度,植株启用自身的保护机制使 SOD 活性升高。POD 活性也随着土壤含水量减少而降低,在 W₃ 处理下突然升高,当土壤含水量降低到田间持水量的 25% 时,POD 活性进一步升高,几乎为正常田间持水量

表 2 土壤水分胁迫对紫薇生理生化特性的影响

| 处理 | 叶片相对含水量 (%) | 游离脯氨酸含量 (%) | 可溶性糖含量 (mg/g) | 可溶性蛋白质含量 (mg/g) | MDA 含量 ($\mu\text{mol/g}$) | 相对脂膜透性 (%) | SOD 活性 [U/(min·mg)] | POD 活性 [U/(min·mg)] |
|----------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|------------------------------|------------|---------------------|---------------------|
| W ₁ | 74.45a | 0.73d | 3.13c | 26.40a | 0.05c | 34.25c | 26.50c | 88.50c |
| W ₂ | 68.32b | 0.77c | 3.17c | 20.83c | 0.06b | 46.25b | 23.50d | 80.00d |
| W ₃ | 60.92c | 0.90b | 4.63b | 24.88b | 0.06b | 47.25b | 28.75b | 126.00b |
| W ₄ | 52.38d | 1.03a | 5.04a | 25.48ab | 0.08a | 53.00a | 33.00a | 154.74a |

的 2 倍,表明干旱胁迫下细胞保护酶活性降低,但当胁迫超出了植物可以忍耐的程度后,酶活性升高。

3 结论与讨论

土壤水分胁迫对紫薇的生物量增量、相对地径生长、相对株高生长产生了显著影响,其影响大小又因土壤水分含量的不同而变化。随着土壤水分含量的减少,紫薇生长量也减小,表明土壤干旱严重影响了紫薇的生长。有研究表明,水分胁迫严重影响蔓生紫薇的生长^[11],与本研究结果一致。土壤水分胁迫也影响紫薇的开花。在土壤含水量正常条件下,紫薇开花时间是 4.55 d,而水分亏缺时,开花时间逐渐缩短,当土壤含水量达到田间持水量的 25% 时,开花时间仅为 3.13 d;土壤水分胁迫也影响紫薇的颖花数量,正常土壤含水量条件下,每株紫薇颖花数量是 39.25 个,而随着土壤含水量降低,颖花数逐渐下降,当土壤含水量为田间持水量的 25% 时颖花数仅为 22.5 个,这可能是因为土壤水分亏缺影响了颖花分化,导致颖花数量减少。

可溶性蛋白质的持水力较强,能提高细胞质的浓度来降低质膜的透性,从而减轻逆境的伤害,使各项生理功能正常进行。赵双锁等研究水分胁迫条件下小麦可溶性糖变化,认为水分胁迫使小麦可溶性蛋白含量下降^[12];史玉炜等研究水分胁迫对刚毛怪柳可溶性蛋白影响,认为水分胁迫下可溶性蛋白含量增加^[13],由于试验材料不同,所得结论亦有差别。本试验中水分胁迫使可溶性蛋白质含量降低,但是随着水分胁迫加剧,可溶性蛋白质含量却升高,这可能是因为紫薇幼苗在干旱严重时,能够通过调节自身可溶性蛋白质含量来减少干旱对其伤害。MDA 含量是植物逆境条件下一种生理指标,众多试验表明,MDA 含量随着逆境加剧而增加^[14-15],本试验中水分胁迫作用下 MDA 含量逐渐升高,与相关研究结论类似。因此,叶片中游离脯氨酸含量、可溶性糖含量、MDA 含量以及相对脂膜透性可作为判断紫薇干旱程度的生理指标。干旱胁迫下,植物体内活性氧积累到一定程度,就会对植物造成伤害,SOD、POD 等保护酶的协调作用可抑制活性氧的积累,使植物免受伤害,因而在植物抗旱性机理研究中,保护酶 SOD、POD 的活性已作为判断植物抵御逆境伤害的指标^[10]。干旱胁迫下抗氧化酶活性高低在一定程度上反映了植物抵抗干旱的能力强弱。有关干旱胁迫对酶活性的研究较多,但试验结果不尽相同。本试验研究结果表明,随着土壤水分胁迫增加,MDA 积累,相对脂膜透性增加,导致膜功能受损,从而引起细胞的衰老和死亡,对紫薇产生毒害作用,进而影响了保护酶的活性。干旱不严重时(W₂ 处理),SOD 活性、POD 活性降低,随着胁迫加深,当土壤含水量达到田间持水量的 50% 时候,二者活性均升高,当土壤含水量为田间持水量的 25% 时,二者活性进一步升高,说明随着水分胁迫程度加大,植物细胞内

的保护机制启动,调节相关基因表达,使 SOD、POD 活性升高。金雅琴等研究也表明,在干旱胁迫条件下,乌桕幼苗叶片的过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性增强^[9],说明植物在干旱严重情况下,启动了自身的保护机制,使自身免受外界环境的影响。

紫薇生长受到干旱程度、干旱持续时间、干旱发生时间等多种因素影响,本研究仅在盆栽条件下进行,对于紫薇大规模种植是否与本研究结论一致还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 孙秀琴,田树霞. 4 种乔灌木种子萌发特性研究初报[J]. 林业科技通讯,1990(4):15-16.
- [2] Hagan A K, Keever G J, Gilliam C H, et al. Susceptibility of crapemyrtle cultivars to powdery mildew and cercospora leaf spot in Alabama [J]. J Environ Hort, 1998, 16(3):143-147.
- [3] Hagan A K, Keever G J. Putting up resistance: selected crape myrtle cultivars resist powdery mildew and leaf spot[J]. Highlights of Agricultural Research Alabama Agricultural Experiment Station, 1998, 45(2):18-21.
- [4] 张宪政. 植物生理学试验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1989:89-133.
- [5] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:258-260.
- [6] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1985:67-69.
- [7] 张志良,翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003:274-277.
- [8] 朱广廉,钟海文,张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京:北京大学出版社,1990.
- [9] 金雅琴,李冬林,陈小霞,等. 不同种源乌桕幼苗对干旱胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报,2012,32(7):1395-1402.
- [10] 王 飒,周 琦,祝遵凌. 干旱胁迫对欧洲鹅耳枥幼苗生理生化特征的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(12):2459-2466.
- [11] 骆建霞,史燕山,曹鸿斌,等. 水分胁迫对蔓生紫薇和亮叶忍冬生长及生理特性的影响[J]. 园艺学报,2006,33(3):657-659.
- [12] 赵双锁,关丽云,赵离飞. 人工模拟水分胁迫条件下对小麦可溶性糖与蛋白的影响[J]. 农业科技通讯,2011(2):32-34.
- [13] 史玉炜,王燕凌,李文兵,等. 水分胁迫对刚毛怪柳可溶性蛋白、可溶性糖和脯氨酸含量变化的影响[J]. 新疆农业大学学报,2007,30(2):5-8.
- [14] 王朝英,李昌晓,张 晔. 水淹-干旱胁迫对南川柳苗木生长及生理特性的影响[J]. 林业科学,2013,49(12):164-170.
- [15] 于金平,俞 珊,梁有旺,等. NaCl 胁迫对美国白蜡幼苗部分生理指标的影响[J]. 植物资源与环境学报,2014,23(1):110-112.