

干旱胁迫对降香黄檀幼苗生长及内源激素含量的影响

贾瑞丰, 杨曾奖*, 徐大平, 张宁南, 刘小金, 陈美红

中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520

摘要: 设置对照(CK), 轻度干旱胁迫(LS), 中度干旱胁迫(MS)和重度干旱胁迫(HS)4种水分处理, 采用温室盆栽方法研究降香黄檀(*Dalbergia odorifera* T. Chen)幼苗生长及叶片内源激素对干旱胁迫的响应。结果表明, ① 随着干旱胁迫强度增加, 幼苗苗高、地径和整株生物量呈递减趋势, 重度干旱处理(HS)时三者达到最小值分别是 50.83 cm、8.38 mm 和 26.60 g·株⁻¹, 比对照(CK)分别降低了 23.67%、13.52%和 25.04%。② 随着干旱胁迫强度增加, 降香黄檀幼苗 w(ABA) (以鲜质量计)逐渐增加, 重度干旱处理(HS)123.04 ng·g⁻¹比对照(CK) 81.26 ng·g⁻¹增加了 51.41%; w(IAA) (以鲜质量计)和 w(ZR) (以鲜质量计)逐渐减少, 其最小值分别是 99.49 ng·g⁻¹ 和 8.89 ng·g⁻¹, 比对照(CK)分别降低了 23.88%和 47.50%; w(GA) (以鲜质量计) 变化为先增加后降低, 重度干旱处理(HS)最小值 4.14 ng·g⁻¹比轻度干旱处理(LS)最大值 9.39 ng·g⁻¹降低了 55.91%。不同处理间各内源激素含量均达到差异显著。③ 随着干旱胁迫强度增加, 幼苗内源激素含量比例 IAA/ABA, GA/ABA, ZR/ABA 和 ZR/IAA 呈现递减趋势, 最小值分别较对照(CK)降低了 46.68%, 65.33%, 65.34 和 34.93%, GA/IAA 呈现出先增加后降低趋势。④ 幼苗生长指标变化趋势说明幼苗可以通过降低苗高和减少叶面积等来适应干旱, 内源激素含量变化说明幼苗通过调节自身激素水平来响应外界干旱胁迫, 但重度干旱严重限制了幼苗生长, 说明降香黄檀幼苗的抗旱能力有限。

关键词: 降香黄檀; 干旱胁迫; 内源激素

中图分类号: Q945.78

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2013) 07-1136-05

引用格式: 贾瑞丰, 杨曾奖, 徐大平, 张宁南, 刘小金, 陈美红. 干旱胁迫对降香黄檀幼苗生长及内源激素含量的影响[J]. 生态环境学报, 2013, 22(7): 1136-1140.

JIA Rui Feng, YANG Zeng Jiang, XU Daping, ZHANG Ningnan, LIU Xiaojin, CHEN Meihong. Growth and endogenous hormone content of *Dalbergia odorifera* seedlings under drought stress [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2013, 22(7): 1136-1140.

近年来由于气候变化以及水资源分布不均造成的干旱胁迫成为自然界最常见的逆境胁迫因素之一。干旱不仅能制约植物的生长发育与产量, 同时会引起植物自身结构与功能的变化。植物对干旱胁迫的适应机制与植物自身的抗性紧密联系, 并从生化代谢、生理功能、形态适应、生长发育等形式表现出来, 因此植物对干旱胁迫的逆境适应策略一直是研究的热点^[1-4]。植物生长发育与植株体内源激素之间的关系密切, 内源激素是植物对干旱胁迫最为敏感的生理活性物质, 不同的内源激素有着不同的合成器官、合成组织和合成途径, 以浓度变化的方式控制着植物生理反应乃至基因表达, 对植物的生长发育发挥着多方面的调节作用^[5]。多数研究认为在干旱胁迫下, 植物体内源激素含量及其比例会发生变化, 各种内源激素以相当复杂的方式来应对干旱胁迫^[6-7]。目前关于干旱胁迫对荔枝(*Litchi chinensis*)^[8], 怪柳(*Tamarix*)^[9], 沙棘

(*Hippophae rhamnoides*)^[10]和云杉(*Picea asperata*)^[11]等植物内源激素的影响已有详细报道, 但关于珍贵树种降香黄檀内源激素对干旱胁迫的响应未见报道。

降香黄檀(*Dalbergia odorifera* T. Chen), 又称黄梨、花梨木, 属蝶形花科(Papilionaceae)黄檀属(*Dalbergia*)植物, 常绿半落叶乔木树种。降香黄檀的木材尤其是心材具有极高的经济价值和药用价值, 由于降香黄檀在自然条件下成材极为缓慢, 再加上人为的不合理砍伐利用导致其野生资源日益枯竭, 但目前国内外市场对降香黄檀木材及其衍生品需求的大量增加造成其价格一直高居不下, 因此发展人工种植降香黄檀具有较大的市场前景^[12]。本研究以降香黄檀幼苗为对象, 通过测定不同水分条件下幼苗生长和内源激素含量, 分析各内源激素及其比例的变化规律, 对降香黄檀幼苗内源激素响应干旱胁迫的过程做出初步探索, 从而为降香黄檀

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题(2012BAD01B0504); 林业公益性行业专项项目(20110400106); 广东省林业科技创新专项项目(2012KJCX004-01)

作者简介: 贾瑞丰(1986年生), 男, 博士研究生, 主要从事热带珍贵树种培育研究。E-mail: jiaruifeng327@126.com

*通讯作者: 杨曾奖, 副研究员, 主要从事森林立地管理和植物营养研究

收稿日期: 2013-03-31

人工栽培种植提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

实验于2012年5-8月在中国林业科学研究院热带林业研究所温室大棚中进行。供试降香黄檀幼苗为1.5年生种子苗,5月初选取长势良好,大小均匀一致的幼苗(平均苗高45.6 cm)移植到规格为20 cm×15 cm×20 cm(上口径×下口径×高)的塑料盆中培养。培养基质为混合基质(泥炭:蛭石:珍珠岩体积比为3:2:2),用电子天平准确称量保证每盆基质重量一致。移植后缓苗两周后进行干旱处理,培养期间定期补充Hoagland全素营养液保证幼苗养分需求。

1.2 试验设计

试验设置4种干旱胁迫水平,基质含水量参照Hsiao^[13]的划分标准略有改动。设定基质饱和含水量的80%为对照(CK),60%为轻度干旱处理(LS),40%为中度干旱处理(MS),20%为重度干旱处理(HS),每处理重复4次,每重复5盆。通过自然失水达到预定水分胁迫条件后,采用称重法补充损失的水分。每天于17:00称盆栽苗的质量,补充水分使其维持在设定的水分水平。试验期间定期移动幼苗位置以减少边际效应。干旱处理90 d后进行相关参数的测定。

1.3 指标测定

1.3.1 苗高、地径和生物量测定

干旱处理结束后,用直尺及游标卡尺调查全部苗高、地径。生物量测定:将幼苗用去离子水洗净,分根、茎、叶分别称其鲜质量,置于烘箱中105℃杀青20 min,然后75℃下烘干至恒质量,称其干质量。

1.3.2 内源激素含量测定

干旱处理结束后,每小区随机选取4株,准确称取成熟叶片0.2 g,冲洗干净用液氮处理后置于-40℃低温冰箱中待用。内源激素(ABA, IAA, GA和ZR)含量测定采用酶联免疫吸附法(ELISA),试剂盒由中国农业大学提供。

1.4 数据处理

所有试验数据采用Excel 2003和SigmaPlot 10.0进行统计分析并绘制图表,采用SPSS16.0进行方差分析和Duncan多重比较。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对降香黄檀幼苗苗高和地径的影响

降香黄檀幼苗的苗高和地径随干旱胁迫程度增加均呈现出递减趋势(表1)。重度干旱处理(HS)时幼苗苗高最小值仅为50.83 cm,比最大值对照(CK)降低了23.67%,苗高不同处理间达到差异显著

表1 降香黄檀苗高和地径对干旱胁迫的响应

Table 1 Response of seedling height and ground diameter of *D. odorifera* seedlings to drought stress

处理	苗高/cm	地径/mm
CK	66.59±2.00 a	9.69±0.23 a
LS	62.43±0.60 b	9.05±0.18 b
MS	54.27±2.00 c	8.89±0.04 b
HS	50.83±1.24 d	8.38±0.09 c

注: Duncan 多重比较,表中同列中不同小写字母表示5%水平差异显著

($P < 0.05$)。地径最小值为重度干旱处理(HS) 8.38 mm,比最大值对照(CK)降低了13.52%,且显著低于其他处理。干旱胁迫强度增加,幼苗苗高和地径生长受到抑制,说明幼苗的抗旱能力有限。

2.2 干旱胁迫对降香黄檀幼苗生物量的影响

随着干旱胁迫程度的增加,幼苗整株生物量呈现出递减趋势(图1)。根系生物量最大值为轻度干旱处理(LS) 10.17 g·株⁻¹,幼苗茎和叶生物量最大值为对照(CK),分别是12.37 g·株⁻¹和12.32 g·株⁻¹。幼苗整株生物量最小值为重度干旱处理(HS) 26.56 g·株⁻¹,较最大值对照(CK)34.10 g·株⁻¹降低了25.04%,幼苗整株生物量对照(CK)和轻度干旱(LS)处理显著高于中度干旱(MS)和重度干旱(HS)两个处理。重度水分亏缺能显著降低幼苗的生长量,说明幼苗适应外界干旱环境能力一般。

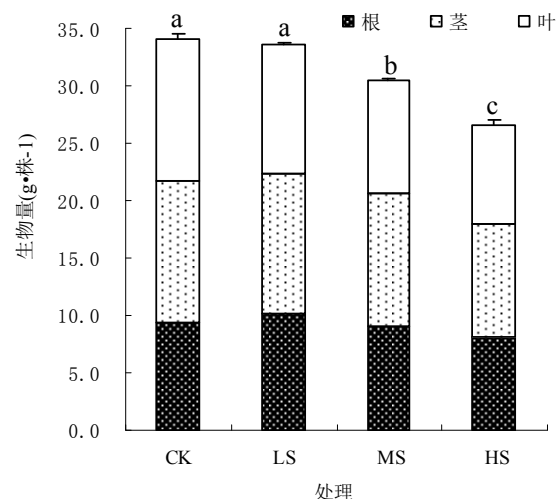


图1 降香黄檀幼苗生物量对干旱胁迫的响应

Fig.1 Response of seedling biomass of *D. odorifera* seedlings to drought stress

2.3 干旱胁迫对降香黄檀幼苗内源激素质量分数的影响

干旱胁迫下,ABA的重要生理功能就是促进离子流出保卫细胞,从而降低保卫细胞膨压,关闭气孔,增加植物的抗旱能力。本研究中w(ABA)(以鲜

质量计) 随着干旱胁迫强度增加呈现出递增趋势, 最大值为重度干旱处理(HS) 123.04 ng·g⁻¹, 比最小值对照处理(CK) 81.26 ng·g⁻¹增加了 51.41%, 幼苗叶片 w(ABA) HS 处理显著高于其他处理 (图 2A)。

IAA 是植物顶端组织和生长的叶片合成的植物激素, 植物在生长受到抑制时, 其合成部位相应减少, 通常情况下, 植物内源 IAA 含量随着干旱胁迫强度增加而降低。本研究中, w(IAA) (以鲜质量计)最大值为对照处理(CK) 123.24 ng·g⁻¹, 最小值为重度干旱处理(HS) 99.49 ng·g⁻¹, 比 CK 处理降低了 23.88%, 幼苗叶片 w(IAA) CK 处理显著高于其他处理 (图 2B)。

GA 是促进植物伸长生和开花的内源激素, 试验中 w(GA)(以鲜质量计)随着干旱胁迫强度增加呈现出先增加后递减趋势。最大值为轻度干旱处理(LS) 9.39 ng·g⁻¹, 最小值为重度干旱处理(HS)4.14 ng·g⁻¹, 比 LS 处理降低了 55.91%, 幼苗叶片 w(GA) LS 处理显著高于其他处理 (图 2C)。

ZR 是植物常见的细胞分裂素, 其主要作用是促进细胞分裂、扩大, 延缓衰老和促进营养物质转

移等。w(ZR) (以鲜质量计) 随着干旱胁迫强度增加呈现出递减趋势。最大值为对照处理(CK) 16.93 ng·g⁻¹, 最小值为重度干旱处理(HS) 8.89 ng·g⁻¹, 比 CK 处理降低了 47.50%, 幼苗叶片 w(ZR) CK 处理显著高于其他处理 (图 2D)。

2.4 干旱胁迫下各内源激素比例间的关系变化

干旱胁迫不仅能影响到降香黄檀幼苗叶片各内源激素含量的变化, 同时也对各内源激素间的比例产生较大影响。从表 2 可以看出, 不同处理间各内源激素的比例呈现出不同规律, 这与各种内源激素的合成部位、合成途径不同以及激素间的相互作用有关。随着干旱胁迫强度增加, IAA/ABA, GA/ABA, ZR/ABA 和 ZR/IAA 呈现递减趋势, 重度干旱处理(HS)其最小值分别较对照处理(CK)降低了 46.68%, 65.33%, 65.34 和 34.93%; GA/IAA 呈现出先增加后降低趋势, 重度干旱处理(HS)最小值比轻度干旱处理(LS)最大值降低了 50.12%, ZR/GA 无明显变化规律。GA/ABA 和 ZR/ABA 比例失衡程度较大, 说明干旱胁迫对降香黄檀幼苗叶片 GA/ABA 和 ZR/ABA 比例影响较大。

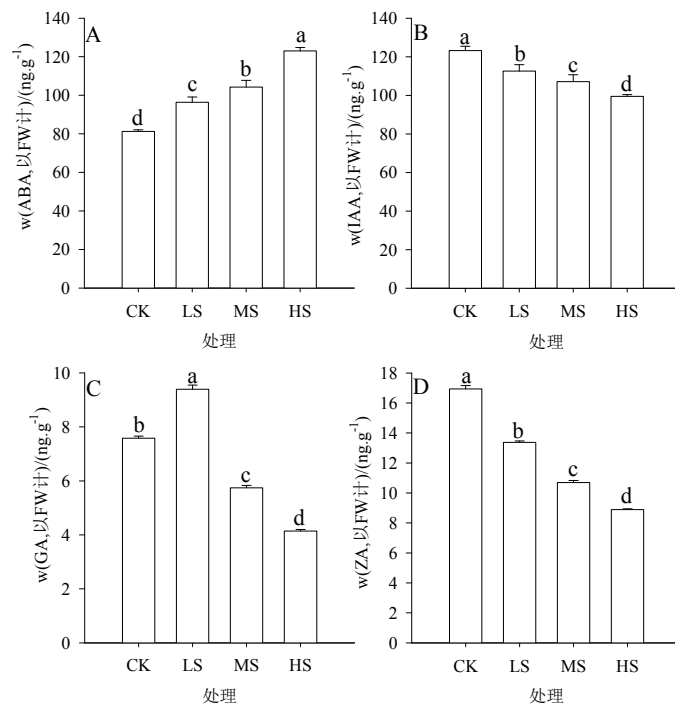


图 2 降香黄檀幼苗内源激素对干旱胁迫的响应

Fig. 2 Response of seedling endogenous hormones of *D. odorifera* seedlings to drought stress

表 2 降香黄檀幼苗内源激素比例对干旱胁迫的响应

Table 2 Response of proportion of endogenous hormones of *D. odorifera* seedlings to drought stress

处理	IAA/ABA	GA/ABA	ZR/ABA	GA/IAA	ZR/IAA	ZR/GA
CK	1.516 5	0.097 2	0.208 3	0.061 5	0.137 4	2.234 5
LS	1.168 1	0.093 4	0.138 7	0.083 4	0.118 7	1.423 7
MS	1.027 3	0.055 1	0.102 5	0.053 6	0.099 8	1.861 5
HS	0.808 6	0.033 7	0.072 2	0.041 6	0.089 4	2.146 6

3 结论和讨论

3.1 结论

1) 试验中干旱胁迫对降香黄檀幼苗的生长和生物量分配产生显著影响, 干旱胁迫严重限制了幼苗的生长, 说明幼苗可以通过自身调节降低苗高和减少叶面积等来应对外界干旱胁迫。

2) 试验中随着干旱胁迫程度增加, 幼苗 ABA 含量呈显著上升趋势, IAA 和 ZR 含量呈下降趋势, GA 含量呈现出先增加后降低趋势, 说明幼苗通过调节自身内源激素含量变化应对干旱胁迫, 但重度干旱严重限制幼苗生长, 内源激素变化显著说明幼苗抗旱能力有限。

3) 试验中干旱胁迫对降香黄檀幼苗内源激素间的比例产生影响, 其中对 GA/ABA 和 ZR/ABA 比例影响较大, 对 ZR/IAA 比例影响较小, 说明幼苗内源激素间的平衡在适应胁迫过程中也起到一定的作用。

3.2 讨论

干旱胁迫通常会引起植物水分亏缺, 延缓、停止或破坏植物的正常生长^[14], 并通过抑制叶片生长伸展等使光合作用受到抑制, 进一步影响植物的生长发育^[15]。本研究中干旱胁迫对降香黄檀幼苗的生长和生物量分配具有明显的影响。干旱胁迫严重限制了幼苗的生长, 苗高、地径和整株生物量在重度干旱胁迫下比对照有显著降低, 说明幼苗在生长过程中通过降低株高和减少叶面积等措施来适应外界干旱环境。

ABA 主要由根系产生, 其生理作用主要是抑制生长, 促进气孔关闭。在水分胁迫下叶片内 ABA 含量升高, 叶片气孔关闭, 水分蒸腾减少, 最终植物的保水能力和对干旱的耐受性提高^[16]。本研究中, 随着干旱胁迫程度增加, 幼苗 ABA 含量呈显著上升趋势, 说明幼苗对干旱胁迫有一定的适应性; 水分胁迫对植物叶片 IAA 含量的变化影响较为复杂。王霞等^[9]研究发现干旱胁迫下怪柳 IAA 含量显著高于对照。敖红等^[11]对红皮云杉 (*Picea koraiensis* Nakai) 的研究发现在轻度和中度干旱时 IAA 含量有所上升, 但严重干旱时 IAA 含量出现下降。本研究中随着干旱胁迫强度增加, 幼苗叶片 IAA 含量整体呈下降趋势, 这可能是幼苗生长组织在干旱影响下生长抑制造成的, 植株内源 IAA 水平和水分状况的关系机制尚需进行深入研究; GA 能促进植株的伸长生长, 诱导种子萌发和植物开花结实。有关水分胁迫对植物体内 GA 水平影响的报道结果不一, 张明生等^[17]研究发现植物抗旱性越强, 植物 GA 降低的自身调节能力就越大, 即水分胁迫条件下合成的 GA 越少, 但王霞等^[9]研究发现干旱

能引起植株 GA 含量升高。本研究随着水分胁迫的增加, 幼苗叶片 GA 含量呈现出先增加后降低趋势, 轻度干旱处理的 GA 含量显著高于对照, 但中度及重度干旱处理显著低于对照, 表明轻度干旱有利于内源 GA 的合成, 但中度及重度干旱处理严重限制了幼苗生长, 进而导致 GA 含量显著下降; ZR 在植物遭受胁迫时起到从根到冠的信息介质的作用, 水分亏缺会使 ZR 含量发生变化^[18]。对茶树 (*Camellia Sinensis* L.)^[19]和荔枝^[8]的研究均发现在水分胁迫下叶片 ZR 含量呈下降趋势。本研究结果与上述结论一致, 降香黄檀幼苗叶片 ZR 含量随干旱胁迫增加呈现递减趋势, 这可能是干旱胁迫下幼苗通过 ZR 含量的降低来维持较好的水分状况, 从而提高植株的抗旱性造成的。

多数情况下植物自身生长发育受到多种内源激素的调节, 因此植物生长发育的任何阶段都是多种激素相互作用的结果。GA 与 ABA 比例影响着种子萌发, IAA 和 ZR 浓度比值决定顶端优势的强弱, IAA 和 GA 相互控制木质部和韧皮部内木质素的合成, ABA 和 ZR 对气孔运动的调节产生作用, GA/IAA 对性别分化其调控作用等^[20]。同时 David^[21]研究认为干旱胁迫造成根中合成的 ABA 含量以及 IAA/ABA 和 ZR/ABA 的比率产生变化, 进而影响植物的光合作用、叶片生长、器官衰老和脱落、气孔运动等, 因此 ABA 含量以及 IAA/ABA 的比率在植物抗旱过程中发挥着重要作用。本试验中干旱胁迫对降香黄檀幼苗内源激素间的比例产生影响, 其中对 GA/ABA 和 ZR/ABA 比例影响较大, 对 ZR/IAA 比例影响较小。试验结果表明随着干旱胁迫强度增加, 叶片中 ABA 含量升高, IAA、ZR 含量逐渐降低, IAA/ABA 和 ZR/ABA 值下降, 因此植物内源激素间的平衡在植物适应胁迫过程中也起到一定的作用。

参考文献:

- [1] CHAVES M M, OLIVEIRA M M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2004, 55(407): 2365-2384.
- [2] BREDA N, HUC R, GRANIER A, et al. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences[J]. *Annals of Forest Science*, 2006, 63(6): 625-644.
- [3] 于景华, 王丽娟, 唐中华, 等. 植物对干旱胁迫的生理和分子反应[J]. *现代化农业*, 2006, 12: 1-4.
- [4] 杨帆, 苗灵凤, 胥晓, 等. 植物对干旱胁迫的响应研究进展[J]. *应用与环境生物学报*, 2007, 13(4): 586-592.
- [5] 何钟佩. 作物激素生理及化学控制[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997: 225-232.
- [6] LENOBLE M E, SPOLLEN W G, SHARP R E. Maintenance of shoot growth by endogenous ABA: genetic assessment of the involvement of

- ethylene suppression[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2004, 55(395): 237-245.
- [7] BOREL C, FREY A, MARION-POLL A, et al. Does engineering abscisic acid biosynthesis in *Nicotiana glauca* modify stomatal response to drought? [J]. *Plant, Cell and Environment*, 2001, 24(5): 477-489.
- [8] 陈立松, 刘星辉. 水分胁迫对荔枝叶片内源激素含量的影响[J]. *热带作物学报*, 1999, 20(3): 31-35.
- [9] 王霞, 候平, 尹林克, 等. 土壤缓慢水分胁迫下柞柳植物内源激素的变化[J]. *新疆农业大学学报*, 2000, 23(4): 41-43.
- [10] 李丽霞, 梁宗锁, 韩蕊莲. 干旱对沙棘休眠、萌芽期内源激素及萌芽特性的影响[J]. *林业科学*, 2001, 37(5): 35-40.
- [11] 敖红, 王炎. 干旱胁迫下云杉内源激素的响应及其气孔调节[J]. *经济林研究*, 2011, 29(3): 28-34.
- [12] 孟慧, 杨云, 冯锦东. 降香黄檀引种栽培现状与发展现状[J]. *广东农业科学*, 2010, 7: 79-80.
- [13] HISAO T C. Plant responses to water stress[J]. *Annual Review of Plant Physiology*, 1973, 24:519-570.
- [14] 谢志玉, 张文辉, 刘新成. 干旱胁迫对文冠果幼苗生长和生理生化特征的影响[J]. *西北植物学报*, 2010,30(5): 0948-0954.
- [15] 尹丽, 胡庭兴, 刘永安. 干旱胁迫对不同施氮水平麻疯树幼苗光合特性及生长的影响[J]. *应用生态学报*, 2010,21(3): 569-576.
- [16] MUNNS R, SHARP R E. Involvement of abscisic acid in controlling plant growth in soil of low water potential[J]. *Australian Journal of Plant Physiology*, 1993, 20(5):425-437.
- [17] 张明生, 谢玻, 谈锋. 水分胁迫下甘薯内源激素的变化与品种抗旱性的关系[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(5): 498-501.
- [18] 胡朝晖, 杨丽霞, 宋涛平, 等. 水分胁迫对花生幼苗叶片内源激素含量的影响[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(17): 133-136.
- [19] 潘根生, 吴伯千, 沈生荣. 水分胁迫过程中茶树新梢内源激素水平的消长及其与耐旱性的关系[J]. *中国农业科学*, 1996, 29(5): 9-15.
- [20] 李合生. *现代植物生理学* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002:262-263.
- [21] DAVID H G, NICHAIL S, PAUL D M, et al. Clonal variation in amino acid contents of roots, stems, and leaves of aspen (*Populus tremuloides* Michx.) as influenced by diurnal drought stress[J]. *Tree Physiology*, 1991, 8(4): 337-350.

Growth and endogenous hormone content of *Dalbergia odorifera* seedlings under drought stress

JIA Ruifeng, YANG Zengjiang^{*}, XU Daping, ZHANG Ningnan, LIU Xiaojin, CHEN Meihong

Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China

Abstract: A greenhouse experiment was conducted to study the growth and endogenous hormone content of *Dalbergia odorifera* seedlings under water stress. Four treatments were arranged: control (CK), light water stress (LS), moderate water stress (MS) and heavy water stress (HS). The results showed that: ① Seedling height, ground diameter and whole biomass decreased as the drought stress increased, the minimum values were 50.83cm, 8.38mm and 26.60 g·seedling⁻¹, it was decreased by 23.67%, 13.52% and 25.04% compared to the control. ② ABA content increased as the drought stress increased, maximum (HS) increase of 51.41% than the minimum (CK); IAA and ZR content decreased with drought stress increased, the maximum values were 99.49 ng·g⁻¹·FW⁻¹ and 8.89 ng·g⁻¹·FW⁻¹, it was decreased by 23.88% and 47.50% compared to the control; GA content increased under light drought and decreased under heavy drought, the minimum value (HS) decrease of 51.41% than the maximum value (LS). The endogenous hormone content was reached significant differences between different treatments. ③ The ratios of IAA/ABA, GA/ABA, ZR/ABA and ZR/IAA decreased as the drought stress increased, the minimum values were decreased by 46.68%, 65.33%, 65.34 and 34.93% compared to the control. Drought had significant impact on GA/ABA and ZR/ABA ratios, but insignificant impact on ZR/IAA ratio. GA/IAA ratio increased under light drought while decreasing under heavy drought. ④ The trends of growth characteristics indicated seedlings can adapt to drought by reducing the height and leaf area. The changes of endogenous hormone content illustrated seedlings can response to external drought stress through regulating their hormone levels. Severe drought stress has severely limited seedling growth which indicated that drought tolerance of *Dalbergia odorifera* seedlings was limited.

Key words: *Dalbergia odorifera*; drought stress; endogenous hormone