

李 畅,苏家乐,肖 政,等. 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片内源激素含量的变化[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):233-235.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.065

# 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片内源激素含量的变化

李 畅,苏家乐,肖 政,刘晓青,何丽斯,陈尚平

(江苏省农业科学院园艺研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**以鹿角杜鹃(敏感)和马银花(忍耐)2种对水分胁迫敏感性差异较大的杜鹃花三年生实生苗为试验材料,设置旱涝交替胁迫(重度干旱胁迫20 d后进行淹水胁迫),通过酶联吸附免疫法测定了旱涝交替胁迫前后杜鹃花叶片ABA、IAA、GA、CTK 4种内源激素含量的变化。结果发现,旱涝交替胁迫下2种杜鹃花叶片IAA、GA、CTK含量均有不同程度的下降,ABA含量则显著增加。旱涝交替胁迫下杜鹃花4种激素协调的总趋势是向气孔关闭、减缓生长的方向进行。抗性较强的马银花在处理前4种激素的含量均高于鹿角杜鹃;旱涝交替胁迫下其IAA和GA含量、IAA/ABA和GA/ABA下降幅度大于抗性较弱的鹿角杜鹃,CTK含量下降幅度、ABA含量的增加幅度小于抗性较弱的鹿角杜鹃。

**关键词:**杜鹃花;鹿角杜鹃;马银花;旱涝交替胁迫;内源激素

**中图分类号:** S685.210.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0233-03

杜鹃花是杜鹃花科(Ericaceae)杜鹃花属(*Rhododendron*)植物的泛称,在我国栽培历史悠久,是深受国人喜爱的十大传统名花之一。随着城市的发展,杜鹃花在园林绿化中应用面积逐年增加<sup>[1]</sup>。但杜鹃花对水分反应十分敏感<sup>[2]</sup>,而水分胁迫是植物生长发育中最常遇到的逆境胁迫之一,且近年来长江中下游夏季“旱涝并存、旱涝急转”现象发生频次呈上升趋势<sup>[3-4]</sup>,因此有必要了解杜鹃花对旱涝交替胁迫下的响应机制。植物的抗逆性与植物内源激素有着密切联系,逆境胁迫下植物体各种内源激素产生和分配的平衡发生改变,在一定环境胁迫限度内植物体可通过激素水平的变化来调节其生理

机能和生长节律以适应逆境<sup>[5]</sup>。植物激素在植物抗水分胁迫中的作用早已引起人们普遍关注<sup>[6-8]</sup>,但未见有关杜鹃花水分胁迫下内源激素方面的报道。故本试验以2种对水分胁迫敏感性差异较大的杜鹃花为材料,采用酶联免疫法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA),对旱涝交替胁迫下2种杜鹃花叶片中脱落酸(ABA)、吲哚丁酸(IAA)、赤霉素(GA)、细胞分裂素(CTK)等4种内源激素含量进行了测定,以期了解旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片主要内源激素的变化规律,从内源激素方面为杜鹃花对旱涝交替胁迫下生理响应机制的研究提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为在前期试验基础上筛选出的2种对水分胁迫响应差异较大的杜鹃花:鹿角杜鹃(*R. latoucheae*)和马银花(*R. ovatum*),其中鹿角杜鹃为旱涝水分胁迫敏感型,马银花为忍耐型。选用生长势一致、健壮的三年生实生苗为试验材料,盆直径18 cm,高16 cm。盆土由泥炭和珍珠岩(3:1)混合配成,最大持水量55.07%。每盆1株,每个试验材料30盆。

收稿日期:2015-06-11

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2013BAD01B070403);江苏省自然科学基金(编号:BK2012789);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)2016]。

作者简介:李 畅(1982—),女,内蒙古乌兰浩特人,硕士,助理研究员,主要从事花卉种质资源与遗传育种研究。E-mail:changli529@foxmail.com。

通信作者:苏家乐,硕士,研究员,从事花卉苗木品种选育及栽培技术研究。E-mail:sujl66@aliyun.com。

[3] 丁万隆,陈 震,陈 君. 金莲花属药用植物资源及利用[J]. 中国野生植物资源,2003,22(6):19-21.

[4] 顾增辉,龙雅宜. 金莲花种子的休眠、萌发与活力的研究[J]. 植物资源与环境,1992,1(4):30-33.

[5] 严力群,丁万隆,朱殿龙. 金莲花人工栽培与野生抚育研究进展[J]. 时珍国医国药,2008,19(2):286-288.

[6] 李 娜,黄璐琦,邵爱娟,等. 金莲花种子休眠和贮藏特性的研究[J]. 现代中药研究与实践,2010,24(1):1-5.

[7] 辛春兰,潘海峰. 金莲花的研究进展[J]. 承德医学院学报,2003,20(4):348-350.

[8] 刘丽娟,王秀坤,匡海学. 长瓣金莲花茎叶化学成分的研究[J]. 药学学报,1992,27(11):837-840.

[9] 黄文哲,王 磊,段金殿. 短瓣金莲花化学成分的研究[J]. 中草药,2000,31(10):731-732.

[10] 叶绍明,李药兰,杨宜婷,等. 金莲花提取工艺[J]. 中国中药杂志,2002,27(6):463-464.

[11] 曹运强,周庆营,张汝利. 金莲花如何播种育苗[J]. 中国林业,2007(4):56.

[12] 杨玉芳,王 玄,赵红霞,等. 金莲花组织培养和快繁体系建立的研究[J]. 中国农学通报,2011,27(8):136-139.

[13] 朱殿龙,丁万隆,陈士林. 金莲花属植物的研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2006,8(4):26-33.

[14] 陈 凯,刘 颖. 如何控制植物组织培养中褐变的产生[J]. 邯郸农业高等专科学校学报,2004(3):5-6.

[15] 陈正华. 木本植物组织培养及其应用[M]. 北京:高等教育出版社,1986:456-466.

[16] 程家胜. 植物组织培养与工厂化育苗技术[M]. 北京:金盾出版社,2003.

## 1.2 试验方法

试验在智能玻璃温室中进行,于 2014 年 7 月进行旱涝交替胁迫试验。先进行重度干旱胁迫处理,即土壤水分含量为最大田间持水量的  $(30 \pm 5)\%$ ,处理时先浇透水后使土壤水分自然消耗,待达到重度干旱胁迫标准后采用称质量补水法控制土壤水分含量在设定范围内;重度干旱胁迫时长为 20 d。20 d 后进行旱后的淹水胁迫处理,采用盆栽淹水法,即将花盆置入大的塑料周转箱中,淹水过土面 2~3 cm,定时补水以保证水位,持续 20 d。试验 10 盆为 1 个处理,重复 3 次,随机排列。

## 1.3 内源激素的测定

分别采集胁迫处理前(CK, 0 d)、干旱胁迫 20 d、旱后淹水胁迫 3 d 和旱后淹水胁迫 20 d 处理的试验材料顶端第 2 张成熟叶,采用 ELISA 方法测定叶片中 BA、IAA、GA、CTK 含量。所有激素试剂盒由中国农业大学作物化学控制研究中心提供。

## 1.4 数据统计

所有测定结果取平均值  $\pm$  标准差,SPSS 18.0 软件进行单因素方差分析,使用最小显著差数法(LSD)比较差异显著性,用 Excel 2003 绘制图表。

# 2 结果

## 2.1 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片 ABA 含量的变化

旱涝交替胁迫下,鹿角杜鹃和马银花叶片 ABA 含量均显著增加(图 1)。其中,鹿角杜鹃在重度干旱胁迫下,ABA 含量比处理前增加了 41.88%;旱后淹水胁迫 3 d 后 ABA 含量较干旱胁迫 20 d 降低,但差异不显著;旱后淹水胁迫 20 d 后 ABA 含量比处理前增加了 77.72%,达到最大值,显著高于其他处理。马银花在正常水分条件下 ABA 含量较鹿角杜鹃高;在旱涝交替胁迫下的变化趋势与鹿角杜鹃一致,但增加幅度小于鹿角杜鹃,重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d 后 ABA 含量分别比处理前增加了 37.38%、25.64%;旱后淹水胁迫 20 d 后比处理前增加了 55.37%,显著高于其他处理。

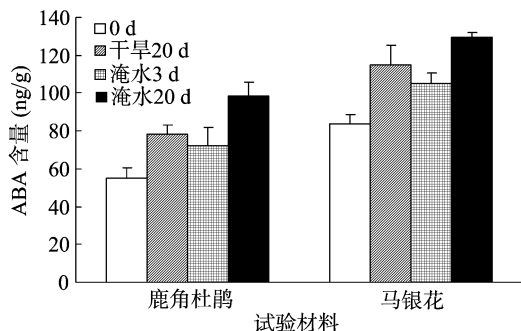


图1 旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 ABA 含量的变化

## 2.2 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片 IAA 含量的变化

旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 IAA 含量均比处理前下降(图 2)。鹿角杜鹃变幅较小,重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d、旱后淹水胁迫 20 d 后 IAA 含量分别比处理前降低了 21.03%、9.11%、28.61%,与处理前差异显著。马银花在正常水分条件下 IAA 含量较鹿角杜鹃高;旱涝交替胁迫下变动幅度较大,重度干旱胁迫下比处理前降低了 27.17%;

旱后淹水胁迫 3 d 后 IAA 含量较干旱胁迫下显著升高,与处理前差异不显著;旱后淹水胁迫 20 d 后 IAA 含量则比处理前显著降低了 52.30%。

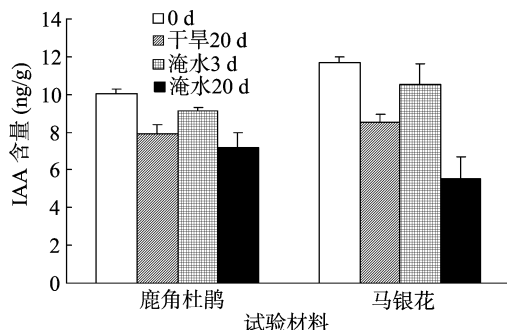


图2 旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 IAA 含量的变化

## 2.3 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片 GA 含量的变化

旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 GA 含量均比处理前显著降低,且处理间差异显著(图 3)。重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d、旱后淹水胁迫 20 d 后鹿角杜鹃 GA 含量分别比处理前降低了 21.53%、13.92%、31.54%。马银花在正常水分条件下 GA 含量高于鹿角杜鹃;旱涝交替胁迫下变动幅度较大,重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d 和旱后淹水胁迫 20 d 后 GA 含量分别比处理前降低了 33.88%、15.34%、43.93%,降低幅度明显高于鹿角杜鹃。

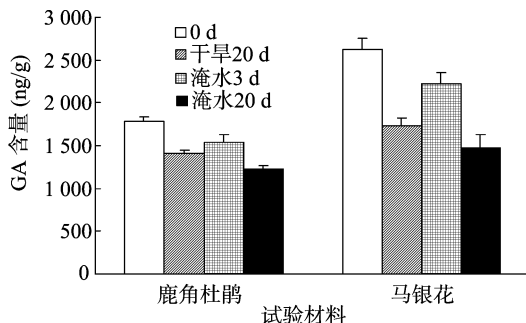


图3 旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 GA 含量的变化

## 2.4 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片 CTK 含量的变化

旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 CTK 含量均比处理前下降(图 4)。鹿角杜鹃重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d、旱后淹水胁迫 20 d 后 CTK 含量分别比处理前降低了 21.53%、13.92%、31.54%,与处理前差异显著。马银花在正常水分条件下 CTK 含量高于鹿角杜鹃;重度干旱胁迫下比处

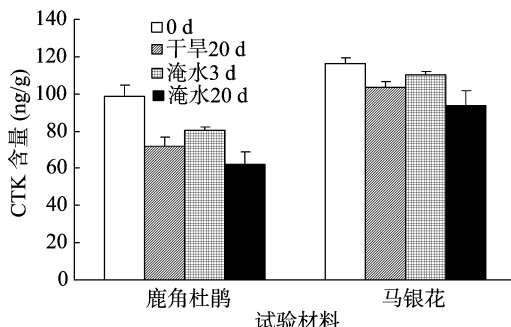


图4 旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 CTK 含量的变化

理前显著降低了 11.21% ; 旱后淹水胁迫 3 d 后 CTK 含量较干旱胁迫下升高, CTK 含量虽仍低于处理前, 但与处理前不存在显著差异; 旱后淹水胁迫 20 d 后 CTK 含量则比处理前显著降低了 19.26% ; CTK 含量降低幅度低于鹿角杜鹃。

2.5 旱涝交替胁迫下杜鹃花叶片内源激素的比例变化

旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花叶片 IAA/ABA、GA/ABA、CTK/ABA 均比处理前显著下降(表 1)。随着胁迫

的持续, 2 种杜鹃花 IAA/ABA、GA/ABA、CTK/ABA 均呈现先下降后小幅度上升再继续下降的趋势, IAA/ABA 和 CTK/ABA 各处理间差异达到显著水平。旱涝交替胁迫下马银花 IAA/ABA 和 GA/ABA 降幅大于鹿角杜鹃, 重度干旱 20 d、旱后淹水胁迫 3 d 和旱后淹水胁迫 20 d 后 IAA/ABA 和 GA/ABA 分别比处理前降低了 46.91% 和 51.93%、28.28% 和 32.71%、69.42% 和 64.06%。

表 1 旱涝交替胁迫下鹿角杜鹃和马银花内源激素比例的变化

处理	IAA/ABA		GA/ABA		CTK/ABA	
	鹿角杜鹃	马银花	鹿角杜鹃	马银花	鹿角杜鹃	马银花
胁迫处理前(CK)	0.183 1±0.011 7a	0.140 0±0.005 0a	32.578 0±1.810 9a	31.509 5±1.945 5a	1.790 7±0.048 0a	1.395 5±0.032 5a
干旱胁迫 20 d	0.101 3±0.001 8c	0.074 3±0.003 4c	17.955 2±0.687 6b	15.143 9±0.510 3b	0.918 1±0.009 7c	0.906 5±0.059 5c
旱后淹水胁迫 3 d	0.127 6±0.008 7b	0.100 4±0.005 2b	21.490 6±1.470 2b	21.201 4±1.170 5b	1.113 1±0.101 7b	1.048 3±0.019 6b
旱后淹水胁迫 20 d	0.073 1±0.003 3d	0.042 8±0.004 7d	12.542 1±0.782 8c	11.325 8±0.738 2c	0.630 2±0.025 8d	0.724 4±0.038 5d

3 讨论

由于植物内源激素的变化对环境条件改变响应的灵敏性及在植物生命活动中起着重要的调节功能, 研究者们认为内源激素最有可能充当逆境信号物质<sup>[9]</sup>。研究表明, 植物对水分胁迫的适应能力与内源激素变化关系密切<sup>[6-10]</sup>。ABA 常被称为胁迫激素, 在水分胁迫条件下植物体内 ABA 含量增加已被众多试验所证实<sup>[6-11]</sup>。本试验中, 旱涝交替胁迫下, 2 种杜鹃花 ABA 含量显著增加, 但增加的幅度存在差异。对水分胁迫较为敏感的鹿角杜鹃 ABA 含量增加幅度大于较耐旱、耐涝的马银花, 这与潘向艳等对杂交鹅掌楸<sup>[6]</sup>、王明生等对甘薯<sup>[9]</sup>的研究结果一致。水分胁迫对植物叶片 IAA 含量的变化影响较为复杂, 多数研究表明水分胁迫下 IAA 含量下降<sup>[6-7,9]</sup>, 但也有研究表明水分胁迫下植物体内 IAA 含量增加<sup>[10-11]</sup>。本试验结果表明, 杜鹃花与多数研究一样, 在旱涝交替胁迫下其叶片 IAA 含量下降, 且对水分胁迫抗性强的马银花 IAA 含量下降尤为明显。旱涝交替胁迫处理前抗性强的马银花可能因其适应性强, 维持了较高的 GA 含量, 旱涝交替胁迫下, 2 种杜鹃花 GA 含量均显著下降, 且抗性强的马银花下降幅度较大, 说明抗性强的马银花通过减缓生长来适应水分胁迫的能力更强。CTK 对防止叶绿体解体、保持细胞膜结构的完整性、延缓衰老及清除自由基等都具有一定的作用<sup>[5]</sup>。本试验中, 抗性强的马银花在胁迫处理前也维持了较高的 CTK 含量, 且在旱涝交替胁迫下其 CTK 含量下降的幅度小于对水分胁迫敏感的鹿角杜鹃, 说明旱涝交替胁迫下抗性强的马银花不会因 CTK 降低而使其膜脂过氧化加剧和过快衰老, 也体现出了其对旱涝交替胁迫较好的适应能力。

植物内源激素间的生理效应既相互促进又相互拮抗<sup>[12-13]</sup>, 故激素间的平衡对植物生长发育有重要的调节作用。IAA、GA、CTK 能促进植物生长、延缓衰老, 而 ABA 则促进植物衰老, 其比值的变化对植物生长、发育、分化和衰老过程均起着重要的调节作用<sup>[5,11]</sup>。本试验表明, 旱涝交替胁迫下, 杜鹃花植株体内 IAA、GA、CTK 等促进植物生长的激素含量降低, 而 ABA 等抑制生长的激素增加, IAA/ABA、GA/ABA、CTK/ABA 比值均比处理前显著下降, 说明 4 种激素之

间协调总体趋势是向着关闭气孔、减缓植株正常生长有关代谢活动的方向进行, 而马银花在旱涝交替水分胁迫下这种内源激素协调能力更强, 这可能是在旱涝交替水分胁迫下其适应性方面更有优势的原因之一。试验中还发现旱后淹水胁迫 3 d 对杜鹃花叶片内源激素含量可产生部分补偿效应, 且补偿量马银花大于鹿角杜鹃, 具有原因有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 刘晓青, 苏家乐, 李 畅, 等. 杜鹃在园林中的应用[J]. 现代园林, 2013, 10 (10): 37-40.

[2] 张长芹. 杜鹃花[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

[3] 吴志伟. 长江中下游夏季风降水“旱涝并存、旱涝急转”现象的研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2006.

[4] 孙 燕, 朱伟军, 魏建苏, 等. 江苏夏季旱涝异常的时空变化特征[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(5): 723-730.

[5] 王 忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[6] 潘向艳, 季孔庶, 方 彦. 淹水胁迫下杂交鹅掌楸无性系叶片内源激素含量的变化[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2008, 32 (1): 29-32.

[7] 贾瑞丰, 杨曾奖, 徐太平, 等. 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.

[8] 周宇飞, 王德权, 陆樟镛, 等. 干旱胁迫对持绿性高粱光合特性和内源激素 ABA、CTK 含量的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47 (4): 655-663.

[9] 张明生, 谢 波, 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.

[10] 韩瑞宏, 张亚光, 田 华, 等. 干旱胁迫下紫花苜蓿叶片几种内源激素的变化[J]. 华北农学报, 2008, 23 (3): 81-84.

[11] 米银法. 猕猴桃实生苗对根际低氧胁迫的抗性评价及抗性生理机制研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.

[12] 张婷婷, 王四清. 外源激素对大花蕙兰花箭高度的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 155-157.

[13] 安焕霞, 王占林, 侯宽宽. 不同激素对青杞 1 号枸杞叶片愈伤组织诱导和生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(4): 59-61.