

文章编号: 1000-5692(2005)03-0282-04

# 新疆地区梭梭植物叶片内源激素的季节变化

李建贵<sup>1</sup>, 黄俊华<sup>1</sup>, 王强<sup>2</sup>, 阮晓<sup>2</sup>

(1. 新疆农业大学 林学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 浙江大学 宁波理工学院, 浙江 宁波 315100)

**摘要:** 以新疆地区的梭梭 *Haloxylon ammodendron* 叶片为研究对象, 从2003年5月至8月, 每隔15 d对梭梭叶片内激素进行测定, 研究其内源激素在自然干旱胁迫下的季节动态。结果表明, 自然干旱胁迫条件下, 梭梭叶片内赤霉素(GA)质量分数表现为波浪式下降的态势; 在生长前期叶片脱落酸(ABA)质量分数甚微, 盛夏期间, ABA迅速积累, 生长后期ABA急剧积累为生长发育过程的最高质量分数; 梭梭叶片内吲哚乙酸(IAA)的质量分数在整个生长季表现为下降的趋势; 细胞分裂素(CK)的质量分数变化趋势与IAA质量分数动态变化规律类似; 梭梭叶片内的CK/ABA的比值一直呈下降趋势。表1参14

**关键词:** 植物生理学; 梭梭; 植物生长调节物质; 季节变化

**中图分类号:** S718.43 **文献标识码:** A

梭梭是第三纪残遗种, 在亚洲和非洲干旱区为连续分布的地带性植被, 分布区处于亚非大陆温带和亚热带的干旱区, 在干旱区有11种, 我国境内有2种, 即梭梭 *Haloxylon ammodendron* 和白梭梭 *H. persicum*, 其中73.35%的面积分布于新疆。新疆极端干旱的生态环境对植物的生长来说是恶劣的。植物为适应这种条件, 一方面是在形态上产生相应的变化, 如叶片退化等, 另一方面就是生理适应, 其中内源激素调节是生理调节的重要途径。本文就以梭梭为材料, 对其生长季节中叶片的内源激素动态变化进行观察, 以揭示干旱胁迫下内源激素的生理调节作用。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验地基本情况

研究区地处古尔班通古特沙漠西缘, 属于温带荒漠地带。该区太阳总辐射量约  $535.9 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 年日照时数约为2700 h, 大于等于  $10^\circ\text{C}$  的积温为  $3600^\circ\text{C}$  左右, 年平均气温  $6.7^\circ\text{C}$ , 全年无霜期180 d。地带性土壤属荒漠-灰棕色荒漠土, 土壤类型主要为流沙、灰棕色荒漠土、龟裂土、盐土和草甸土等。植物类型有中亚荒漠和蒙古荒漠植物区系2种成分。主要植被类型有沙拐枣 *Calligonum*-白梭梭, 琵琶柴 *Reaumuria soongorica*-白刺 *Nitraria sibirica*-梭梭林, 短命植物-梭梭林。代表植物有梭梭, 对节刺 *Horaninovia ulicina*, 角果藜 *Ceratocarpus arenarius*, 独尾草 *Eremurus chinensis*, 三芒草 *Aristida pennata*, 琵琶柴, 白刺, 多枝柺柳 *Tamarix ramosissima*, 等。

收稿日期: 2004-07-06; 修回日期: 2005-04-01

基金项目: 新疆维吾尔自治区草地资源与生态重点实验室基金资助项目(XJDX0201-2004-3); “十五”新疆维吾尔自治区科技攻关重点项目(200231107); 新疆维吾尔自治区高等学校科研计划项目青年基金资助项目(XJEDU2004S12)

作者简介: 李建贵, 教授, 博士, 从事植物生态学和植物生理生态学等研究。E-mail: lijiangui@xjau.edu.cn

## 1.2 实验方法和过程

实验所用设备、装置和仪器主要有紫外发光光度计、恒温水浴锅、离心机、烘箱和电子天平等。在选定的地点共设样品采集点 3 个(3 点呈等边三角形分布, 2 点之间的距离约 50 m), 在每个采集点固定在 3 株梭梭上采集叶片, 共计 9 株样树。叶片样品采集时是在每点的 3 株树上采集梭梭叶片后混合, 装袋密封后用冰盒保存。

梭梭叶片采集自 2003 年 5 月 3 日始, 8 月 22 日止, 每隔 15 d 采集 1 次, 共采集 9 次。室内测定的项目包括赤霉素(GA), 脱落酸(ABA)、吲哚乙酸(IAA) 和细胞分裂素(CK)。

采集梭梭叶片样品 0.1 g 左右, 在液氮中研磨致干, 于 4 °C 加入 750  $\mu$ L 的甲醇, 超声震荡提取过滤, 1.2 万转离心 10 min, 弃沉淀。上清液真空冷冻干燥, 30  $\mu$ L 的 10% 乙腈溶解, HPLC 鉴定和分析溶液中植物激素的种类和质量分数。

HPLC 分析条件: Shimadzu class VP 溶剂输送泵, Shimadzu LC 10A TVP 自动进样器, Shimadzu LC 10A TVP PDA (发光阵列二极管)紫外检测器, Shimadzu temperature control module 控制体系温度 30 °C; Shim pack CLC-C<sub>8</sub>, 0.15m $\times$ 6.0 $\phi$  不锈钢柱; 系统压力: 156 kg $\cdot$ cm<sup>-1</sup>; 流速 1.5 mL $\cdot$ min<sup>-1</sup>, 分析时间 30 min; 检测波长为 250 nm; 流动相 A: 10% CH<sub>3</sub>CN, 加 CF<sub>3</sub>COOH 调节 pH 到 3.0; 流动相 B: 60% CH<sub>3</sub>CN。HPLC 分析用的植物激素标准物质赤霉素, 吲哚乙酸, 脱落酸, 6-苄基腺嘌呤和 2, 4-二硝基苯胺均为色谱纯的试剂, 购自于 Aldrich 公司。植物激素的峰通过标准物质外标法定量。其他化学试剂均为分析纯, 水为双蒸馏水, 所有试剂药品和需要分析的样品上柱前均过 0.45  $\mu$ m 的有机膜。

## 2 结果

### 2.1 梭梭叶片中赤霉素质量分数季节动态

从表 1 可以看出, 梭梭叶片内赤霉素质量分数在叶片萌发时最高, 达到 285.37 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 随着时间的推移, 叶片内赤霉素逐步下降, 至 6 月中旬降到最低, 为 97.65 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>。随后叶片内赤霉素质量分数又有所上升, 至 7 月底达到第 2 次高峰, 然后又开始下降。整个季节内, 梭梭叶片内赤霉素质量分数表现为波浪式下降的态势。

### 2.2 梭梭叶片中脱落酸质量分数季节动态

梭梭叶片内脱落酸的质量分数在整个生长季表现为上升的趋势(表 1), 其中从叶片萌发的 5 月初到 6 月底, 梭梭叶片内脱落酸很低, 平均为 0.22 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 脱落酸增加十分缓慢。从 7 月上旬开始, 梭梭叶片内脱落酸开始迅速增加, 7 月 12 日仅为 2.01 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 到 7 月底达到 12.18 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 随后呈直线上升, 至 8 月底已达到 75.66 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>。

梭梭叶片内脱落酸变化与脱落酸的特性有密切的关系。叶片初始萌发到 6 月底, 叶片生长旺盛, 气温也相对较低, 因此叶片内脱落酸质量分数较小。7 月初至 8 月底, 一方面气温迅速上升, 导致称为“逆境激素”的脱落酸迅速增加, 另一方面, 进入 8 月, 叶片生长趋缓, 作为抑制生长的激素脱落酸也大量增加。

### 2.3 梭梭叶片中吲哚乙酸质量分数季节动态

梭梭叶片内吲哚乙酸的质量分数在整个生长季表现为下降的趋势(表 1), 即叶片刚萌发时吲哚乙酸最高, 达到 196.10 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>。此时表现为叶片生长旺盛, 随后叶片内吲哚乙酸的质量分数迅速下降, 至 6 月中旬达到最低点, 为 3.18 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 此后, 梭梭叶片内吲哚乙酸的质量分数虽有所增加, 但上升幅度较小, 仅为 15.1 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 远低于前期高点。

### 2.4 梭梭叶片中细胞分裂素质量分数的季节动态

梭梭叶片内细胞分裂素质量分数变化趋势与吲哚乙酸动态变化规律类似。在叶片萌发阶段, 叶片内细胞分裂素质量分数最高, 达到 24.77 ng $\cdot$ g<sup>-1</sup>, 随后开始下降, 但下降速度低于吲哚乙酸的下降速度, 其低点出现的日期较吲哚乙酸晚半个月左右。随后, 叶片内细胞分裂素的质量分数开始有所上升, 至 7 月底达到第 2 次高点。

## 2.5 梭梭叶片中细胞分裂素/脱落酸比值季节动态

因细胞分裂素与脱落酸在控制叶片气孔开合方面的作用是相拮抗的, 脱落酸能有效地促进叶片气孔的关闭, 而细胞分裂素的作用恰好相反, 使气孔在失水时不能迅速关闭, 所以脱落酸能缓解植物体内水分亏缺, 细胞分裂素却加剧植物体内的水分亏缺, 因此在干旱条件下, CK/ABA 的比值对于植物的抗旱性具有重要的作用, CK/ABA 比

值的减少可能是一种保护性反应, 有利于植物体内保持良好的水分状态。从表 1 可以看出, 梭梭叶片内的 CK/ABA 的比值一直呈下降趋势, 在最为炎热的 8 月降到最低, 仅为 0.070 8, 是最高值 91.740 7 的 0.077%, 这可保证梭梭叶片在干旱条件下迅速关闭气孔, 减少体内水分散失。这对于梭梭在高温干旱条件下的生存是极为有利的。

## 3 结论与讨论

在干旱荒漠地区, 植物生长发育的主要限制因子是水分。在干旱胁迫下, 植物不断丢失水分, 同时又以各种方式保持水分平衡, 产生许多适应性变化来提高生存能力。其主要途径有: 调节生长发育速率, 改变代谢调节途径, 清除自由基, 提高细胞膜的稳定性, 渗透调节和气孔调节等。植物体内激素如生长素、细胞分裂素、脱落酸、赤霉素和乙烯等在提高植物抗逆性方面能够发挥重要作用而受到高度重视, 这对于农业生产具有重要的作用, 因而在农作物方面的研究成果较多<sup>[1-6]</sup>, 但是在荒漠植物方面的研究较少, 有关梭梭这方面研究的报道也很少。

梭梭是我国西北地区, 特别是干旱区生长的一种重要的超旱生植物。鉴于目前在梭梭抗旱性方面虽然已有少量的研究报道, 但是直接以自然生长状态下的梭梭为试验对象的研究报道不多。周培之<sup>[7]</sup>先生指出“梭梭是在十分干旱的环境中形成的物种, 试验证明只有在沙漠原生环境下才能保持它的正常特性, 如将其转入中生植物生长的环境, 其代谢特性就会发生巨大改变, 所以不能取培养皿中培养的实生苗或温室盆栽苗作为试验材料。”有鉴于此, 在进行本研究时, 决定以原生环境中自然生长的梭梭为试验材料, 以此探讨在自然状态下梭梭植物叶片内源激素的动态规律以及它们在梭梭抗旱机制中的作用。

目前普遍认为, 在植物感受到水分胁迫时, 促进生长的激素如生长素、细胞分裂素和赤霉素在植物体内的质量分数会降低, 而抑制生长的激素如脱落酸和乙烯质量分数会提高, 以提高植物的抗逆性<sup>[8-14]</sup>。本研究表明, 梭梭叶片中生长素、细胞分裂素、赤霉素和脱落酸的质量分数变化也表现为这种趋势。众所周知, 在大气温度较高时, 土壤的含水量也会下降, 因此植物可能会同时受到高温胁迫和水分胁迫的压力。

水分胁迫对赤霉素的影响报道极少。梭梭叶片中赤霉素的质量分数呈波浪型下降的趋势, 这与柽柳属 *Tamarix* 植物在干旱胁迫下总体表现为上升(少数种甚至在干旱后期大量增加)的特点<sup>[13]</sup>有明显差别。

作为一种超旱生植物, 梭梭在干旱胁迫下体内的一些生理生化反应表现出一些特殊性, 其抑制生长的激素脱落酸等的大量累积和促进生长的内源激素生长素、细胞分裂素和赤霉素等的相对下降, 这有利于提高梭梭在极端干旱环境下的生存能力, 这可部分解释梭梭能够在十分干旱的条件下生长的原因, 有利于揭示梭梭的抗旱机制。

表 1 梭梭叶片中内源激素的变化

Table 1 Changes of plant growth regulating substances in *Haloxylon ammodendron* leaves

日期 (月-日)	内源激素(鲜质量) / (ng·g <sup>-1</sup> )				CK/ABA
	GA	ABA	IAA	CK	
05-03	285.37	0.27	196.10	24.77	91.7407
05-17	194.68	0.22	108.50	12.43	56.5000
05-31	175.11	0.36	47.35	8.78	24.3889
06-14	97.65	0.72	3.18	4.97	6.9028
06-29	99.10	0.79	4.07	4.35	5.5063
07-12	179.02	2.01	9.53	4.32	2.1493
07-26	209.31	12.18	12.10	6.30	0.5172
08-09	165.84	62.32	15.10	6.27	0.1006
08-22	145.53	75.66	9.02	5.36	0.0708

## 参考文献:

- [1] 武维华. 植物生理学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [3] 刘友良. 植物水分逆境生理[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [4] 管康林. 生物学若干问题的世纪回顾[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 93-101.
- [5] 黄益红, 陈杜满. 二氧化硫污染对马尾松生长影响的相关研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(2): 127-130.
- [6] 严逸伦, 严其鹏. 杉木樟树混交林根系生理的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(1): 20-22.
- [7] 周培之, 侯彩霞, 陈世明. 超旱生小乔木梭梭对水分胁迫的某些生理生化特殊性[J]. 干旱区研究, 1988(1): 1-8.
- [8] 尹艺林. 脱落酸与植物抗旱性及其机理研究的进展[J]. 安庆师范学院学报: 自然科学版, 1996, 2(4): 30-63.
- [9] 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.
- [10] 马宗仁, 刘荣堂. 牧草抗旱生理学[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1993.
- [11] 陆卫, 贾敬芬. 盐胁迫下外源 ABA 对谷子耐盐愈伤组织生理生化特性的影响[J]. 植物生理学报, 1997, 23(1): 61-66.
- [12] 许旭旦. ABA 等内源激素与植物的抗旱性[J]. 植物生理学通报, 1988, 24(1): 1-8.
- [13] 王霞, 侯平, 尹林克, 等. 土壤缓慢水分胁迫下柽柳植物内源激素的变化[J]. 新疆农业大学学报, 2000, 23(4): 41-43.
- [14] 周明兵, 汤定钦. 高等植物赤霉素生物合成及其关键酶的研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(3): 344-348.

## Seasonal changes of endogenetic hormones in leaves of *Haloxylon ammodendron* in Xinjiang

LI Jian-gui<sup>1</sup>, HUANG Jun-hua<sup>1</sup>, WANG Qiang<sup>2</sup>, RUAN Xiao<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Wulumuqi 830052, Xinjiang, China; 2. Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

**Abstract:** The contents of hormones in the leaves of *Haloxylon ammodendron* in Xinjiang Uygur Autonomous Region of China were tested every 15 days through May to August to study the seasonal change of endogenetic hormones under natural drought stress. The results showed that content of GA dropped fluctuantly. In the early growing period, content of ABA was very small, but it accumulated quickly in summer, and it reached the highest level in the late growing period. Content of IAA decreased in the whole growing period. The change of CK content was similar to that of IAA. The ratio of CK and ABA kept on decreasing. [Ch, 1 tab. 14 ref.]

**Key words:** plant physiology; *Haloxylon ammodendron*; plant growth regulating substances; seasonal change