

九龙江口秋茄和白骨壤的 渗透调节剂及其贡献*

赵可夫 冯立田 卢元芳 范海

(山东师范大学逆境植物研究所 济南 250014)

提要 于1994年和1995年,在福建省九龙江口龙海市海岸采集秋茄和白骨壤样品,采用原子吸收分光光度法、滴定法和比色法分析了其叶片组织中无机和有机渗透调节剂的含量及其贡献。结果表明,秋茄和白骨壤的无机渗透调节剂在总渗透调节中的贡献分别为87.8%和87.4%,有机渗透调节剂的贡献仅分别为12.2%和12.6%。在无机渗透调节剂中, Na^+ 和 Cl^- 占主导地位,其次为 K^+ ,而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 NO_3^- 的贡献很小;在有机渗透调节剂中,可溶性糖占主导地位,游离氨基酸和有机酸的贡献较小。另外,秋茄和白骨壤根据分析的无机和有机渗透调节剂浓度计算出的渗透调节能力均小于实测值,说明存在其它一些未知的渗透调节剂。

关键词 秋茄 白骨壤 渗透调节剂 渗透调节能力

学科分类号 Q945.1

红树林是热带和亚热带海岸潮间的木本植物群落,在保护堤岸上具有重要作用,而且是木料、鞣质、肥料、鱼虾饵料和医药的重要资源(陈树培等,1980)。中国红树林主要分布在海南、广东、广西、福建、台湾等省的沿海岸地区,共37种,占世界红树林种类的1/3以上。近年来我国红树林的研究已全面展开(林鹏,1987),对其区系分布(林鹏等,1981)、物质流(Twilley *et al.* 1986)、能量流(林光辉等,1988)、生理生态(林鹏等,1991)及应用(唐培雷,1982)都有较深入的研究。比较而言,对红树林的海水适应生理,特别是渗透调节机理这一盐生植物的重要适应手段之一的研究较少。本文报告九龙江口秋茄和白骨壤的渗透调节剂及其贡献的研究结果,以期为进一步了解红树林的抗盐机理提供科学依据。

1 材料和方法

自然生长的秋茄[(*Kandelia candel* (L.) Druce)和白骨壤[(*Avicennia marina* (Forsk) Vierh)]叶片于1994年和1995年8—9月采自福建省龙海市浮宫镇海岸。该林带为1931年生人工种植的秋茄林,白骨壤为其伴生植物。该地区属南亚热带气候,东经 $117^{\circ}23'$,年均气温 21°C ,年均降水量1365.1mm,年均相对湿度81%,土壤含盐量为1.5%—2.1%,pH值接近7,海水总盐度为17.1。进行有机和无机渗透调节剂的分析,测定渗透势,并分别计算各种渗透调节剂在总渗透调节中的贡献。

* 国家自然科学基金资助项目,39670083号。赵可夫,男,出生于1932年12月,教授,博士生导师, Fax: 0086-0531-2966954

收稿日期: 1997-03-05, 收修改稿日期: 1998-07-28

1.1 无机渗透调节剂的测定

Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺用原子吸收分光光度计(日立 Z-8000型)测定; Cl⁻用滴定法测定(波饮诺克, 1981); NO₃⁻用比色法测定(波饮诺克, 1981)。

1.2 有机渗透调节剂的测定

可溶性糖用蒽酮比色法测定(薛应龙, 1985); 游离氨基酸用茚三酮比色法测定(西北农业大学, 1985); 有机酸用 NaOH滴定法测定(西北农业大学植物生理生化教研室, 1986)。

1.3 渗透调节能力的测定

植物组织的渗透调节能力用冰点渗透计测定。取一定量的植物叶片置于液氮中, 15min后取出放入塑料注射器中, 溶冰后压出汁液, 用冰点渗透计测定汁液的渗透势。

1.4 渗透调节能力的计算

将无机和有机渗透调节剂的摩尔浓度代入 $P = iCRT$ 公式(其中, P 为压力, i 为离子活度系数, R 为气体常数, C 为摩尔浓度, T 为绝对温度), 求出各种渗透调节剂的 P , 求出有机和无机渗透调节剂的 P 的总和, 再计算各种渗透调节剂占总渗透调节的百分比。

2 结果

2.1 有机和无机渗透调节剂的浓度

由表 1 可知, 在秋茄和白骨壤叶片组织中的无机渗透调节剂中, Na⁺ 和 Cl⁻ 的含量占主要成分。两种植物中的 Cl⁻、Ca²⁺、Mg²⁺ 和 NO₃⁻ 含量比较接近, 但秋茄中的 Na⁺ 和 K⁺ 含量分别比白骨壤中的含量低 13% 和 42%。两种植物中的各种有机渗透调节剂含量相差不大, 秋茄中的含量稍高于白骨壤; 在有机渗透调节剂中, 可溶性糖含量最高, 其次为游离氨基酸和有机酸。

表1 秋茄和白骨壤叶片中的有机和无机渗透调节剂含量 (mmol/L)

Tab.1 Content of organic and inorganic osmotica in the leaves of *Kandelia candel* and *Avicennia marina* (mmol/L)

红树种类	无机渗透调节剂含量						有机渗透调节剂含量		
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	可溶性糖	游离氨基酸	有机酸
秋 茄	400±8.0	184.6±4.6	84.6±1.5	53.8±1.3	61.5±0.9	446.2±13.2	130.8±2.6	92.3±2.8	69.2±1.0
白骨壤	461.2±9.2	263.8±6.1	69.2±1.1	50.8±0.6	61.5±0.8	446.3±15.2	148.5±3.0	96.9±1.9	81.5±1.3

2.2 不同渗透调节剂对总渗透调节的贡献

两种植物中的不同渗透调节剂对植物总渗透调节的贡献情况见表 2。由表 2 可知, 秋茄和白骨壤的无机渗透调节剂对植物的渗透调节贡献最大, 分别占 87.8% 和 87.4%, 而它

表2 不同渗透调节剂对秋茄和白骨壤叶片总渗透调节能力的贡献

Tab.2 Contribution of different osmotica to the total osmotic adjustment ability in leaves of *Kandelia candel* and *Avicennia marina*

红树种类	渗透调节能力 (bar)		无机渗透调节剂的贡献 (%)								有机渗透调节剂的贡献 (%)			
	实测值	计算值	总和	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	总和	可溶性糖	游离氨基酸	有机酸	
秋茄	35.26	33.08	87.80	34.5	19.4	0.73	0.39	0.45	32.22	12.2	10.9	0.60	0.70	
白骨壤	32.19	29.53	87.40	33.3	15.3	0.70	0.47	0.54	37.10	12.6	11.2	0.60	0.80	

们的有机渗透调节剂的贡献分别只占 12.2% 和 12.6%。

在无机渗透调节剂中,秋茄中的 Na^+ 和 Cl^- 的贡献占主要地位,其次为 K^+ ,而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 NO_3^- 含量的总和只占不到 2%;白骨壤中的无机离子在渗透调节中的贡献情况与秋茄类似,不同的是秋茄中 Na^+ 的贡献大于 Cl^- ,而白骨壤中 Cl^- 的贡献大于 Na^+ 。

在有机渗透调节剂中,秋茄和白骨壤中的可溶性糖在渗透调节中的贡献占主要地位,分别占 10.9% 和 11.2%,游离氨基酸和有机酸之和分别占 1.3% 和 1.4%。

由表 2 还可知,从所测得无机和有机物质含量计算出来的秋茄和白骨壤渗透调节能力均低于实测值,计算值分别较实测值低 2.18bar 和 2.66bar。

3 讨论

秋茄和白骨壤中渗透调节剂的含量(表 1)及其在渗透调节中的贡献(表 2)以无机盐为主,主要是 Na^+ 和 Cl^- ,其次是 K^+ ,再次是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 NO_3^- 等,无机离子在渗透调节中的贡献约占 88%,而有机物质的贡献约占 12%,显然它们具备典型的双子叶盐生植物的特点。

秋茄是一种稀盐植物,其叶片具有一定程度肉质化;而白骨壤因为具有盐腺(Flowers *et al.*, 1986),一般被认为是一种泌盐植物。从其离子含量看,这两种植物都不十分典型,其抗盐机理不是单一的,实际上白骨壤的叶片也有一定的肉质化,具一定稀盐能力,而且取样时间是八、九月份,此时白骨壤叶片盐腺的分泌量也较低,植物体中的盐分仍然相当高,所以生长在同一环境的这两种植物叶片含盐量基本相似。

根据这两种植物分析的无机或有机渗透调节剂的浓度计算出的总渗透调节能力小于实测值,主要原因是红树林植物体内有很多种可以作为渗透调节剂的物质,而本文只分析了 6 种无机离子和 3 种有机物质。例如,最近 Popp 等(1995)报道,红树林植物中的有机渗透调节剂还有多胺类物质、季胺化合物等,例如白骨壤中就含一定量(60mmol/L)的季胺化合物。

秋茄和白骨壤是小乔木,植株高度分别为 5—6m 和 1—2m,其叶片的渗透势较一般草本盐生植物高(张海燕等,1998),这有利于其长距离的水分运输。关于红树林植物叶片中细胞器间的离子分布尚未见报道,如能进一步了解细胞器间的无机和有机渗透调节剂的分布,对了解其渗透调节机理将会有更大的推动作用,这将是今后研究红树林植物渗透调节机理的重要方向。

参 考 文 献

- 西北农业大学主编,1985.基础生物化学实验指导.西安:陕西科技出版社,51—53
西北农业大学植物生理生化教研室编,1986.植物生理学实验指导.西安:陕西科技出版社,122—123
张海燕,赵可夫,1998.不同盐度下碱蓬幼苗渗透调节剂及其在渗透调节中的贡献.植物学报,40(1): 56—61
陈树培,林 鹏,1980.红树林.见:吴征镒主编.中国植被.北京:科学出版社,402—410
林 鹏,1987.红树林种类及其分布.林业科学,23(4): 281—490
林 鹏,韦信敏,1981.福建亚热带红树林生态学的研究.植物生态学与地植物学丛刊,5(3): 177—186
林 鹏,林光辉,1991.几种红树林植物热值和灰分含量的研究.植物生态学与地植物学学报,15(2): 114—120
林光辉,林 鹏,1988.海莲、秋茄两种红树群落能量的研究.植物生态学与地植物学学报,12(1): 31—39
唐培雷,1982.红树林之利用.中华林学学报,15(3): 51—56

薛应龙主编, 1985. 植物生理学实验手册. 上海: 上海科技出版社, 134

波钦诺克 X H 著, 荆家海, 丁钟荣译, 1981. 植物生物化学分析方法. 北京: 科学出版社, 29—31, 111—112

Flowers T J, Hjbghen M A, Clipson N J W, 1986. Halophytes. Quarterly Rev Biol, 61(3):313—337

Popp M, Albert R, 1995. The Role of Organic Solutes in Salinity Adaptation of Mangroves and Herbaceous Halophytes. In: Kham M A, Ungan J A ed. Biology of Salt Tolerant Plants. Michigan, USA: Book Crafters, 613E, Industrial Drive, 139—149

Twilley R R, Lugo A E, Patterson-Zucca C, 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forest in southwest Florida. Ecology, 67(3):670—680

THE OSMOTICA AND THEIR CONTRIBUTIONS TO THE OSMOTIC ADJUSTMENT FOR *KANDELIA CANDEL* (L.) DRUCE AND *AVICENNIA MARINA* (FORSK) VIERH GROWING IN THE JIULONGJIANG RIVER ESTUARY

ZHAO Ke-fu, FENG Li-tian, LU Yuan-fang, FAN Hai

(Institute of Plant Stress, Shandong Normal University, Jinan, 250014)

Abstract The osmotica and their contributions to the osmotic adjustment in the *Kandelia candel* (L.) Druce and *Avicennia marina* (Forsk) Vierh growing in the Fujian Jiulongjiang River Estuary were studied. The results show that the contribution of inorganic osmotica to the total osmotic adjustment was greater than organic osmotica, the contribution of inorganic osmotica being 87.8% and 87.4% respectively, in *K. candel* and *A. marina* and the organic osmotica being only 12.2% and 12.6%, respectively. Among the inorganic osmotica, the contribution of Na^+ and Cl^- was dominant, then K^+ , whilst the contributions of Ca^{2+} , Mg^{2+} and NO_3^- were all much smaller. Among the organic osmotica, the soluble sugars made the most contribution, accounting for 10.9% and 11.2% of the total osmotic adjustment respectively in *K. candel* and *A. marina*, but the free amino acids and organic acids made much less contribution. In addition, the calculated osmotic adjustment abilities in the two mangrove species, according to the analyzed concentrations of inorganic and organic osmotica, were less than the actually measured ones, indicating that there were some other unknown osmotica which made contribute to the total osmotic adjustment to some extent.

Key words *Kandelia candel* (L.) Druce *Avicennia marina* (Forsk) Vierh Osmotica Osmotic adjustment ability

Subject classification number Q945.1