

# 红树植物秋茄和红海榄叶片元素含量及季节动态的比较研究

王文卿, 林 鹏

(厦门大学生命科学院, 厦门 361005)

**摘要:**研究了福建九龙江口秋茄(*Kandelia candel* L.)和红海榄(*Rhizophora stylosa* G.)成熟叶片 N、P、K、Na、Ca、Mg 和 Cl 等元素含量的季节变化和元素间的关系。结果表明秋茄和红海榄同为红树科树种, 生境相同且同属拒盐植物, 但在元素积累及季节变化模式上存在较大差别。秋茄和红海榄叶片高盐分和 Ca 含量及低 K/Na 比, 这是它们对盐渍生境的一种适应。秋茄无机渗透调节剂(主要指  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  和  $Cl^-$ )含量夏季高于冬季, 而红海榄与之完全相反。秋茄能够通过主动积累有机渗透调节剂来适应低温, 而红海榄不能。对秋茄和红海榄抗寒机制进行了讨论。

**关键词:**红树林; 秋茄; 红海榄; 叶片; 元素; 季节动态

## Comparative study on seasonal changes in element concentrations in leaves of *Kandelia candel* and *Rhizophora stylosa* at Jiulongjiang estuary

WANG Wen-Qing, LIN Peng (School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** The seasonal changes of N, P, K, Na, Ca, Mg and Cl concentrations in the mature leaves of *Kandelia candel* L. Druce and *Rhizophora stylosa* Griff at Jiulongjiang estuary were studied in the resent study, and the relationships among elements were discussed. Although *K. candel* and *R. stylosa* all belong to *Rhizophoraceae* and salt-exclusion types and occur on the same habitat, they were different in the patterns in terms of element accumulation and seasonal changes. The leaves of *K. candel* and *R. stylosa* were rich in salts and Ca, with lower K/Na ratio, indicating *K. candel* and *R. stylosa* are adaptive to saline environments. The inorganic osmotica ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Cl^-$ ) in warm season were higher than that in cold season in *K. candel*. However, they were lower than that in cold season in *R. stylosa*. *K. candel* could accumulate organic osmotica to adapt itself to low temperature, but *R. stylosa* could not. The cold resistant mechanisms of them were also discussed.

**Key words:** mangroves; *Kandelia candel*; *Rhizophora stylosa*; leaf; element; seasonal dynamics

文章编号: 1000-0933(2001)08-1233-06 中图分类号: Q948 文献标识码: A

植物的化学成分是反映植物在一定的生境下从土壤中吸收和蓄积矿质养分的能力, 这与树种的遗传特性有关。研究植物的化学成分及其季节变化对揭示树种的营养需求及其对气候变化的反应均有重要意义。有关陆生植物尤其是针叶树种叶片养分含量的季节变化已有不少研究<sup>[1~3]</sup>。近年来, 许多学者从光合<sup>[4~6]</sup>、蒸腾<sup>[5, 7]</sup>、气孔导度<sup>[5, 7]</sup>、水势<sup>[8]</sup>和热值<sup>[9]</sup>的季节变化及物候<sup>[10]</sup>等角度对红树植物的生理生态进行了一系列研究。而有关红树植物叶片养分含量的季节变化的研究还未见报道。温度是限制红树植物分布的主要气象因子<sup>[11]</sup>。本文以生长于完全相同生境下的抗寒能力差别较大的秋茄(*Kandelia candel* L. Druce)

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No 39670135)

收稿日期: 1999-11-22 修回日期: 2000-03-17

作者简介: 王文卿(1971~), 男, 浙江义乌人, 博士, 副研究员。主要从事植物抗盐生理生态学和耐盐植物资源的筛选研究。

和红海榄(*Rhizophora stylosa* Griff)为研究对象,通过叶片元素含量及其季节变化的比较研究,揭示红树植物的抗盐及抗低温特性。

## 1 材料与方法

### 1.1 样地概况

研究对象为秋茄和红海榄,研究地点位于福建龙海市九龙江河口南岸的浮宫镇草埔头村附近(24°24'N, 117°55'E),本地属南亚热带海洋性气候,年均温 20.9~21.0℃,极端最低温-1.7~0.9℃,平均年降雨量 1365.1 mm,相对湿度 81%,月均温见表 1。秋茄林为 1962 年人工营造的秋茄纯林,林缘有少量白骨壤(*Avicennia marina*)和桐花树(*Aegiceras corniculatum*)伴生,群落郁闭度 0.9,平均树高 5.5 m。红海榄于 1987 年从海南岛引种,高 1.8~2.5m,目前生长良好,冬季没有发生任何可见的寒害症状,且已开花结果,但不能产生可育的胚轴。样地处于中潮带,每天 2 次的涨潮均能淹及土壤,海水盐度为 3.3‰~26.8‰,土壤盐度 16.3‰±3.1‰。

表 1 九龙江口月均温(1980~1992 年的平均值)

Table 1 Mean monthly temperature at Jiulongjiang estuary (mean values from 1980 to 1992)

月份 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月均温(℃) Mean monthly temperature	13.0	13.2	15.6	19.5	23.5	26.8	28.8	28.7	26.7	23.3	19.1	14.6

### 1.2 材料

选择年龄、高度及生长状况较一致的秋茄 50 株、红海榄 20 株并标志。从 1995 年 1~12 月每月在标志植株树冠外围随机选取成熟叶 1 片,成熟叶一般指从上往下数第 3 对叶。在采样过程中撇开受病虫害及机械损伤的叶片。叶片采集后立即带回实验室。叶片经蒸馏水冲洗后 80℃烘干,称重,磨粉备用。测定 N、P、K、Na、Ca、Mg 和 Cl 等元素。

### 1.3 测定方法

植物样品经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化后 N 含量用纳氏试剂比色法测定,P 用钼锑抗比色法测定<sup>[12, 13]</sup>。Cl 用 AgNO<sub>3</sub> 滴定法测定<sup>[14]</sup>。样品经 HClO<sub>4</sub>-HNO<sub>3</sub> 消化后 K、Na、Ca、Mg 用 WFX-IB 型原子吸收分光光度计(北京第二分析仪器厂)测定。

## 2 结果

### 2.1 元素含量的种间差异

各树种叶片元素含量季节变化见图 1,其统计结果见表 2。从图 1 及表 2 可看出,秋茄和红海榄虽然同为红树科植物且占据相同生境,但叶片元素含量存在种间差异。叶片 N 和 Ca 含量顺序为秋茄>红海榄;秋茄和红海榄叶片 P、K 和 Ca 含量差异不显著(t 值分别为 1.041、1.542 和 0.575);叶片 Na 含量顺序为红海榄>秋茄;叶片 Cl 含量顺序为红海榄>秋茄。秋茄元素含量大小顺序为 Cl>Na>N>Ca>K>Mg>P,红海榄为 Cl>Na>Ca>N>K>Mg>P,两者基本相同。虽然物种间元素含量存在差异,但有其共同特点,就是这两种红树植物叶片盐分(指 Na 和 Cl)和 Ca 含量均很高。秋茄叶片盐分含量平均为 33.00 mg/g,变化范围为 27.4~39.4 mg/g,红海榄叶片盐分含量平均为 48.01mg/g,变化范围为 42.30~55.40mg/g,远高于一般的陆生植物。秋茄和红海榄叶片 Ca 含量平均为 15.40 和 15.99 mg/g。

### 2.2 叶片元素含量的月变化

秋茄、木榄和红海榄成熟叶元素含量存在一定的季节变化。

秋茄叶片 N 含量在 11 月份至翌年 4 月份的冬春季较高,5~10 月份间月均温高于 20℃,叶片 N 含量就低。相关分析表明,秋茄叶片 N 含量与月均温极显著负相关( $r = -0.788, p < 0.01$ )。红海榄叶片 N 含量与月均温存在显著的负相关关系。秋茄和红海榄叶片 P 的季节变化模式和 N 相似,都是冬春季含量较高,生长旺盛的夏季下降,秋季气温降低后又逐渐上升,它们与月均温均极显著负相关,相关系数分别为 -0.799 ( $p < 0.01$ ) 和 -0.827 ( $p < 0.01$ )。秋茄叶片 K 含量在 4 月份有一高峰,8、9 月份较低,红海榄则在 11 月至 1 月份间含量高于其他月份。相关分析结果表明,秋茄和红海榄叶片 K 含量与月均温之间的相关关系

均不显著。红海榄叶片的 Na 含量从 1 月份开始逐渐下降,至 6 月份达最低值,然后又开始逐渐上升,于 10 月份达最高值,而后一直保持较高水平。虽然红海榄叶片 Na 含量与气温的相关关系不显著( $r = -0.323, p > 0.1$ ),但在低温季节保持较高的水平。秋茄叶片 Na 含量季节变化不明显。秋茄叶片 Ca 含量在生长旺盛的夏季明显高于其他季节,与月均温显著正相关( $r = 0.629, p < 0.05$ )。红海榄叶片 Ca 含量从 2 月份开始逐渐下降,至 9 月份达最低值,而后又开始上升。从 1 月份开始,秋茄叶片 Mg 含量逐步上升,4 月份达最大值,然后又开始下降,4~7 月份 Mg 含量明显高于其他月份。而红海榄叶片 Mg 含量季节变化不明显。叶片 Cl 含量变化趋势秋茄和红海榄完全相反。秋茄叶片 Cl 含量在高温季节高于低温季节,与月均温极显著正相关,相关系数为 0.921( $p < 0.01$ );而红海榄叶片 Cl 含量则是低温季节明显高于高温季节,与月均温显著负相关( $r = -0.571, p < 0.05$ )。

表 2 九龙江口红树植物叶片元素含量(mg/g)季节变化的统计结果(1995.01~12)

Table 2 Statistic results of monthly element concentrations (mg/g) in the mature leaves of mangroves at Jiulongjiang estuary

		N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl
秋茄 <i>Kandelia candel</i>	平均 Mean	15.70	1.54	9.50	16.30	15.40	4.90	16.70
红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>		11.93	1.61	10.30	19.73	15.99	7.18	28.28
秋茄 <i>K. candel</i>	变异系数 CV	15.67	15.66	12.10	10.44	20.48	16.38	16.05
红海榄 <i>R. stylosa</i>		11.70	11.61	8.74	11.59	12.09	3.26	14.00

$K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^-$  和  $NO_3^-$  是高温季节红树植物叶片中主要的无机渗透调节剂,而  $NO_3^-$  在红树植物中所起的作用相对较小<sup>[15]</sup>,所以这里只考虑  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  和  $Cl^-$  5 种。从图 1 可看出,无机渗透调节剂总量也存在明显的季节变化,秋茄和红海榄叶片无机渗透调节剂总量季节变化趋势完全相反。从 1 月份开始,秋茄无机渗透调节剂总量逐步上升,至 7 月份达最大值,然后又逐步下降,7 月份无机渗透调节剂总量比 1 月份高 40.1%;而红海榄叶片无机渗透调节剂总量逐步下降,至 8 月份达最低,而后又开始逐步上升,12 月份无机渗透调节剂总量比 8 月份高 31.8%。秋茄叶片无机渗透调节剂总量与月均温极显著正相关( $r = 0.833, p < 0.01$ ),而红海榄叶片无机渗透调节剂总量与月均温显著负相关( $r = 0.689, p < 0.05$ )。

表 3 九龙江口红树植物成熟叶元素含量(mg/g)与月均温(°C)直线回归方程的相关系数

Table 3 Correlation coefficients of linear regressive equations between element concentration and monthly mean temperature

	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cl	Na+Cl
秋茄 <i>Kandelia candel</i>	-0.788**	-0.779**	-0.195	0.496*	0.629*	0.350	0.921**	0.853**
红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	-0.597*	-0.827**	-0.180	-0.203	-0.561	-0.227	-0.571*	-0.578*

\*\* :  $p < 0.01$  \* :  $p < 0.05$  红海榄 Na+Cl 与月均温呈指数相关( $y = 60.83e^{-0.0114x}$ )

The concentration of Na + Cl was exponentially correlated with monthly mean temperature ( $y = 60.83e^{-0.0114x}$ )

### 2.3 元素之间的关系

作者考察了元素含量月变化趋势之间的关系。秋茄叶片 N、P 和 K 含量的季节变化趋势基本相同,尤其是 N 和 P 的季节变化趋势完全相同,它们之间极显著线性正相关( $r = 0.951, p < 0.01$ ),而 K 则比 N 和 P 滞后 1 个月。红海榄叶片 N 含量和 P 含量变化趋势也基本相同,但与 K 的差别较大。秋茄和红海榄叶片 Na 与 Cl 的季节变化趋势也基本相同,其中红海榄叶片 Na 和 Cl 之间极显著正相关( $r = 0.797, p < 0.01$ )。红海榄叶片 K 和 Na 含量的变化趋势相同,它们之间呈显著正相关( $r = 0.619, p < 0.05$ ),而秋茄叶片的 K 和 Na 含量的变化趋势相反。红海榄叶片的 Na 和 Ca 含量的变化趋势完全相反,它们之间显著负相关( $r = -0.614, p < 0.05$ )。秋茄叶片的 Na 与 Ca 之间不存在这种关系。由此可见,红海榄和秋茄在叶片元素积累模式上也存在一定的差异。

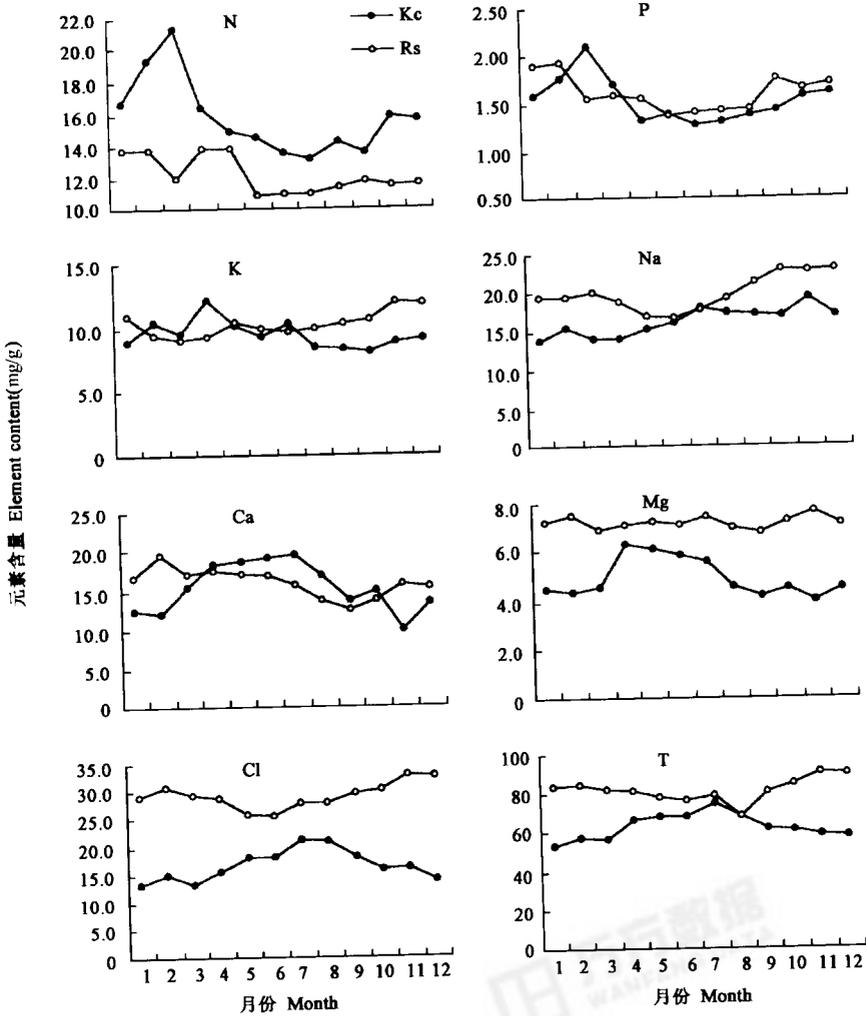


图1 九龙江口红树植物秋茄和红海榄成熟叶片元素含量的季节动态

Fig. 1 Monthly changes in element concentrations (mg/g) in the mature leaves of *Kandelia candel* (Kc) and *Rhizophora stylosa* (Rs) at Jiulongjiang estuary

T: Total of K, Na, Ca, Mg and Cl

3 讨论

一般来说,叶片养分元素含量能成功地反映树体养分供应水平,但叶片养分含量受季节、树体营养平衡等多种因素制约<sup>[16]</sup>。秋茄和红海榄同为红树科植物,在抗盐特征上同属拒盐红树植物,且占据相同生境,但在元素季节变化模式上表现出较大差异。秋茄和红海榄叶片 N 和 P 含量的季节变化趋势相似,N、P 浓度与月均温显著负相关,也就是说冬春季秋茄、红海榄叶片的 N、P 含量较高,这可能是它们为增强对低温的抗性而积累营养物质所致。但 K、Na、Ca、Mg 和 Cl 含量的季节趋势方面存在较大差异(图 1,表 3)。这些差异的综合表现就是秋茄和红海榄叶片的无机渗透调节剂总量的季节变化趋势截然相反。秋茄叶片无机渗透调节剂总量与月均温极显著正相关( $r=0.833, p<0.01$ ),而红海榄叶片无机渗透调节剂总量与月均温显著负相关( $r=0.689, p<0.05$ )。

气温是影响红树植物分布最重要的气候因子<sup>[11]</sup>。秋茄是红树植物中最耐寒的树种,属抗低温广布种,最北可天然分布到福建北部的福鼎(27°20'N)。在浙江乐清(28°25'N),1953 年引种的秋茄能够自然更

新<sup>[17]</sup>。红海榄在区系上属嗜热广布种,在中国天然分布的北界在台湾南部<sup>[18]</sup>,而在大陆的分布北界则在广东深圳(22°20'N)。但在福建九龙江口,秋茄和引种的红海榄一年四季均能生长,只是生长速率有所差别,不存在生长季节和非生长季节之分。跟踪物候观察发现,红海榄一年中任何时候均有 50% 的枝条在开花结果<sup>[10]</sup>。因受周期性潮水的浸淹,土壤理化因子也比较稳定。因此,气候因子,尤其是温度就成了影响九龙江口红树植物生长和发育的最主要因子。

从某种意义上来说,秋茄和红海榄在九龙江口遭受双重胁迫,一是高盐胁迫,二是冬季的低温胁迫。相对而言,秋茄的抗寒能力大于红海榄<sup>[17]</sup>。秋茄和红海榄叶片高盐(Na 和 Cl)及高 Ca 含量的特点是它们对盐胁迫的反应,因为可以在一定程度上减轻盐对植物的伤害<sup>[19]</sup>。在盐胁迫下,植物体为了保持渗透平衡,必须有足够浓度的渗透调节物质;而在低温胁迫下,植物通过积累有机及无机渗透调节剂以增加细胞的渗透压,从而提高其抗寒能力<sup>[20]</sup>。在低温胁迫下,秋茄应比红海榄更有效地积累渗透调节剂。但是,本文的研究发现秋茄叶片中的无机渗透调节剂含量夏季远高于冬季,红海榄则冬季远高于夏季(图 1)。原因何在?可以发现,赵可夫等<sup>[15]</sup>测定秋茄叶片渗透调节物质所用的叶片是在 8~9 月份温度较高的季节采集的。这说明秋茄叶片中起主要渗透调节作用的为无机渗透调节剂的结论只适用于高温季节。而在低温胁迫下,无机渗透调节剂所起的作用相对减小,而有机渗透调节剂所起的作用加大,秋茄能够通过主动积累有机渗透调节剂来适应低温。对秋茄叶片热值的测定结果<sup>[9]</sup>证实了这种推测。

红海榄净光合作用对低温的敏感性远大于秋茄。杨盛昌<sup>[21]</sup>对日本冲绳岛亿首川河口自然生长的秋茄和红海榄光合作用的测定发现,秋茄净光合速率冷季(12 月至次年 3 月份)只比热季(6~9 月份)低 73.4%,而红海榄冷季比热季低 207.9%。研究表明,冷害首先是伤害了细胞的膜结构,降低了膜的流动性,从而导致膜上的 ATP 酶失去活性,结果使细胞对物质的主动吸收和运输能力下降,同时使物质的被动转移增加,光合作用降低,使植物发生饥饿<sup>[20]</sup>。由此本文推测,冬季红海榄叶片 K、Na、Ca、Mg 和 Cl 含量升高的原因不是一种主动行为,而是被动积累的结果。在低温下,红海榄能量积累不足而导致饥饿。虽然这种被动积累在某种程度上可提高细胞的渗透压,从而增加抗寒能力,但其负面作用是明显的,就是过高的盐分积累直接伤害了叶片,导致红海榄在 2~4 月份大量落叶<sup>[10]</sup>。在低温胁迫下,红海榄叶片热值的下降(未发表)也说明红海榄不能通过主动积累有机渗透调节物质来适应低温。

红海榄在九龙江口能够正常开花结果,但不能产生可育的胚轴,作者多年的观察并未发现在九龙江口红海榄有明显的寒害症状。这说明红海榄勉强能适应在九龙江口的气候条件,但进一步北移的潜力不大。

就元素间的关系而言,秋茄叶片 N、P 和 K 含量的季节变化趋势基本相同,只是 K 比 N 和 P 滞后 1 个月;而红海榄叶片 N 和 P 含量季节变化趋势基本相同,但 K 与 N 和 P 差别较大。这说明红树植物叶片积累 N 和 P 是同步的。这与针叶树种不同。林睦就等<sup>[3]</sup>对 15 种针叶树种的研究表明,针叶树种 N、P 和 K 的季节变化模式相似,尤其是 P 和 K。秋茄和红海榄叶片 Na 与 Cl 含量的季节变化模式相似,说明红树植物叶片在积累 Na 与 Cl 也是同步的。

对大多数植物而言,Na<sup>+</sup>会对 K<sup>+</sup>和 Ca<sup>2+</sup>的吸收产生不同程度的拮抗作用<sup>[19]</sup>。秋茄叶片的 K 和 Na 含量变化趋势相反,但不是很明显,而红海榄叶片 K 和 Na 含量变化趋势完全相同;红海榄叶片 Na 与 Ca 含量之间存在显著的负相关关系,但这种关系在秋茄中不存在。由此可见,就叶片元素含量的季节变化模式来说,元素间的关系要复杂得多。秋茄和红海榄叶片的 K/Na 平均值分别为 0.35 和 0.31, Ca 含量也远高于一般的植物,这说明它们对盐渍生境具较高的适应性。

## 参考文献

- [1] Gorten C T. Correlation between concentration of elements in plants. *Nature*, 1976, **261**: 686~688.
- [2] Hockman J N and Burger J A. Spatial and temporal variability of foliar nutrient levels in Fraser fir Christmas trees. *Forest Science*, 1989, **35**(2): 632~639.
- [3] 林睦就,薛萍,张云跃,等.引种针叶树种矿质元素浓度及季节变化的比较研究. *林业科学*, 1998, **34**(5): 21~28.
- [4] Moore P C, Ehleringer J, et al. Seasonal trend in gas exchange characteristics of three mangrove species. *Photosynthetica*, 1973, **7**: 387~394.

- [5] Smith J A C, Popp M, Luttge U, *et al.* Ecophysiology of xerophytic and halophytic vegetation of a coastal alluvial plain in northern Venezuela, VI. Water relations and gas exchange of mangroves. *New Phytologist*, 1989, **111**: 293~307.
- [6] Lin G and Sternberg L S L. Comparative study of water uptake and photosynthetic gas exchange between scrub and fringe red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). *Oecologia*, 1992, **90**: 399~403.
- [7] 雷泽湘, 林 鹏. 秋茄红树林蒸腾作用季节性变化的研究. 湖北农学院学报, 1995, **15**(3): 173~179.
- [8] 雷泽湘, 林 鹏. 秋茄幼枝水势动态及其与生态因子的关系. 厦门大学学报(自然科学版), 1996, **35**(2): 276~282.
- [9] 林 鹏, 范航清. 九龙江口秋茄叶热值月变化的初步研究. 科学通报, 1989, **34**(4): 298~300.
- [10] 王文卿. 红树植物叶片发育及衰老过程中元素动态和抗盐特性的研究. 厦门大学博士学位论文. 1997.
- [11] 卢昌义, 林 鹏, 王恭礼, 等. 从海南岛向福建九龙江口引种红树植物技术研究. 见: 李振基主编. 环境与生态论丛. 厦门: 厦门大学出版社, 1993. 122~129.
- [12] 华南热带作物研究院. 用比色法测定橡胶样品氮含量. 热作科技通讯, 1974, **5**: 12~13.
- [13] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983.
- [14] 波钦诺克 X H. 荆家海, 丁钟荣译. 植物生物化学分析方法. 北京: 科学出版社, 1981.
- [15] 赵可夫, 冯立田, 卢元芳, 等. 九龙江口秋茄和白骨壤的渗透调节剂及其贡献. 海洋与湖沼, 1999, **30**(1): 58~61.
- [16] Walbridge M R. Phosphorus availability in acid organic soils of the lower North Carolina coastal plain. *Ecology*, 1991, **72**(6): 2083~2100.
- [17] 林 鹏, 傅 勤. 中国红树林环境生态及经济利用. 北京: 高等教育出版社, 1995.
- [18] 张饶挺, 林 鹏. 中国海岸红树植物区系研究. 厦门大学学报(自然科学版), 1984, **23**(2): 232~239.
- [19] Gramer G R, Lauchi A and Polito V S. Displacement of  $Ca^{2+}$  by  $Na^{+}$  from the plasmalemma of root cells. *Plant Physiology*, 1985, **79**: 207~211.
- [20] 张石城. 植物的抗寒生理. 北京: 农业出版社, 1990.
- [21] 杨盛昌. 日本冲绳岛秋茄等红树植物的光合特性及其与生态因子的相关性研究. 厦门大学博士学位论文. 1995.

## 欢迎订阅 2002 年《生态学报》

《生态学报》是中国生态学会主办的综合性学术刊物,创刊于 1981 年。主要报道生态学各领域(如:动物生态、植物生态、微生物生态、农业生态、森林生态、草地生态、土壤生态、海洋生态、淡水生态、景观生态、区域生态、化学生态、污染生态、经济生态、系统生态、城市生态、人类生态等众多学科)的学术论文;特别欢迎能反映现代生态学发展方向的综述性文章;创造性研究报告和研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;生态学重要书刊评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。为促进学术、科研信息的交流,欢迎踊跃投稿。

《生态学报》多年来受到广大读者的欢迎和赞誉。为进一步适应生态学学科发展和学术交流的需要,本刊自 2001 年起由双月刊改为月刊,以加快出版周期,使《生态学报》更好地为国内外从事生态学研究的技术工作者、广大干部及高等院校师生服务。

《生态学报》为月刊,每期 128 页,信息容量约 27 万字。期定价 20.00 元,年定价 240.00 元。国内统一刊号:CN11-2031/Q;国际标准刊号:ISSN 1000-0933;国外发行代号:M670;国内邮发代号:82-7。全国各地邮局均可订阅。

《生态学报》编辑部地址:北京海淀区双清路 18 号,邮政编码:100085,电话:(010)62941099

E-mail:Shengtaixuebao@sina.com。

欢迎订阅! 欢迎投稿! 欢迎刊登广告!

万方数据