

Analysis on Leaf Construction Cost and the Invasive Potential of Alien *Sonneratia caseolaris* in Shenzhen Bay

Huan Du¹, Fenglan Li^{2,3*}

¹Guangdong Neilingding Futian National Nature Reserve, Shenzhen Guangdong

²Shenzhen Key Laboratory of Marine Bioresource and Eco-Environmental Science, College of Bio and Marine Sciences, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong

³Futian-CityU Mangrove Research and Development Centre, Shenzhen Research Institute of City University of Hong Kong, Shenzhen Guangdong

Email: lanzi_79@126.com

Received: Jun. 24th, 2017; accepted: Jul. 8th, 2017; published: Jul. 12th, 2017

Abstract

Leaf construction cost (CC) and other growth traits of alien *Sonneratia caseolaris* in Shenzhen Bay were studied to evaluate the invasive potential of this alien mangrove species after introduced to Shenzhen, their new habitat. Results showed that the CC of *S. caseolaris* was the lowest, while the specific leaf area (SLA) was just the opposite. CC per unit mass (CCM) and CC per unit area (CCA) were 6.3% and 38.6%, respectively lower than those of native mangroves, while SLA was 38.6%, higher than the natives. In addition, leaf caloric values and C concentrations of *S. caseolaris* were lower than the native mangroves significantly while the N concentrations were the opposite ($P < 0.05$). Lower CC, caloric values and C concentrations but higher SLA and N concentrations led this alien mangrove species to grow higher and bigger than the natives (50% and 125.6% in height and chest circumference, respectively). Therefore, lower CC but Higher SLA would add the invasive potentials to *S. caseolaris* and the invasiveness of this alien mangrove species should not be neglected.

Keywords

Leaf Construction Cost, Invasive Potential, Alien Mangrove Species, *Sonneratia caseolaris*, Mangrove

*通讯作者。

深圳湾外来红树海桑叶片建成成本及其入侵潜力分析

杜欢¹, 李凤兰^{2,3*}

¹广东内伶仃福田国家级自然保护区管理局, 广东 深圳

²深圳大学生命与海洋科学学院, 深圳市海洋生物资源与生态环境重点实验室, 广东 深圳

³香港城市大学深圳研究院福田-城大红树林研发中心, 广东 深圳

Email: lanzi_79@126.com

收稿日期: 2017年6月24日; 录用日期: 2017年7月8日; 发布日期: 2017年7月12日

摘要

本文对深圳湾外来红树海桑(*Sonneratia caseolaris*)的叶片建成成本CC和其它特征指标进行分析, 结果表明: 海桑具有最低的叶片建成成本和最高的比叶面积SLA, 其单位质量建成成本CCM比本地红树低6.3%, 单位面积建成成本CCA比本地红树低32.2%; SLA却比本地红树高38.6%。此外, 海桑的叶片热值和碳含量也均低于本地红树, 而氮含量却比本地红树高。低CC、热值和碳含量以及高的SLA和氮含量导致海桑具有比本地红树更高的树高和更大的胸围, 使两者分别比本地红树高50%和125.6%。因此, 低CC和高SLA使外来红树海桑在深圳湾的入侵潜力增加, 其入侵性不可忽视。

关键词

叶片建成成本, 入侵潜力, 外来红树, 海桑, 红树林

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生物入侵(Biomass invasion)是指某种生物从原来的分布区域扩展到一个新的、通常也是遥远的地区, 在新的区域里, 其后代可以繁殖、扩散并维持下去[1]。王伯荪等认为, 生物入侵是指外来种在某地区定居、繁衍、扩散并造成危害[2]。生物入侵可直接或间接降低入侵地区的物种多样性, 其影响仅次于生境的丧失而位居第二[3], 结果导致不同生物地理区域生态系统的组成、结构和功能均匀化, 并最终退化、失去其服务功能[4]。人类正在为生物入侵付出巨大的经济代价[5]。

红树林(Mangroves)是指分布在热带、亚热带海岸潮间带, 受海水周期性浸淹的木本植物群落; 是我国三大海岸带生态系统之一, 具有较高的生产力和高归还率, 其生态意义重大。早期的研究认为, 由于红树林生态系统极为苛刻的生境条件, 很少有外来物种能适应环境生存并形成入侵[6]。但在全球变化下, 尤其在人类活动的参与下, 生物进入到新生境的概率及入侵成功率大幅提升, 几乎没有什么生境能避免生物入侵[7]。海桑(*Sonneratia caseolaris*)是我国海南省天然分布的真红树之一, 具有生长快, 结实早, 结

实率高的特点, 因而在我国华南沿海地区被大量引种造林, 但其因快速生长扩散, 也受到了不少学者的关注和担忧。本研究以深圳湾外来红树海桑以及 4 种本地红树为研究对象, 从叶片生物量建成成本 (Construction cost, CC) 角度研究其引入后的生长状况及入侵潜力, 为外来红树植物的入侵机制提供一个新的研究思路, 也为红树造林引种工作提供理论依据。

2. 研究方法

2.1. 研究区域概况及实验材料

研究地点选择深圳市福田区福田红树林保护区(22°31'N, 114°05'E)内, 该研究区域位于深圳湾东北岸, 与香港米埔红树林自然保护区隔水相望。气候概况: 属南亚热带季风气候, 年平均气温 22.0℃, 最高月均温(7 月)为 28.0℃, 最低月均温(1 月)为 14℃, 极端最高气温 38.7℃, 极端最低气温 0.2℃。全年日照时数 2209 h, 太阳总辐射能为 5404.9 J·m⁻²。年平均降水量为 1927 mm, 年降水分布不均, 干湿季交替明显, 雨量多集中于 5~9 月。全年平均相对湿度 79% [8] [9]。深圳湾潮汐属不规则半日潮, 海水盐度 < 15‰ [9]。

福田红树林保护区内本地优势种红树植物为: 白骨壤, 秋茄, 桐花树和木榄。外来优势种为海桑和无瓣海桑。以该研究区的外来红树海桑和 4 种本地种(木榄, 秋茄, 桐花树, 白骨壤)为研究对象, 受试红树选择正常生长的、健康的、树龄约为 10 年的植株, 采集部位为健康成熟的叶子(图 1)。

2.2. 实验方法

在选定的红树种中, 每种选择 3 棵植株, 分别测量其树高和胸围后, 于植株的冠层中部高度处的东、南、西、北方向和顶部分别取样, 每方向采集 10 片健康、成熟的新鲜叶子, 将五个方向的 50 片叶子充分混合作为该种的一个重复, 即每种红树 3 个重复。

将采集的新鲜叶子尽快带回实验室, 采用 Licor-3100A 测量叶面积, 测量后的叶片于 60℃烘箱内烘 72 h, 称重。比叶面积(Specific leaf area, SLA)采用公式 $SLA = \text{叶面积}(\text{m}^2)/\text{叶片干重}(\text{kg})$ 计算[10]。将称重后的样品研磨粉碎, 混匀, 过 60 目, 并干燥贮存待用。

叶片 C 和 N 浓度测定采用 EA 元素分析仪测定。单位面积 C 和 N 的含量采用宋莉英[11]的方法估算。

灰分含量(Ash)的测定: 取 1 g 左右植物干样品, 在马弗炉中 500℃灼烧 6 小时, 剩余残渣称重。Ash(%) = 残渣重量(g)/样品干重(g)。



Figure 1. Leaves of tested mangrove species

图 1. 受试红树叶片

干重热值的测定: 采用 C2000 热量计测定, 测定前用苯甲酸标定。每个样品测定 3 个重复, 取平均值作为该样品的干重热值。

去灰分热值(ΔH_c)采用如下公式计算: $\Delta H_c = \text{干重热值}/(1 - \text{灰分含量})$ [12]。

叶片单位质量建成成本(CCM, g glucose/g biomass)按照 Williams 等[13]的方法, 即: $\text{CCM} = [(0.06968\Delta H_c - 0.065)(1 - \text{Ash}) + 7.5(\text{kN}/14.0067)]/\text{EG}$, ΔH_c 代表去灰分热值; Ash 代表灰分含量; N 代表有机氮浓度; EG 代表生长效率; K 代表 N 的氧化态形式(若为 NO_3^- , $k = +5$; 若为 NH_4^+ , $k = -3$); 不同植物的生长效率(EG)为 0.87 [14]。

叶片单位面积建成成本(CCA, g glucose/m²)的计算, 按照: $\text{CCA} = \text{CCM}/\text{SLA}$ [10]。

2.3. 数据处理

数据统计分析采用 SPSS 12.0 (SPSS, Chicago, USA)软件。各红树之间的树高、胸围、比叶面积、叶片 C、N 浓度、灰分含量、干重热值、去灰分热值、叶片 CCM 和 CCA 采用单因素方差分析(One-Way ANOVA), 差异显著者继而用 S-N-K 作多重比较; 外来种海桑与本地红树之间的上述指标采用独立样本 T 检验(Independent-Samples T Test)。

3. 结果分析

3.1. 树高与胸围

树龄约为 10 年的外来红树海桑的树高、胸围显著高于同一年龄段的本地红树($t_{\text{树高}} = 2.77$, $P = 0.01$; $t_{\text{胸围}} = 2.81$, $P = 0.009$) (图 2); 其中树高比本地种高 50%, 而胸围比本地种高 125.6%。各红树之间的树高、胸围的单因素方差分析结果亦呈显著差异($F_{\text{树高}} = 96.03$, $P < 0.001$; $F_{\text{胸围}} = 56.25$, $P < 0.001$) (图 2)。5 种红树中, 海桑和白骨壤的树高为最高, 它们均显著高于另外 3 个本地种, 桐花树最矮; 而胸围则是海桑最大, 显著大于 4 个本地种, 其次是白骨壤, 胸围最小的是木榄(图 2)。各红树树高从高到低的排序为: 海桑 \approx 白骨壤 > 秋茄 > 木榄 > 桐花树; 胸围的排序为: 海桑 > 白骨壤 > 秋茄 > 桐花树 > 木榄(图 2)。

3.2. 比叶面积 SLA

独立样本 T 检验结果显示, 海桑与本地红树之间的比叶面积 SLA 存在显著差异($t_{\text{SLA}} = 2.95$, $P = 0.02$), 其 SLA 比本地红树高 38.6%; 各红树间的 SLA 亦存在显著或极显著的差异(图 3)。5 个红树中, 海桑的 SLA 最大, 最小为秋茄。各红树的 SLA 排序为: 海桑 > 白骨壤 \approx 桐花树 \approx 木榄 > 秋茄。

3.3. C、N 含量

外来红树海桑的叶片 C 含量(%)和 N 含量与本地红树间均无存在显著差异($t_C = -0.86$, $P = 0.34$; $t_N = 0.54$, $P = 0.60$), 但各红树间的 C、N 含量却差异显著($F_C = 8.61$, $P < 0.01$; $F_N = 32.24$, $P < 0.001$) (图 4)。海桑 C 含量比本地红树平均 C 含量稍低, 而 N 含量则恰好相反。5 种红树中, 桐花树和秋茄的 C 含量最高, 最低为白骨壤; 而在 N 含量中, 白骨壤为最高, 海桑为次高, 另外三种本地种最低。C、N 含量的排序分别为: 桐花树 \approx 秋茄 > 木榄 \approx 海桑 > 白骨壤; 白骨壤 > 海桑 > 秋茄 \approx 桐花树 \approx 木榄。

3.4. 热值与灰分

外来红树海桑的叶片干重热值和去灰分热值(ΔH_c)均极显著低于本地红树($t_{\text{干重热值}} = 3.615$, $P < 0.001$; $t_{\Delta H_c} = 3.421$, $P < 0.01$) (图 5), 干重热值和 ΔH_c 分别比本地红树低 5.1% 和 7.7%。各红树间的干重热值和 ΔH_c 亦存在显著差异($F_{\text{干重热值}} = 15.44$, $P < 0.001$; $F_{\Delta H_c} = 19.96$, $P < 0.001$) (图 5)。5 种红树中, 海桑的干重热值

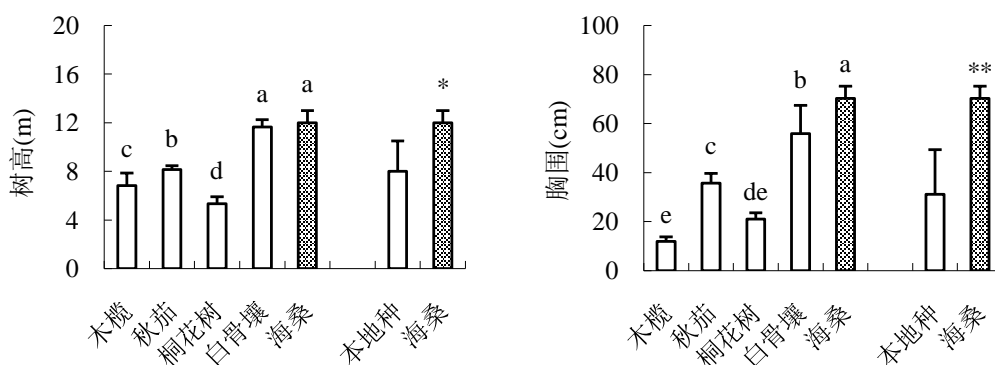


Figure 2. Comparisons of height and chest circumference between alien *S. caseolaris* and native mangroves (Mean and standard deviation of three replicates are shown. Different letters indicate significant difference at $p < 0.05$ in all species; * and ** indicate a significant difference between alien *S. caseolaris* and native species at $p < 0.05$ and < 0.01 , respectively). (Same Legend as Figures 3-6)

图 2. 深圳湾外来红树海桑与本地红树树高(m)和胸围(cm)比较。□表示本地种, ▨表示外来种; 误差线为: Mean ± SD; 不同字母代表不同红树种间存在显著差异, $P < 0.05$; *和**分别代表海桑与本地红树间在 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 水平上存在显著或极显著差异(图示说明同图 3-6)

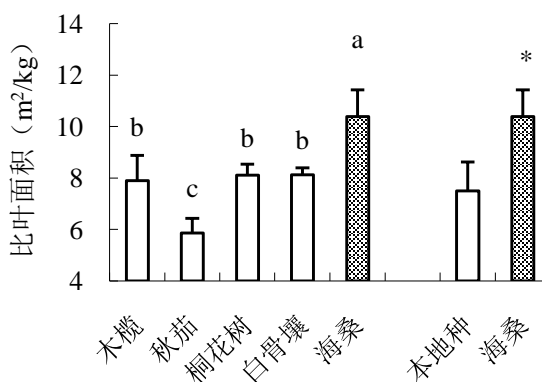


Figure 3. Comparison of SLA between alien *S. caseolaris* and native mangroves in Shenzhen Futian

图 3. 深圳湾外来红树海桑与本地红树比叶面积 SLA (m^2/kg)比较

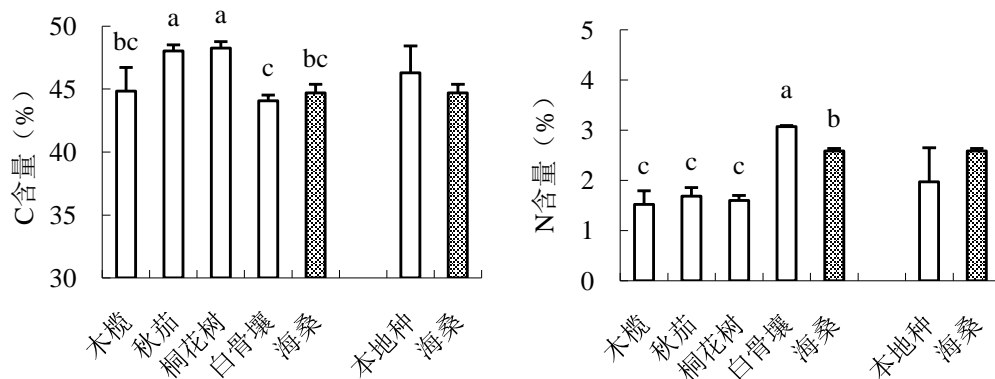


Figure 4. Comparisons of C and N concentrations between alien *S. caseolaris* and native mangroves in Shenzhen Futian

图 4. 深圳湾外来红树海桑与本地红树 C 含量(%)和 N 含量(%)比较

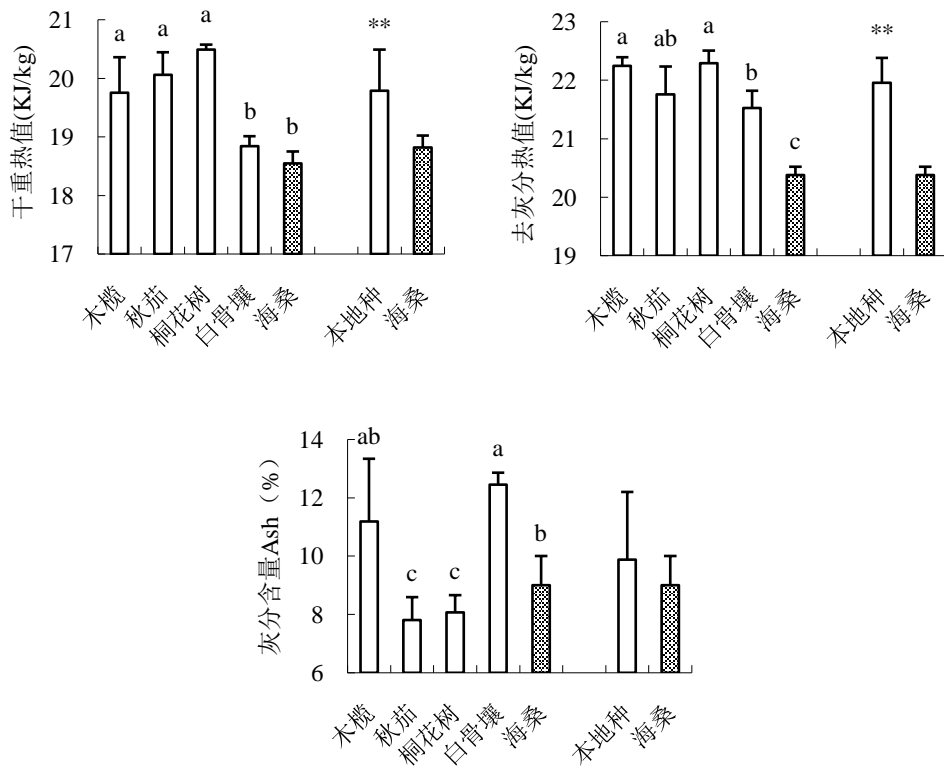


Figure 5. Comparisons of gross calorific values, ΔH_c and ash content between alien *S. caseolaris* and native mangroves in Shenzhen Futian

图 5. 深圳湾外来红树海桑与本地红树热值(KJ/Kg)和灰分含量 Ash (%)比较

和 ΔH_c 均为最低, 而本地种桐花树的两种热值均为最高。5 种红树的上述两种热值指标排序分别为: 桐花树 > 秋茄 > 木榄 > 白骨壤 > 海桑; 桐花树 \approx 木榄 > 秋茄 > 白骨壤 > 海桑。

与热值相似, 海桑的灰分含量(Ash)亦低于本地红树, 但其之间的差异达不到显著水平($t_{Ash} = 1.396, P = 0.175$) (图 5); 而各红树间的 Ash 却差异显著($F_{Ash} = 5.284, P < 0.01$) (图 5)。在所有红树中, 白骨壤的灰分含量最高, 秋茄和桐花树的为最低。5 种红树的 Ash 排序为: 白骨壤 > 木榄 > 海桑 > 桐花树 \approx 秋茄。

3.5. 建成成本 CC

外来红树海桑的叶片单位质量建成成本(CCM)和单位面积建成成本(CCA)均显著低于本地红树($t_{CCM} = 3.75, P < 0.01$; $t_{CCA} = 2.14, P < 0.05$) (图 5), CCM 和 CCA 分别比本地红树低 6.3%和 32.2%。各红树间的 CCM 和 CCA 亦存在显著差异($F_{CCM} = 15.44, P < 0.001, F_{CCA} = 19.96, P < 0.001$) (图 6)。受试红树中, 海桑的 CCM 和 CCA 在所有红树中均为最低, 其次是白骨壤; CCM 最高为桐花树, 而 CCA 最高则为秋茄(图 6)。5 种红树的 CCM 和 CCA 排序分别为: 桐花树 > 秋茄 > 木榄 > 白骨壤 > 海桑; 秋茄 > 桐花树 \approx 木榄 > 白骨壤 > 海桑。

4. 讨论

比叶面积 SLA 是植物的重要形态学特征, 对于调节和控制植物碳的同化和分配有重要的作用[15]; 高的 SLA 能使植物有机会获得更多的太阳能, 尤其是在低光照条件下, 能增强植物的存活和竞争能力; 高 SLA 还常常与高的相对生长率和入侵性相关[16] [17]。本研究发现, 外来红树海桑的 SLA 在所有红树中为最高, 且远高于本地红树的平均 SLA (比本地种高 38.6%), 表现出其高的生长速率, 最终导致其树

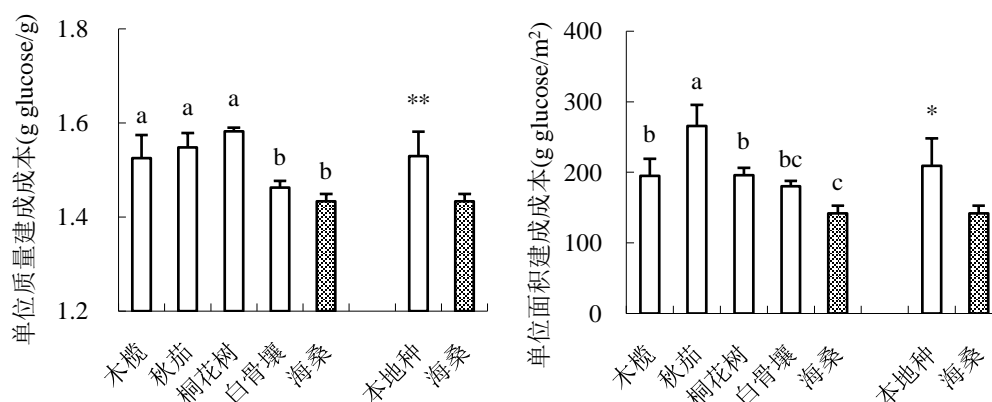


Figure 6. Comparison of CCM and CCA between alien *S. caseolaris* and native mangroves in Shenzhen Futian

图 6. 深圳湾外来红树海桑与本地红树单位质量建成成本 CCM (g glucose/g) 和单位面积建成成本 CCA (g glucose/m²) 比较

高、胸围在所有的红树中也最高, 分别比本地红树高 50% 和 125.6%。因此, SLA 可能是造成外来红树海桑快速生长和扩散的原因之一。

植物热值是指单位质量干物质完全燃烧所释放的热量, 是由其组织的化学组分所决定的[13], 它是评价绿色植物光合作用固定日光能的能力和评价植物营养价值高低的重要指标之一[18]。植物热值高则说明合成其物质所需要的能量则大。本研究中, 海桑的干重热值和去灰分热值均在所有受试红树中最低, 表明其生物物质的合成比本地红树所需要的能量少, 因而海桑可节省更多的能量用于其它方面的生长。灰分 Ash 是物质完全燃烧后剩余的物质残渣, 物质燃烧越充分(热值越高), 其留下的残渣便越少, 因此, 灰分与热值通常呈负相关关系[18]。本研究中, 海桑 Ash 并未体现比本地红树高的趋势, 可能 Ash 含量除了热值的影响因素外, 还可能有其它的原因造成。

C 作为碳水化合物的主要组成成分和植物化学组成的框架物质, 是植物体内参与燃烧的主要元素, 因此, C 含量高则热值也相应提高[18]。本研究发现, 海桑的 C 含量稍低于本地种, 这可能是导致其热值低的原因之一。N 是构成植物体内蛋白质、氨基酸等诸多有机物的重要组成成分[19], 同时也是氮循环研究中的一个关键参数[20]。植物 N 素含量高, 则其凋落物分解则快[20] [21]。海桑的 N 含量比本地红树稍高, 表明其氮素物质循环要比本地种快, 这结果已得到相关研究证实[21]。

建成成本 CC 是近年来学者们提出的可能与生物入侵密切相关的一个因素。通常, 具有较低建成成本的植物能够更有效的利用资源, 并将节约的能量投资到其他竞争策略上, 比如增加种子产量, 增加生物量和相对生长速率等[22]。本研究发现, 海桑叶片在所有红树中有着最低的 CC, 其 CCM 和 CCA 分别比本地红树低 6.3% 和 32.2%; 而 Baruch 和 Goldstein 对夏威夷 30 个入侵种和 34 个本地种的研究发现, 入侵种叶片建成成本比本地种仅低 3% [23], 因此, 从这个意义上说, 海桑的入侵潜力是相当大的。由此可见, 低 CC 很可能导致海桑在深圳湾增加其入侵潜力而最终演变成入侵种。

5. 结论

深圳福田外来红树海桑具有比本地红树更高的比叶面积 SLA 和 N 含量, 而其叶片建成成本 CC、C 含量和热值却比本地红树显著降低。高 SLA 和低 CC、热值可能是海桑快速生长和扩散的重要原因之一, 因而导致其具有更高的树高和更大的胸围, 也使其在新栖息地的入侵潜力增加, 因此, 其入侵性在深圳湾不可忽视。

基金项目

国家自然科学基金项目(31470513, 41576086, 31670116)以及深圳市科技创新委员会项目(JCYJ20150416163041307)。

参考文献 (References)

- [1] Elton, C.S. (1958) *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen, London.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7214-9>
- [2] 王伯荪, 王勇军, 廖文波, 等. 外来杂草薇甘菊的入侵生态及其治理[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] Enserink, M. (1999) Predicting Invasions: Biological Invaders Sweep in. *Science*, **285**, 1834-1836.
<https://doi.org/10.1126/science.285.5435.1834>
- [4] Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., *et al.* (2000) Biotic Invasions: Causes, Epidemiology Global Consequences and Control. *Ecological Applications*, **10**, 689-710.
[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)
- [5] Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R., *et al.* (2000) Environmental and Economic Costs of Non-Indigenous Species in the United States. *Bioscience*, **50**, 53-65. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0053:EAECON\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0053:EAECON]2.3.CO;2)
- [6] Lugo, A.E. (1998) Mangrove Forests: A Tough System to Invade but an Easy One to Rehabilitate. *Marine Pollution Bulletin*, **37**, 427-430.
- [7] Dukes, J.S. and Mooney, H.A. (1999) Does Global Change Increase the Success of Biological Invaders? *Trends in Ecology & Evolution*, **14**, 135-139.
- [8] Tam, N.F.Y., Wong, Y.S., Lan, C.Y., *et al.* (1998) Litter Production and Decomposition in a Subtropical Mangrove Swamp Receiving Wastewater. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **226**, 1-18.
- [9] Chen, L.Z., Tam, N.F.Y., Huang, J.H., *et al.* (2008) Comparison of Ecophysiological Characteristics between Introduced and Indigenous Mangrove Species in China. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **79**, 644-652.
- [10] Li, F.L., Yang, Q., Zan, Q.J., *et al.* (2011) Differences in Leaf Construction Cost between Alien and Native Mangrove Species in Futian, Shenzhen, China: Implications for Invasiveness of Alien Species. *Marine Pollution Bulletin*, **62**, 1957-1962.
- [11] 宋莉英. 华南地区主要入侵植物的能量利用策略研究[D]: [博士学位论文]. 广州: 中山大学, 2007.
- [12] 林益明, 柯莉娜, 王湛昌, 等. 深圳福田红树林区 7 种红树植物叶热值的季节变化[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2002, 24(3): 112-118.
- [13] Williams, K., Percival, F., Merino, J., *et al.* (1987) Estimation of Tissue Construction Cost from Heat of Combustion and Organic Nitrogen Content. *Plant, Cell and Environment*, **10**, 725-734.
- [14] Penning de Vries, F.W.T., Brunsting, A.H.M. and Van Laar, H.H. (1974) Products, Requirements and Efficiency of Biosynthesis: A Quantitative Approach. *Journal of Theoretical Biology*, **45**, 339-377.
- [15] Reich, P.B., Walters, M.B. and Ellsworth, D.S. (1997) From Tropics to Tundra: Global Convergence in Plant Functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **94**, 13730-13734. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.25.13730>
- [16] Lake, J.C. and Leishman, M.R. (2004) Invasion Success of Exotic Plants in Natural Ecosystems: The Role of Disturbance, Plant Attributes and Freedom from Herbivores. *Biological Conservation*, **117**, 215-226.
- [17] Hamilton, M.A., Murray, B.R., Cadotte, M.W., *et al.* (2005) Life-History Correlates of Plant Invasiveness at Regional and Continental Scales. *Ecology Letters*, **10**, 1066-1074. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00809.x>
- [18] 高凯, 谢中兵, 徐苏铁, 等. 内蒙古锡林河流域羊草草原 15 种植物热值特征[J]. *生态学报*, 2012, 32(2): 588-594.
- [19] Griffin, K.L., Winner, W.E. and Strain, B.R. (1996) Construction Cost of Loblolly and Ponderosa Pine Leaves Grown with Varying Carbon and Nitrogen Availability. *Plant, Cell and Environment*, **19**, 729-738.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1996.tb00408.x>
- [20] 薛利红, 杨林章, 范小晖. 基于碳氮代谢的水稻氮含量及碳氮比光谱估测[J]. *作物学报*, 2006, 32(3): 430-435.
- [21] Lu, W., Yang, S., Chen, L., *et al.* (2014) Changes in Carbon Pool and Stand Structure of a Native Subtropical Mangrove Forest after Inter-Planting with Exotic Species *Sonneratia apetala*. *PLoS ONE*, **9**, e91238.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091238>
- [22] Nagel, J.M., Huxman, T.E., Griffin, K.L., *et al.* (2004) CO₂ Enrichment Reduce the Energetic Cost of Biomass Construction in an Invasive Desert Grass. *Ecology*, **85**, 100-106. <https://doi.org/10.1890/02-3005>

-
- [23] Baruch, Z. and Goldstein, G. (1999) Leaf Construction Cost, Nutrient Concentration, and Net CO₂ Assimilation of Native and Invasive Species in Hawaii. *Oecologia*, **121**, 183-192. <https://doi.org/10.1007/s004420050920>

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ije@hanspub.org