

硬叶柳叶片形态在海拔梯度上的演变

田 睿^{1,2*}, 黄晓慧^{1,2}, 周尧治^{1,2#}

¹西藏农牧学院高原生态研究所, 西藏 林芝

²西藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏 林芝

Email: trui0731@163.com, #zyzhn666@126.com

收稿日期: 2021年4月21日; 录用日期: 2021年5月13日; 发布日期: 2021年5月24日

摘 要

本文以那曲嘉黎县9个海拔梯度上的硬叶柳为研究对象, 采用叶面积仪测量叶片的长度、宽度、厚度, 并计算叶片面积和叶形指数。在4000 m~4800 m海拔梯度上, 硬叶柳叶片长度、宽度、厚度和叶面积的演变均呈现二次方程。随着海拔的升高, 叶片的长度、宽度、厚度以及叶面积起先均有下降趋势; 当海拔达到4500 m时叶片各参数到达最低值, 然后随海拔的上升而上升。

关键词

植物性状, 叶片形态性状, 海拔梯度

Evolution of Leaf Morphology in Altitudinal Gradients of *Salix sclerophylla*

Rui Tian^{1,2*}, Xiaohui Huang^{1,2}, Yaozhi Zhou^{1,2#}

¹Institute of Tibet Plateau Ecology, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Linzhi Tibet

²Tibet Key Laboratory of Forest Ecology in Plateau Area, Ministry of Education, Linzhi Tibet

Email: trui0731@163.com, #zyzhn666@126.com

Received: Apr. 21st, 2021; accepted: May 13th, 2021; published: May 24th, 2021

Abstract

In this paper, *Salix sinensis* on nine elevation gradients in Jiali County of Naqu was taken as the re-

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 田睿, 黄晓慧, 周尧治. 硬叶柳叶片形态在海拔梯度上的演变[J]. 植物学研究, 2021, 10(3): 283-288.
DOI: 10.12677/br.2021.103040

search object. The length, width and thickness of the leaves were measured with calipers, and the leaf area and leaf shape index were calculated. On the 4000 m~4800 m elevation gradient, the leaf length, width, thickness and leaf area of *C. satifolia* showed a quadratic equation. With the increase of altitude, leaf length, leaf width, leaf thickness and leaf area initially showed a downward trend. When the altitude reached 4500 m, the leaf parameters reached the lowest value, and then increased with the increase of altitude.

Keywords

Plant Traits, Leaf Morphological Character, Elevation Gradient

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

高山地区既是全球陆地环境中最为极端的区域之一，也是陆地高度特化适应性植物分布最为集中的区域，在此极端环境中生存的植物，必定有其特殊的适应机制[1]。植物在进化过程中，叶片对环境变化相对敏感、可塑性较大，其结构特征最能体现植物对环境的适应[2]。

在高山环境条件下，海拔高度在很大程度上综合控制着生物和非生物因子的组合形式和变化程度，而在青藏高原东部地区，由于强大的山体效应，海拔梯度变化对植物的生长和发育影响效应更加明显。植物常年生长于高山极端环境中，其生长状况及生存策略均表现出对海拔因子的适应性[3]。硬叶柳的株高随海拔高度的增加而极显著减小，这与拉琼等对珠穆朗玛峰绒布沟西藏沙棘生境类型及海拔梯度下表型变异的研究结果一致，而这一现象对于欧洲阿尔卑斯山的高山植物而言也具有普遍性[4]，即高山植物沿海拔梯度的升高表现出矮化的趋势。在高海拔地区，热量(均温和积温)和养分条件相对较差，长期的自然选择使高山植物的个体矮小，从而能够应对高山生命带的生存条件。首先，高海拔地区低温胁迫是高山植物必须面临的主要环境筛(Environmental filter)之一，植物个体矮小能够更好地适应低温环境，其次，高海拔地区植物生长季较短，这在很大程度上影响了其生物量的积累。Körner 认为这类植物个体矮小更多的是主动适应高山环境条件的过程，并非不利环境因子抑制的直接结果[5]。

叶片是光合作用、气体交换及蒸腾的最重要的位点，叶片形态结构对生境条件的变化，反应也最为敏锐，可塑性也最强[6] [7]。长期生长在高山地区的植物，叶片缩小且加厚。叶大小随着海拔的增高而降低[8]，这可能是因为小叶的呼吸和蒸腾成本更低，可以降低植株的维持消耗。在低温等不利环境下，植物小枝的茎更容易出现栓塞[9] [10]，导致传输效率降低，只能满足较小叶片的营养和水分传输需求；额外的物理支撑结构投资(抵御不利环境条件)而导致在叶上的生物量投资下降[11] [12]等也有可能是导致叶大小随海拔升高而减小的潜在原因。在大风环境中，植物叶片变小，使其减少受风的损伤。

叶片形态和解剖结构对自然环境变化的适应策略，是植物经过长期适应以及自身进化形成的。基于海拔梯度分析植物对环境变化的响应，可以更好地反映出植物性状对温度和水分综合作用的响应。

硬叶柳(*Salix sclerophylla*)，是杨柳科(*Salicaceae*)柳属(*Salix*)的一种灌木。硬叶柳主要分布在中国海拔4000~4800米以上的高海拔地区[13]。目前对硬叶柳的研究较少，本试验以西藏那曲市硬叶柳叶片作为研究对象，探索不同海拔梯度对硬叶柳叶片形态的影响以便深入了解硬叶柳对高海拔的适应性。为硬叶柳的人工栽培和应用提供理论基础。

2. 研究方法

2.1. 研究区概况

取样区域位于那曲嘉黎县。印度洋的富含水汽的气流沿易贡藏布河谷溯江而上，在嘉黎县境内可达念青唐古拉山脉的南麓。因此在嘉黎县境形成了明显的水热环境梯度，越靠近雅江主干道海拔越低，温度越高，降水量越多；反之，海拔越高，温度低、降水量少。

2.2. 材料

取样时间为2018年9月，在嘉黎县沿305省道选择有代表性的硬叶柳群落作为采样点，每个样点选定4株硬叶柳植株(雌雄各2株)进行取样，并选择叶片发育程度相近、在植株生长位置相同的成熟健康叶片进行采集，记录各采样点的海拔高度、经纬度等样点信息，每个样点共采集叶片16片，其中10片放入FAA固定液(其配方为：甲醛5%+冰醋酸5%+50%乙醇90%)保存。

2.3. 方法

采用叶面积仪测量硬叶柳叶片参数，将硬叶柳叶片样本按照叶片编号依次用YMJ-B型叶面积测量仪(浙江托普仪器有限公司)测量叶面积、叶长、叶宽、长宽比。

每个海拔梯度采10枚叶进行室内石蜡制片观测主脉直径。

2.4. 数据处理

用Excel2010软件对相关的数据进行统计和分析。

3. 结果与分析

3.1. 硬叶柳不同海拔叶片长度和宽度

在试验所设的海拔梯度中，叶片长度随海拔的增加呈现二次方程($P < 0.05$)，从低海拔(4000 m)降低到高海拔(4800 m)硬叶柳叶片长度先下降后上升(图1)。

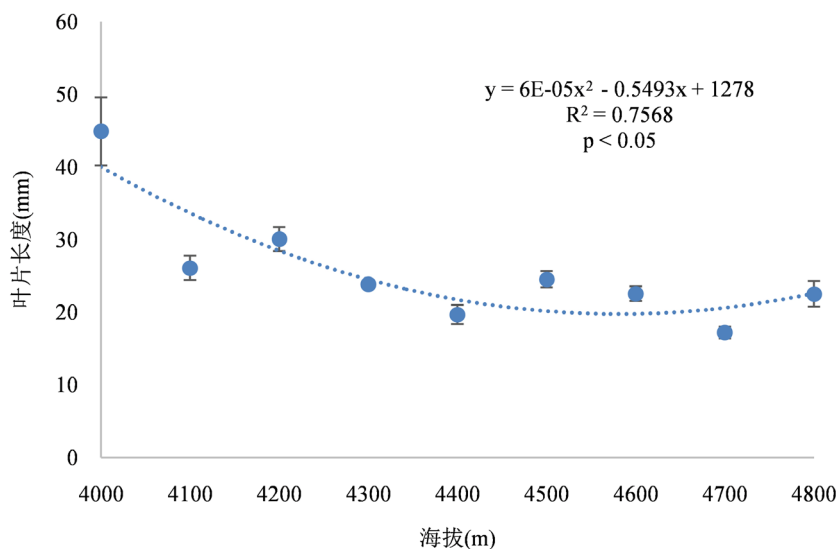


Figure 1. *Salix sclerophylla* Anderss variation of leaf length on an elevation gradient

图1. 硬叶柳叶片长度在海拔梯度上的变化

在试验所设的海拔梯度中,随着海拔的升高,叶片宽度先下降后上升,呈现显著的二次函数关系,叶片宽度最低点在 4500 m 海拔上(图 2)。

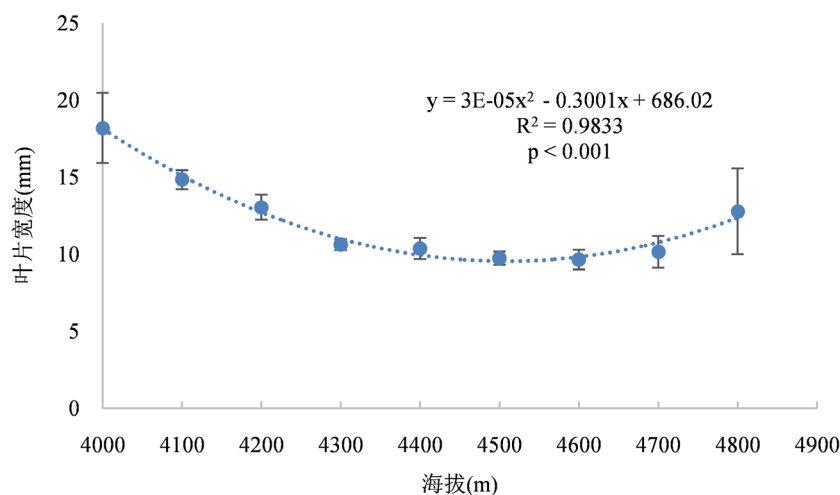


Figure 2. *Salix sclerophylla* Anderss variation of leaf width on an elevation gradient
图 2. 硬叶柳叶片宽度在海拔梯度上的变化

3.2. 硬叶柳不同海拔叶片长宽比

在试验所设的海拔梯度中,从低海拔(4000 m)到高海拔(4800 m)长宽比呈现下降的抛物线(图 3)。

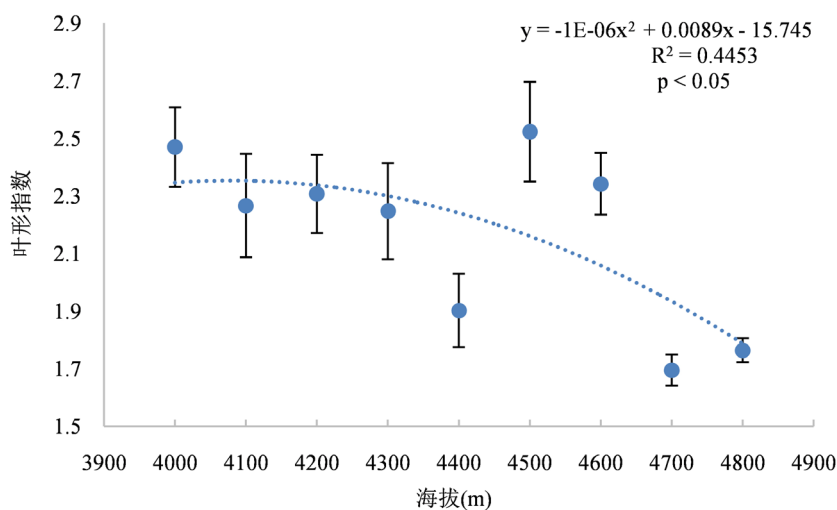


Figure 3. *Salix sclerophylla* Anderss variation of leaf shape coefficient on elevation gradient
图 3. 硬叶柳叶片形状系数在海拔梯度上的变化

3.3. 硬叶柳不同海拔叶片主脉直径

叶脉是贯穿在叶肉内的维管束和其他有关组织组成的,是叶内的输导和支持结构。在试验所设的海拔梯度中,叶片主脉直径随海拔的增加呈现二次方程($P < 0.05$),从低海拔(4000 m)降低到高海拔(4800 m)硬叶柳叶片长度先下降后上升(图 4),拟合曲线的最低点在海拔 4500 m,叶片主脉直径为 0.3 mm 左右。

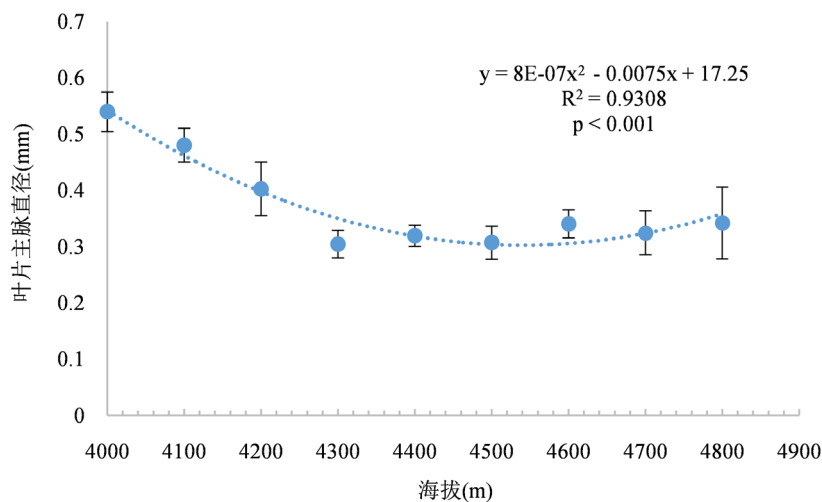


Figure 4. *Salix sclerophylla* Anderss variation of main vein diameter in leaf with altitudinal gradient

图 4. 硬叶柳叶片主脉直径在海拔梯度上的变化

4. 硬叶柳不同海拔叶面积

叶面积是与产量关系最密切、变化最大，同时又是比较容易控制的一个因素。在试验所设的海拔梯度中，叶片面积随海拔的增加呈现二次方程($P < 0.05$)，从低海拔(4000 m)降低到高海拔(4800 m)硬叶柳叶面积先下降后上升(图 5)，拟合曲线的最低点也在海拔 4500 m。

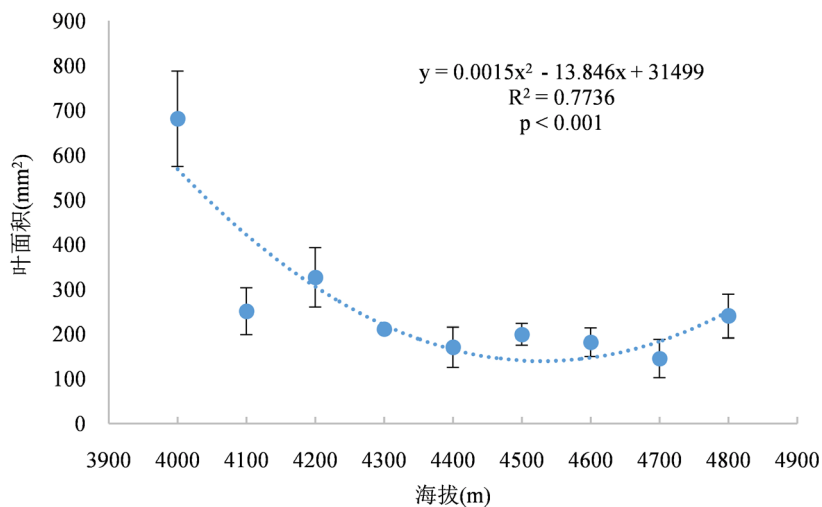


Figure 5. *Salix sclerophylla* Anderss variation of leaf area on an elevation gradient

图 5. 硬叶柳叶片面积在海拔梯度上的变化

5. 结论与讨论

叶片是植物暴露在外界环境中面积最大、对环境的感知最为敏感的器官，最易受到并能反映环境变化所带来的影响[14]。

从采样海拔最低处到最高处，随着海拔的不断升高，叶片主脉直径、宽度、长度以及叶面积都呈现出二次函数的关系，这可能是硬叶柳对不同生境所演化出的一系列适应策略。在高海拔地区，硬叶柳叶

面积变小增厚可减少水分的蒸腾,防止高海拔地区风力对其造成的损伤,更有利于植株适应低温高辐射的高原气候,这可能是木本植物对高海拔地区严酷生态环境的适应[15]。

基金项目

国家重点研发计划项目课题(2017YFC0506801)高寒高海拔地区木本植物生长限制因子与适应机制研究。

参考文献

- [1] 宋璐璐,樊江文,吴绍洪.植物叶片性状沿海拔梯度变化研究进展[J].地理科学进展,2011,30(11):1431-1439.
- [2] 贺金生,陈伟烈,王勋陵.高山栎叶的形态结构及其与生态环境的关系[J].植物生态学,1994,18(3):219-222.
- [3] 刘梦颖,刘光立,康永祥,张硕,吴云,王玉.高山植物全缘叶绿绒蒿叶片形态及解剖结构对海拔的响应[J].生态学杂志,2018,37(1):35-42.
- [4] 郭学民,刘建珍,翟江涛,等.16个品种桃叶片解剖结构与树干抗寒性的关系[J].林业科学,2015,51(8):33-43.
- [5] Körner, C. (1999) Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. Springer-Verlag, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-98018-3_1
- [6] Royer, D.L., McElwain, J.C., Adams, J.M., et al. (2008) Sensitivity of Leaf Size and Shape to Climate within *Acer rubrum* and *Quercus kelloggii*. *New Phytologist*, **179**, 808-817. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02496.x>
- [7] 王勋陵,王静.植物形态结构与环境[M].兰州:兰州大学出版社,1989:105-148.
- [8] McDonald, P.G., Fonseca, C.R., McCovert, J., et al. (2003) Leaf-Size Divergence along Rainfall and Soil-Nutrient Gradients: Is the Method of Size Reduction Common among Lades? *Functional Ecology*, **17**, 50-57. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2003.00698.x>
- [9] Cavender-Bares, J. and Holbrook, N.M. (2001) Hydraulic Properties and Freezing-Induced Xylem Cavitation in Evergreen and Deciduous Oaks with Contrasting Habitats. *Plant, Cell and Environment*, **24**, 1243-1256. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00797.x>
- [10] Mcculloh, K.A. and Sperry, J.S. (2005) Patterns in Hydraulic Architecture and Their Implications for Transport Efficiency. *Tree Physiology*, **25**, 257-267. <https://doi.org/10.1093/treephys/25.3.257>
- [11] Westoby, M., Falster, D.S., Moles, A.T., et al. (2002) Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation between Species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **33**, 125-159. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150452>
- [12] Wright, I.J., Reich, P.B., Westoby, M., et al. (2004) The Worldwide Leaf Economics Spectrum. *Nature*, **428**, 821-827. <https://doi.org/10.1038/nature02403>
- [13] 郭文文,卓么草,周尧治.西藏高原硬叶柳叶片结构对寒旱环境的适应机制[J].西北植物学报,2019,39(5):784-790.
- [14] 卡特.植物解剖学[M].李正理,译.北京:科学出版社,1976.
- [15] 田苗.叶片形态和解剖结构属性的纬度格局及影响因素[D]:[硕士学位论文].北京:北京林业大学,2016.