

黄文娟, 韩 铃, 焦培培, 等. 胡杨异形叶叶柄长度与叶片形态指标的关系[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(1): 135–137.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.01.038

# 胡杨异形叶叶柄长度与叶片形态指标的关系

黄文娟<sup>1</sup>, 韩 铃<sup>1</sup>, 焦培培<sup>2</sup>, 张 丹<sup>1</sup>

(1. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学生命科学学院, 新疆阿拉尔 843300)

**摘要:**通过大量采集和测量胡杨叶片的叶柄长度、叶厚度及各叶形指数, 探讨同一植株及多植株间的变异程度, 分析叶柄长度与叶厚、叶形指数的相关性, 并尝试建立叶柄长度与各叶形指数的一元线性回归方程。结果表明, 叶柄长、叶厚度(除植株 10)及各叶形指数均为中度变异, 且多以叶长/叶宽的变异系数相对最大, 叶厚或周长的变异系数相对最小; 胡杨各叶形指数中, 除长宽比与叶柄长度呈极显著负相关( $P < 0.01$ )外, 其他指数多与叶柄长度呈极显著正相关( $P < 0.01$ ); 单株分析时, 叶面积、叶周长、叶宽、叶长 $\times$ 叶宽与叶柄长度的一元线性方程拟合较好。

**关键词:**胡杨; 异形叶; 叶柄长度; 叶形指数; 叶片厚度

**中图分类号:** S792.119.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)01-0135-03

胡杨(*Populus euphratica* Oliv.) 是杨柳科杨属胡杨亚属植物, 被誉为“沙漠卫士”, 具有抗寒、抗热、抗大气干旱、抗风沙、耐盐碱等优良特性, 在调节气候、防风固沙、护岸、防止沙漠外延、稳定河道、保护绿洲等方面发挥了积极作用, 不仅维护了荒漠区脆弱的生态系统平衡, 同时在维护生态安全和社会经济发展中具有不可替代的天然屏障和保护作用<sup>[1]</sup>。胡杨叶形多变化, 体现在幼苗、幼树和成年树下部萌生条上叶片呈线状披针形、狭披针形或披针形, 似柳树叶; 随着树体的生长, 逐渐出现卵状菱形、卵圆形或肾形等叶形, 似杨树叶。在不同发育阶段长出不同形状的叶片是胡杨最突出的一种生物学特性, 植物学上称为“进化异形叶”<sup>[2]</sup>。目前, 对胡杨的研究主要集中在胡杨叶片形态解剖特征、生理生态特性、生物学特性、遗传和繁殖及生态价值评估等方面, 对胡杨异形叶多从解剖学、生理生态特性角度进行探讨<sup>[3-7]</sup>, 对胡杨异形叶叶柄及叶形指数的具体研究还未见报道。

叶柄是连接在茎和叶片之间的水、营养物质、同化物质的运输通道, 同时起到支持叶片的作用, 对叶片生长发育起着重要作用。从胡杨异形叶性入手, 对叶柄长度与叶形指数(叶长、叶宽、叶长 $\times$ 叶宽、叶长/叶宽、叶面积)、叶厚度的关系进行研究, 是基于以下 2 个因素: 一是前期研究发现, 胡杨在生长发育过程中不仅叶形发生变化, 叶片长度、宽度、叶面积等叶形指数及叶片的厚度、叶柄长度等也在发生变化<sup>[8-9]</sup>, 且彼此间似有一定的相关规律; 二是在研究叶形指数与叶片营养成分、酶等其他指标相互关系时, 常遇到部分目标叶片因被虫啃食而不完整的现象, 致使一定程度上影响试验的顺利进行, 若能找出与叶柄长度极显著相关的某个或某几个叶片形态指

标, 并建立二者间的回归方程, 便可依据叶柄长度推算出该叶形指数的最近似值, 可为胡杨的相关研究提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地自然概况

本研究在新疆阿拉尔市塔里木大学校园外的人工胡杨林内进行, 该地区位于塔里木盆地西北缘,  $81^{\circ}17'56.52''E$ 、 $40^{\circ}32'36.90''N$ , 气候炎热干燥, 终年干旱少雨, 年降水量约为 50 mm, 潜在蒸发量约为 1 900 mm, 年均气温为  $10.8^{\circ}C$ , 年均日照时数为 2 900 h, 是典型的温带荒漠气候。

### 1.2 叶片样品的采集

试验于 8 月中旬叶片发育成熟时进行, 选择发育程度不同的胡杨树 10 株, 每株按东、南、西、北不同方位, 沿枝冠不同高度共随机采集 100 张成熟、带叶柄的叶片, 迅速装于自封袋内, 带回实验室作进一步测量和处理。

### 1.3 叶片相关指标测定

对采回的叶片分别编号, 在叶片旁放置有刻度的直尺作标尺, 用 500 万以上像素的相机拍照, 用“万深”LA-S 植物图像分析系统测定叶形指数和叶面积; 拍照后的叶片迅速用游标卡尺测量厚度, 为减少测量误差, 对每张叶片用打孔器至少打 5 个孔, 将打出的圆片叠加到一起测量, 取平均值。

### 1.4 数据分析

采用变异系数(CV)恒量叶柄长度及各叶形指数的变异程度, 并根据变异系数将变异程度划分为 3 个等级:  $CV < 0.1$ , 弱变异性;  $CV$  值在  $0.1 \sim 1.0$  之间, 中等变异性;  $CV > 1.0$ , 强变异性。采用 Pearson 相关系数检验指标间的相关性。

## 2 结果与分析

### 2.1 胡杨异形叶叶柄长与叶片形态指标的变异性

由表 1 可见, 每个单株的各叶形指数、叶厚度(除植株 10)、叶柄长度均为中度变异; 对同一植株而言, 植株 1~植株 7 叶长/叶宽的变异系数相对最大, 除植株 2 外其他植株叶厚度的变异系数相对最小, 这说明胡杨多以叶长/叶宽的变化程度最大, 叶片厚度的变化程度相对最小; 整体分析而言, 各叶

收稿日期: 2015-12-09

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31160110); 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室开放课题(编号: BRYB1003); 塔里木大学校长基金(编号: TDZKSS201419)。

作者简介: 黄文娟(1980—), 女, 黑龙江富锦人, 硕士, 副教授, 主要从事荒漠区生物多样性及保育研究。E-mail: hwjzky@163.com。

通信作者: 张 丹, 硕士, 副教授, 主要从事植物遗传研究。E-mail: zdzky@163.com。

形指数的变异系数为中度变异,且仍以叶长/叶宽的变异系数相对最大,为 0.902,而变异系数最小的为叶片周长,变异系数为 0.230,说明多植株进行分析时,叶片周长比较整齐,变

化程度较小;多植株叶柄长度的变异系数为 0.329,较单株有明显增大,说明多植株进行整体分析时叶片变异程度较大。

表 1 胡杨异形叶叶柄长与叶片形态指标的变异系数

植株	变异系数							
	叶柄长	叶面积	叶周长	叶长	叶宽	叶长/叶宽	叶长×叶宽	叶厚度
植株 1	0.260	0.357	0.192	0.218	0.323	0.775	0.392	0.134
植株 2	0.251	0.339	0.164	0.244	0.294	0.534	0.345	0.763
植株 3	0.259	0.363	0.275	0.389	0.411	0.843	0.400	0.126
植株 4	0.254	0.309	0.146	0.297	0.224	0.455	0.337	0.130
植株 5	0.298	0.377	0.197	0.220	0.309	0.496	0.404	0.125
植株 6	0.174	0.329	0.179	0.263	0.212	0.354	0.331	0.110
植株 7	0.229	0.372	0.195	0.291	0.409	0.512	0.383	0.127
植株 8	0.193	0.323	0.172	0.190	0.179	0.184	0.343	0.114
植株 9	0.251	0.349	0.178	0.158	0.283	0.338	0.386	0.116
植株 10	0.190	0.341	0.191	0.175	0.193	0.158	0.343	0.097
总体	0.329	0.420	0.230	0.373	0.413	0.902	0.437	0.352

2.2 叶柄长与叶片形态指标的关系

由表 2 可见,除个别植株的叶柄长度与个别叶形指数间相关性不显著外,叶柄长度与绝大多数叶形指数之间呈极显著正相关或负相关( $P<0.01$ );叶柄长度与叶面积、叶宽、叶长×叶宽之间呈极显著正相关( $P<0.01$ ),且相关系数较大,变化范围分别在 0.367~0.840、0.410~0.825、0.363~0.800 之间;叶柄长度与叶周长之间除植株 3 外可能因测量误差呈负相关外,其他植株均为极显著正相关( $P<0.01$ ),相关系数变化范围为 0.423~0.802;叶柄长度与叶长之间除植株 2、植株 3 为负相关外,其他植株均为正相关,相关系数变化范围为

0.081~0.678,其中有 2 个单株为显著( $P<0.05$ )正相关,5 个单株极显著( $P<0.01$ )正相关,而总体相关系数为-0.238,与单株间相关性相反,这可能是测量误差造成的;叶柄长度与叶长/叶宽之间除植株 8 外均呈负相关,其中有 3 个单株相关性不显著,而其他 6 个单株均呈极显著负相关( $P<0.01$ ),相关系数的变化范围为-0.625~-0.326;叶柄长与叶厚度之间除植株 4、植株 8 外均呈显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )正相关,但总体分析时相关性不显著;整体而言,叶柄长与各叶形指数的相关系数大小(绝对值)为叶宽>叶面积>叶长×叶宽>叶长/叶宽>周长>叶长>叶厚度。

表 2 胡杨异形叶叶柄长与叶片形态指标间的 Pearson 相关系数

植株	相关系数						
	叶面积	叶周长	叶长	叶宽	叶长/叶宽	叶长×叶宽	叶厚度
植株 1	0.543 **	0.623 **	0.172	0.769 **	-0.431 **	0.754 **	0.543 **
植株 2	0.733 **	0.646 **	-0.201 *	0.825 **	-0.625 **	0.644 **	0.235 *
植株 3	0.367 **	-0.143	-0.303 **	0.652 **	-0.537 **	0.383 **	0.494 **
植株 4	0.488 **	0.610 **	0.081	0.410 **	-0.187	0.363 **	0.026
植株 5	0.704 **	0.672 **	0.175	0.612 **	-0.446 **	0.578 **	0.704 **
植株 6	0.505 **	0.423 **	0.275 **	0.547 **	-0.135	0.569 **	0.270 **
植株 7	0.840 **	0.715 **	0.222 *	0.648 **	-0.326 **	0.796 **	0.461 **
植株 8	0.680 **	0.667 **	0.598 **	0.595 **	0.079	0.626 **	0.129
植株 9	0.825 **	0.802 **	0.591 **	0.757 **	-0.511 **	0.800 **	0.825 **
植株 10	0.791 **	0.801 **	0.678 **	0.645 **	-0.028	0.703 **	0.332 **
总体	0.596 **	0.353 **	-0.238 *	0.730 **	-0.483 **	0.557 **	0.046

注:“\*\*”表示叶柄长度与叶形指数或叶厚度间极显著相关( $P<0.01$ );“\*”表示叶柄长度与叶形指数或叶厚度间显著相关( $P<0.05$ )。

2.3 叶柄长与叶片形态指标间的一元线性回归方程

由表 3 可见,叶柄长与叶片形态指标间的方程拟合关系均不是特别理想;对整体分析而言,除叶柄长与叶宽的  $r^2$  为 0.532 7,拟合性相对较好外,其他方程拟合效果均比较低;对单株分析而言,叶柄长与叶形指数的一元线性回归方程拟合情况有所改善,有较多方程的  $r^2$  大于 0.5,与叶柄长拟合一元线性方程较好的叶形指数是叶面积、叶周长、叶宽、叶长×叶宽(图 1)。因此,单株间建立线性回归方程较多植株效果更好。

3 结论

对胡杨单株而言,叶柄长、叶厚度(除植株 10)及各叶形指数均为中度变异,且多以叶长/叶宽的变异系数相对最大,叶厚度的变异系数相对最小;对整体(群体)而言,各叶形指

数的变异系数为中度变异,仍以叶长/叶宽的变异系数相对最大,但以叶周长的变异系数相对最小;胡杨各叶形指数中,除叶柄长与叶长/叶宽呈极显著负相关( $P<0.01$ )外,其他指数均呈正相关,且多为极显著正相关( $P<0.01$ );叶柄长度与各叶形指数的相关系数大小为叶宽>叶面积>长×宽>长/宽>周长>叶长>叶厚度,整体分析时相关系数大多有所下降,以单株为对象时相对最好;叶柄长与各叶形指数间方程拟合均不是特别理想,与叶柄长一元线性方程拟合较好的叶形指数是叶面积、叶周长、叶宽、叶长×叶宽。

参考文献:

[1] 杨丽雯,何秉宇,黄培祐.和田河流域天然胡杨林的生态服务价值评估[J].生态学报,2006,26(3):681-689.

表 3 胡杨异形叶叶柄长的与叶片形态指标间一元线性回归方程

植株	叶面积	叶周长	叶长
植株 1	$y = 29.953\ 0x + 187.460 (r^2 = 0.295\ 0)$	$y = 3.645\ 9x + 78.439 (r^2 = 0.388\ 0)$	$y = 0.305\ 3x + 33.288 (r^2 = 0.029\ 5)$
植株 2	$y = 0.021\ 9x + 10.506 (r^2 = 0.537\ 8)$	$y = 1.938\ 7x + 60.878 (r^2 = 0.417\ 5)$	$y = -0.263\ 1x + 37.007 (r^2 = 0.040\ 5)$
植株 3	$y = 34.440\ 0x + 375.45 (r^2 = 0.180\ 4)$	$y = -1.605\ 0x + 183.87 (r^2 = 0.020\ 4)$	$y = -1.953\ 3x + 94.008 (r^2 = 0.092\ 1)$
植株 4	$y = 23.658\ 0x + 283.92 (r^2 = 0.238\ 0)$	$y = 2.685\ 4x + 87.058 (r^2 = 0.371\ 9)$	$y = 0.202\ 6x + 34.124 (r^2 = 0.006\ 5)$
植株 5	$y = 43.332\ 0x + 82.884 (r^2 = 0.495\ 5)$	$y = 4.267\ 1x + 83.15 (r^2 = 0.451\ 7)$	$y = 0.390\ 2x + 41.093 (r^2 = 0.030\ 5)$
植株 6	$y = 35.328\ 0x + 27.445 (r^2 = 0.254\ 8)$	$y = 3.918\ 0x + 77.29 (r^2 = 0.179\ 0)$	$y = 1.510\ 7x + 32.422 (r^2 = 0.075\ 7)$
植株 7	$y = 54.374\ 0x - 317.14 (r^2 = 0.705\ 4)$	$y = 0.025\ 8x + 148.79 (r^2 = 0.000\ 5)$	$y = 0.781\ 6x + 43.009 (r^2 = 0.049\ 4)$
植株 8	$y = 46.820\ 0x - 165.22 (r^2 = 0.462\ 0)$	$y = 3.547\ 0x + 70.977 (r^2 = 0.445\ 3)$	$y = 0.720\ 0x + 14.72 (r^2 = 0.357\ 9)$
植株 9	$y = 26.786\ 0x - 74.884 (r^2 = 0.680\ 0)$	$y = 3.014\ 7x + 49.299 (r^2 = 0.643\ 4)$	$y = 0.715\ 6x + 26.179 (r^2 = 0.348\ 8)$
植株 10	$y = 46.922\ 0x - 405.45 (r^2 = 0.625\ 1)$	$y = 4.179\ 3x + 26.578 (r^2 = 0.641\ 5)$	$y = 0.718\ 6x + 11.933 (r^2 = 0.460\ 3)$
总体	$y = 27.366\ 0x + 185.77 (r^2 = 0.355\ 2)$	$y = 1.616\ 3x + 106.1 (r^2 = 0.124\ 7)$	$y = -0.531\ 6x + 54.006 (r^2 = 0.056\ 8)$

植株	叶宽	叶长/叶宽	叶长×叶宽	叶厚度
植株 1	$y = 1.363\ 0x + 1.141\ 2 (r^2 = 0.590\ 9)$	$y = -0.124\ 7x + 4.083\ 2 (r^2 = 0.185\ 6)$	$y = 62.783\ 0x - 140.48 (r^2 = 0.569\ 2)$	——
植株 2	$y = 1.106\ 3x + 0.868\ 8 (r^2 = 0.679\ 9)$	$y = -0.077\ 2x + 3.111\ 6 (r^2 = 0.390\ 4)$	$y = 30.723\ 0x + 91.578 (r^2 = 0.414\ 8)$	$y = 0.000\ 1x + 0.025\ 6 (r^2 = 0.055\ 4)$
植株 3	$y = 1.270\ 1x - 0.648\ 3 (r^2 = 0.425\ 7)$	$y = -0.534\ 5x + 12.666 (r^2 = 0.287\ 9)$	$y = 42.412\ 0x + 441.15 (r^2 = 0.146\ 8)$	$y = 0.000\ 5x + 0.021\ 4 (r^2 = 0.243\ 9)$
植株 4	$y = 0.560\ 8x + 17.305 (r^2 = 0.167\ 9)$	$y = -0.028\ 8x + 2.001\ 3 (r^2 = 0.035\ 1)$	$y = 27.710\ 0x + 522.73 (r^2 = 0.131\ 4)$	$y = 3 \times 10^{-5}x + 0.032\ 5 (r^2 = 0.000\ 7)$
植株 5	$y = 1.118\ 7x + 10.004 (r^2 = 0.375\ 1)$	$y = -0.092\ 0x + 3.371\ 2 (r^2 = 0.198\ 8)$	$y = 65.735\ 0x + 279.77 (r^2 = 0.334\ 5)$	——
植株 6	$y = 0.711\ 4x + 5.492\ 3 (r^2 = 0.298\ 8)$	$y = -0.064\ 0x + 4.537\ 3 (r^2 = 0.018\ 1)$	$y = 63.905\ 0x - 71.283 (r^2 = 0.323\ 7)$	$y = 0.000\ 03x + 0.024\ 5 (r^2 = 0.073\ 6)$
植株 7	$y = 1.248\ 5x - 3.762\ 1 (r^2 = 0.420\ 2)$	$y = -0.103\ 6x + 5.330\ 6 (r^2 = 0.106\ 1)$	$y = 81.947\ 0x - 445.77 (r^2 = 0.634\ 3)$	$y = 0.000\ 4x + 0.021\ 7 (r^2 = 0.212\ 4)$
植株 8	$y = 0.918\ 3x + 21.824 (r^2 = 0.353\ 9)$	$y = 0.001\ 9x + 0.688\ 1 (r^2 = 0.006\ 3)$	$y = 67.874\ 0x - 202.81 (r^2 = 0.392\ 2)$	$y = 8 \times 10^{-5}x + 0.028\ 3 (r^2 = 0.016\ 4)$
植株 9	$y = 0.818\ 1x + 3.053\ 8 (r^2 = 0.572\ 5)$	$y = -0.069\ 3x + 3.670\ 9 (r^2 = 0.261\ 4)$	$y = 50.173\ 0x - 203.35 (r^2 = 0.640\ 5)$	——
植株 10	$y = 0.990\ 5x + 14.357 (r^2 = 0.415\ 7)$	$y = 0.000\ 6x + 0.754\ 3 (r^2 = 0.000\ 8)$	$y = 63.883\ 0x - 405.74 (r^2 = 0.494\ 5)$	$y = 0.000\ 2x + 0.024\ 2 (r^2 = 0.110\ 3)$
总体	$y = 1.194\ 9x + 2.391\ 2 (r^2 = 0.532\ 7)$	$y = -0.121\ 1x + 4.592\ 8 (r^2 = 0.233\ 4)$	$y = 38.713\ 0x + 295.79 (r^2 = 0.310\ 3)$	$y = 7 \times 10^{-5}x + 0.028\ 8 (r^2 = 0.002\ 1)$

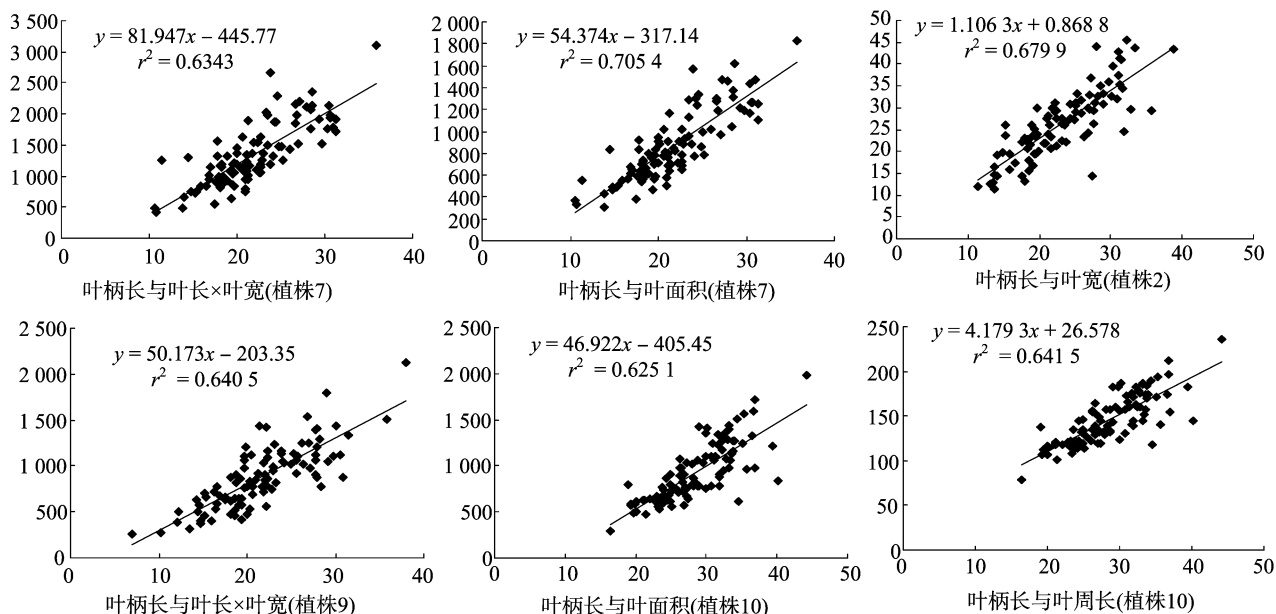


图1 叶柄长度与叶片形态指标拟合较好的一元线性回归方程

- [2] 杨树德, 郑文菊, 陈国仓, 等. 胡杨披针形叶与宽卵形叶的超微结构与学合特征的差异[J]. 西北植物学报, 2005, 25(1): 14-21.
- [3] 李志军, 吕春霞, 段黄金. 胡杨和灰叶胡杨营养器官的解剖学研究[J]. 塔里木农垦大学学报, 1996, 8(2): 21-25.
- [4] 罗青红, 李志军, 伍维模, 等. 胡杨、灰叶胡杨光合及叶绿素荧光特性的比较研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(5): 983-988.
- [5] 邱 箭, 郑彩霞, 于文鹏. 胡杨多态叶光合速率与荧光特性的比较研究[J]. 吉林农业科技, 2005, 34(3): 19-21.
- [6] 苏培玺, 张立新, 杜明武, 等. 胡杨不同叶形光合特性、水分利用效率及其对富 CO<sub>2</sub> 的响应[J]. 植物生态学报, 2003, 27(1): 34-40.
- [7] 郑彩霞, 邱 箭, 姜春宁, 等. 胡杨多形叶气孔特征及光合特性的比较[J]. 林业科学, 2006, 42(8): 19-24.
- [8] 黄文娟, 李志军, 杨赵平, 等. 胡杨异形叶结构型性状及其相互关系研究[J]. 生态学报, 2010, 30(17): 4636-4642.
- [9] 黄文娟, 李志军, 梁继业, 等. 胡杨异形叶结构型性状及其与胸径关系研究[J]. 生态学杂志, 2010, 29(12): 2347-2352.