

东北师范大学生命科学学院 2014 级长白山野外研究实习报告



长白山针阔混交林优势阔叶树种叶片生长分析

团队名称：生态第 3 小组

指导老师：李海燕

小组成员：黄俊诚 姚璐 王国钰 吴亚妮 居丽都斯

古力纳尔 代秋婷

实习时间：2016 年 7 月 2 日—2016 年 7 月 13 日

中国·长春

二〇一六年九月

长白山针阔混交林优势阔叶树种叶片生长分析

组长：黄俊诚

组员：姚璐，王国钰，吴亚妮，居丽都斯，古力纳尔，代秋婷

摘要：植物叶片的生长情况对了解植物的多项指标有着重要的作用。尤其是对于分析不同的植物种在面对环境的适应情况有着非常重要的作用。本研究以中国东北吉林省抚松县露水河镇周围的森林优势种为例，通过取得完整的当年生枝条及其叶片进行分析，通过对XX种木本优势植物的新生枝条及叶片的11种数据进行采集、分析。结果表明：乔木的单叶面积*叶片数/小枝长数值普遍高于灌木，乔木种的叶片重量普遍大于灌木种，无论是乔木还是灌木，叶片的长宽比基本处于2~3之间，乔木和灌木平均数据也几乎相同。灌木种叶片的周长面积比普遍高于乔木种的周长面积比。

关键词：针阔混交林，木本植物，优势种，叶片

Abstract: The growth of the leaves has played an important role in analyzing the indicators of the plant, and it's especially important to the analysis of different plants in facing the adaptation of the environment. The study takes the dominant species of the coniferous and broad-leaved forest around Lushuihe town, Fusong County of Jilin Province in Northeast China as an example, obtaining the complete shoots and leaves and to be analyzed by 11 kinds of leaf physiological indicators of the new shoots and leaves coming from 13 woody dominant species, eventually give a result to the analysis of different growth strategies of the 7 kinds of trees and 6 kinds of shrubs in the coniferous and broad-leaved forest.

Key words: coniferous and broad-leaved forest, woody plant, dominant species, leaf

植物在生长发育过程中，植物体的不同器官根据不同的环境条件影响有着不同的适应现象，导致相同植物种在不同条件下的形态上有着或多或少的不同。同样，在相同条件下的不同植物种可能有着相似的适应策略。在相近区域中的植物体，其水气条件基本相同，土壤质量以及矿质元素的含量基本没有差别。影响其生存的最重要的要素在于光的抢夺。在植物对于光资源的抢夺中，起到重要且主要贡献的是当年生新枝条上的叶片，即称为萌条的新枝条上所生长的较其他多年老叶片叶面积更大的新生叶片。而新生枝条及新生叶片作为木本植物对光竞争的主要器官，在植物体的各个器官中，叶的生长情况最能反映出植物对环境条件的适应性。叶大小不仅决定了植物对光的拦截能力和碳获取能力，直接影响植物生产力的大小核对生存环境的适应^①单叶面积反映叶片接收光的多少，进行光合、蒸腾作用的能力，同时植物对叶面积的选择也是对于环境的选择适应的反映，是由诸多因素综合作用的结果，研究叶面积的优化策略有助于研究植物的适应进化和生活史策略。小枝长与叶数量、面积的关系反映了植物植物对木质部同其所支持的光合作用面积的配置比例关系，不同生境中其生长关系的变异体现植物对异质环境的适应方式 Corner 法则提出小值越大叶越大^②；光合作用模型认为叶大小的形成是适应叶片温度调节的结果，使叶片温度控制在光合作用的最适温度附

近^④。水分利用效率模型仍未叶大小的优化目标是使叶片的净光合速率与水分丢失的比值达到最大（即水分利用效率最大）^{⑤⑥}。叶大小-数量的权衡关系，是进化生态学中对策理论的一个基本原理，对于解释自然界中植物叶片大小的差异、同一生境内的物种共存和生物多样性的维持具有重要意义^⑦。反映了植物功能性状对异质生境的响应和适应，以及植物资源分配的权衡机制。叶片的鲜重与干重反映了叶片的生物贮藏量、叶片含水量，反映植物对环境不良条件的抵抗能力以及植物的生长状况。

一、研究方法

1.1 实验地点与方法

采样地点位于长白山白山市抚松县露水河镇（东经 127°29'~128°28'，北纬 42°24'~42°49'）。海拔高度 450~1400m。地处中纬度内陆山区，位于长白山西北麓，为北温带东亚季风气候，春秋干燥，夏季多雨，东季漫长而寒冷。年平均气温 2.9℃年平均降水量 894mm，年平均日照时长 1965.8h，平均无霜期 108d。林地面积达 2565 公顷，森林覆盖率高达 78.5%，拥有丰富的动植物，生物多样性丰富。林地中的主要构成有暴马丁香（*Syringa reticulata*），假色槭（*Acer pseudo-sieboldianum* (Pax.)Komarov），榆（*Ulmus pumila* L.），绣线菊（*Spiraea Salicifolia* L.），等。

本研究选取人为干扰较少的针阔叶混交林带的优势阔叶木本植物为研究对象。于 2016 年 7 月，对每一种木本植物随机选择 3-5 个个体，从植物外冠层对每一个个体随机选取没有明显叶面积损失的 3-5 个小枝。“小枝”为末端无分枝的当年生小枝，即从最末端到最后一个末梢分枝处。小枝由叶和茎组成，叶包括叶片和叶柄两部分。

1.2 数据处理

本实验将实验样本茶条槭(*Acer ginnala* Maxim.)，山杨(*Populus davidiana*)，紫椴(*Tilia amurensis* Rupr.)，元宝槭(*Acer truncatum* Bunge)，蒙古栎(*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)，使用量尺对枝条的总长，叶柄长（如有叶柄）进行测定，并记录下枝条上叶的数量，使用叶面积仪对叶长、叶宽、叶周长及叶面积进行测定。使用千分之一天平测定叶与叶柄（如有叶柄）的鲜重后，将叶片与叶柄（如有叶柄）置于烘箱中 48 小时取出。使用千分之一天平测定叶与叶片的干重。蒙古栎(*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)，暴马丁香(*Syringa reticulata* var. *amurensis*)，假色槭(*Acer pseudo-sieboldianum*(Pax.)Komarov)，榆树(*Ulmus pumila* L.)，鼠李(*Rhamnus davurica*)，绣线菊(*Spiraea Salicifolia* L.)，香杨(*Populus koreana*)，山楂(*Crataegus pinnatifida* Bunge)，稠李(*Prunus padus* L.)共计 13 种针阔混交林中作为优势物种或在某区块中数量较大的灌木或乔木进行了采集与统计，测量并记录了当年生小枝长，小枝上的叶片数，叶柄长，叶片重量，叶长，叶宽，叶周长，叶面积，叶片干重，叶柄干重这 11 种数据。从灌木与乔木两方面为分类研究对象。山杨、紫椴、蒙古栎、榆树、山楂、香杨、稠李为乔木；茶条槭、元宝槭、假色槭、暴马丁香、鼠李、绣线菊为灌木（茶条槭、元宝槭、假色槭为大灌木种；暴马丁香、鼠李、绣线菊为小灌木种）

二、结果分析

2.1 小枝长-叶片数-叶面积数值

表一：长白山针阔混交林几种优势种新生小枝长—叶片数

		叶片数/片	总叶片数	小枝长/cm	小枝数	叶片数/小枝长
灌 木	茶条槭	6.7	60	18.1	9	0.3690
	元宝槭	4.0	36	11.0	8	0.3640
	假色槭	3.6	32	18.4	9	0.1936
	暴马丁香	5.6	50	15.0	9	0.3706
	鼠李	6.4	58	14.3	9	0.4498
	绣线菊	12.2	110	17.3	9	0.7050
乔 木	山杨	5.6	39	10.8	7	0.5165
	紫椴	4.4	40	19.8	9	0.2240
	蒙古栎	6.2	56	22.5	9	0.2767
	榆树	6.3	57	19.1	9	0.3308
	山楂	6.4	58	22.0	9	0.2928
	香杨	4.9	44	12.8	9	0.3818
	稠李	6.1	55	14.0	9	0.4363

注：每个物种的叶片数、小枝长均为平均值。无特殊标记，下文各种数据均为平均数值。

表一通过对测量数值的叶片数与小枝长取算术平均值获得，通过对叶片数与小枝长度之间的处理，获得的叶片数/小枝长，即在每厘米长度的小枝上，植物所生长的叶片的数量。通过获得的比例进行分析。表中，绣线菊的叶片数/小枝长度比值最高，即绣线菊在新生枝条上，叶片密度较大，叶片数量较多，而假色槭叶片数/小枝长度比值最低，说明其叶片在新生小枝上生长稀疏。

但仅通过叶片数与小枝长度的比值无法准确的判断新生小枝上的叶片对于光竞争的直接关系，即叶盖面积从上述比值中仍然无法取得。因此通过平均植物新生小枝上的单叶面积与叶片数/小枝长度之积，获得单位长度的小枝上，所生长的新生叶片的平均面积，此比值则可以直接的反映出不同种植物的新生小枝在光竞争中的竞争力的大小。

表二：长白山针阔混交林几种优势种单叶面积—叶片数—小枝长

		叶片数/小枝长	单叶面积/mm ²	单叶面积*叶片数/小枝长
灌木	茶条槭	0.3690	1448.3	534.4
	元宝槭	0.3640	1543.43	561.8
	假色槭	0.1936	3482.0	674.1
	暴马丁香	0.3706	1281.8	475.0
	鼠李	0.4498	1030.98	463.7
	绣线菊	0.7050	426.4	300.6
乔木	山杨	0.5165	799.0	412.7
	紫椴	0.2240	3798.7	850.9
	蒙古栎	0.2767	4077.2	1128.2
	榆树	0.3308	1728.1	571.68
	山楂	0.2928	2446.9	716.48
	香杨	0.3818	2314.8	883.8
	稠李	0.4363	1089.8	475.5

由表二的数据中可以显著的看出，乔木的单叶面积*叶片数/小枝长数值普遍高于灌木。这反应了乔木在光竞争中占有优势地位。这与实际情况相结合时可以发现，乔木叶冠高度普遍远高于灌木，由此则反映出两种不同种类的植物在进行光竞争时的策略远不相同。乔木叶冠较高，且成熟的乔木之上普遍没有更高的植物进行遮挡，叶片的生长策略向着大的单叶盖度（即更大的单叶面积），较少的叶片数量方向发展，故可以从表中统计出，样本中集中乔木的平均叶片数/小枝长度为 0.3513 片/cm。而平均单叶面积却有 2322.054517mm²。相较之下灌木则一般生长在乔木叶盖之下，对于光的捕捉普遍属于零散而多数。则灌木则在进行光竞争的时候进化为单叶面积较小，而叶片数量较多的生长模式。从表中可以统计出灌木的平均叶片数/小枝长度为 0.4087 片/cm，平均单叶面积 1535.4734mm²。两相对比很容易比较出灌木与乔木之间对于通过新生枝条进行光竞争的生长策略的不同。

2.2 叶鲜质量—叶干质量

一般而言，在叶的总生物量一定的情况下，分配给叶片的生物量越多，叶的光合碳获取能力越强，对植物越有利。然而大叶通常要遭受更大的拉拽力，叶片面积和质量的增加也要求叶柄具有更高的支撑能力^{⑧⑨}。同时，叶片面积的增加也需要更长的叶柄来减少个体内部对光的互相遮挡^⑩，并且大叶还需要叶柄具有更强的水分疏导能力以满足其蒸腾需要，所以大叶需要对叶柄的生物量投资增加。因此预测，在单叶水平上，对叶柄的生物量投资比例将有可能限制叶大小的变化，并且随着叶大小的增加，叶增大获得的收益有可能被所需增加的叶柄支撑成本抵消甚至超出，即叶内的支撑投资将随着叶大小的增加而增大^⑪。在相同比例的叶柄比叶片中，较大的叶片不是单纯的获得更多的固

定生物量的收益增加的堆积，而是通过固定生物量的增加与消耗的叶内支撑投资相平衡互相抵消与动态变化产生的平衡收益。

表三：长白山针阔混交林几种优势种叶柄重—叶片重

		叶片鲜重/g	叶片干重/g	叶柄鲜重/g	叶柄干重/g	叶含水量/%
灌木	茶条槭	0.2321	0.1093	0.0260	0.0137	52.3
	元宝槭	0.2550	0.1111	0.0226	0.0124	55.6
	假色槭	0.3233	0.1422	0.0431	0.0170	56.5
	暴马丁香	0.2230	0.0826	0.0117	0.0036	63.2
	鼠李	0.1747	0.0541	0.0147	0.0036	69.5
	绣线菊	0.0475	0.0243	—	—	48.78
乔木	山杨	0.1224	0.0568	0.0104	0.0040	54.3
	紫椴	0.4515	0.1573	0.0581	0.0180	65.6
	蒙古栎	0.5664	0.2223	—	—	60.8
	榆树	0.2850	0.1196	—	—	58.1
	山楂	0.35260	0.1312	—	—	62.8
	香杨	0.4450	0.1747	0.0335	0.0120	61.0
	稠李	0.1397	0.0679	0.0090	0.0038	51.7

注：“—”项目代表该植物叶柄过于短小或无叶柄。此表数据均为单叶数据。

就上表数据中，乔木种的叶片重量普遍大于灌木种。而叶柄却相对短小甚至于无叶柄。推测其生活策略与环境条件关系密切。由于乔木种的叶片面积普遍偏大，故在单叶片的重量上显然应该大于灌木种的单叶片重量。根据计算得到平均灌木单叶片鲜重的质量为 0.2092g，而乔木种的平均单叶片鲜重则为 0.337514286g。而就叶片生物量（干重）而言，灌木种单叶片生物量平均值为 0.087278333g，乔木种则为 0.132817143g。两相对比很明显能够分别看出在单叶生物量的差距。如果再其之上加上叶片数/小枝长度。则得到每单位小枝长度之内所承载的叶片生物量。得到灌木种的单位长度生物量为 0.035670655g/cm，而乔木种的单位长度生物量为 0.046658662g/cm。这里的数据可以得出乔木种在单位长度的小枝上，叶片的生物量（干重）要高于灌木。由于乔木为了维持其较大的植物体，需要更多的光合产物以及更强光合能力。在萌条的单位长度上承载的额生物量越高，代表光合产物越多，光合强度更大。而灌木的植物体较小，生长发育繁殖所需的生物量也较小，故萌条上的单位长度生物量较乔木也较小。

就含水量而言，乔木平均值 59.1728933%，灌木平均值 57.6580122%。两相差别并不大，就分析而言，在相同的区块内，由于土壤含水量、矿物质含量、空气湿度、温度

等差距并不大，所以并没有导致不同的植物种在含水量上发生较大的差别。此外，乔木的叶柄普遍较小或没有，经过查找文献后并没有发现结论。有待更多的研究。

叶片重量在叶片中的分布，以及单位叶片面积里的叶片质量是衡量植物叶光合强度的重要指标之一，在单位面积内的质量不仅影响了其细胞的多少，含有的叶绿体数量。同时还反映了植物贮藏有机物，贮藏光合产物的能力，而单位面积叶片质量通常和叶片

表四：长白山针阔混交林几种优势种叶面积—生物量

		叶片鲜重/g	叶片干重/g	单叶面积/mm ²	鲜重/面积	干重/面积
灌木	茶条槭	0.2321	0.10933	1448.28	0.0160	0.0075
	元宝槭	0.2550	0.11111	1543.44	0.0165	0.0072
	假色槭	0.3233	0.14219	3481.99	0.0093	0.0041
	暴马丁香	0.2228	0.08261	1281.79	0.0174	0.0064
	鼠李	0.1747	0.05412	1030.94	0.0169	0.0052
	绣线菊	0.0475	0.02431	426.39	0.0111	0.0057
乔木	山杨	0.1224	0.05676	799.04	0.0153	0.0071
	紫椴	0.45154	0.15732	3798.66	0.0119	0.0041
	蒙古栎	0.5664	0.22230	4077.20	0.0139	0.0055
	榆树	0.2850	0.1196	1728.06	0.0165	0.0069
	山楂	0.3526	0.1312	2446.85	0.0144	0.0054
	香杨	0.4450	0.1747	2314.80	0.0192	0.0075
	稠李	0.1397	0.0679	1089.77	0.0128	0.0062

注：鲜重/面积与干重/面积均为单叶数据，单位为 g/cm²

厚度有关。植物叶片是光合作用的主要场所，光合作用时植物累积生物量的主要途径。因此，叶面积和生物量之间必然存在着一定的联系^{⑫⑬⑭}。在长白山地区，年平均温度较低，冬季时间长。叶片厚度也与植物抵抗寒冷与其他不良环境的能力有关。通过计算，灌木的叶片鲜重/面积为 0.014546923g/cm²，叶片干重/面积为 0.006037863g/cm²，乔木的叶片鲜重/面积为 0.014862786g/cm²，叶片干重/面积为 0.006107928g/cm²。二者在单位面积干重与单位面积鲜重上都几乎没有差别。这说明在近似相同的环境条件下，灌木与乔木在叶片厚度上针对不良环境的策略几近相同，而在单位面积的叶片中，光合强度也差别不大，其主要的差距仍在单叶片面积与单位萌条长度的叶片面积上。不同植物单叶面积与生物量间均存在明显差异，表明不同物种的资源利用效率与生物量的积累能力不同，主要与植物本身的遗传特性相关^⑮。

2.3 叶长—叶宽—叶周长

表五：长白山针阔混交林几种优势种叶长—叶宽—叶周长

		叶长/cm	叶宽/cm	叶面积/mm ²	叶周长/mm ²
灌木	茶条槭	0.2321	0.1093	1448.28	208.35
	元宝槭	0.2550	0.1111	1543.44	241.53
	假色槭	0.3233	0.1422	3481.99	510.92
	暴马丁香	0.2223	0.0826	1281.79	153.04
	鼠李	0.1747	0.0541	1030.94	125.38
	绣线菊	0.0475	0.0243	426.39	88.65
乔木	山杨	0.1224	0.0568	799.04	102.37
	紫椴	0.4515	0.1573	3798.66	264.56
	蒙古栎	0.5664	0.2223	4077.20	352.48
	榆树	0.2850	0.1196	1728.06	180.05
	山楂	0.3526	0.1312	2446.85	257.25
	香杨	0.4450	0.1747	2314.80	177.94
	稠李	0.1397	0.0679	1089.77	0.01

叶形态在植物进行资源分配与环境适应上有着重要的意义。叶长叶宽比反映了植物在叶片的生长策略的选择。长宽比越远离 1，叶形越狭长，在林中更适合林荫下的环境。而长宽比越接近于 1，则叶形更趋近与圆形，更有利于接受大面积的光照。

表六：灌木叶片的长宽比

灌木	茶条槭	元宝槭	假色槭	暴马丁香	鼠李	绣线菊	平均
长宽比	2.1226	2.2946	2.2733	2.6964	3.2281	1.9522	2.4278

表七：乔木叶片的长宽比

乔木	山杨	紫椴	蒙古栎	榆树	山楂	香杨	稠李	平均
长宽比	2.1560	2.8702	2.5477	2.3839	2.6884	2.5470	2.0566	2.4642

由数据总结发现，无论是乔木还是灌木，叶片的长宽比基本处于 2~3 之间，乔木和灌木平均数据也几乎相同。这表现了环境条件相似的情况下，作为乔木与灌木在叶长宽比的生长策略中选择几近相似。叶片均具有一定的狭长程度。

表八：灌木叶片的周长—面积比率

灌木	茶条槭	元宝槭	假色槭	暴马丁香	鼠李	绣线菊	平均
周长—面积比	0.1438	0.1564	0.1467	0.1193	0.1216	0.2078	0.1492

表九：乔木叶片的周长—面积比率

乔木	山杨	紫椴	蒙古栎	榆树	山楂	香杨	稠李	平均
周长—面积比	0.1281	0.0696	0.0864	0.1041	0.1051	0.0768	0.1216	0.0988

上表中反应了各种植物叶片的周长—面积比率。灌木种叶片的周长面积比普遍高于乔木种的周长面积比。周长面积比越大，则说明植物叶片的不规则度越高，周长面积比越小，叶片的不规则度越低。因此可以看出乔木叶片的规则度普遍高于灌木种叶片。分析由于乔木对于光竞争主要依靠叶面盖度，即叶片暴露于光下的面积主要取决于叶的铺展程度。而灌木种植物体较矮，对于光竞争主要依靠乔木叶隙间透过光照，而隙间光照又处于一种不规则的状态，故灌木叶片不规则程度较乔木高。

三、讨论

3.1 乔木与灌木叶片生长的比较

在本实验中，我们通过测量当年生小枝长，小枝上的叶片数，叶柄长，叶片重量，叶长，叶宽，叶周长，叶面积，叶片干重，叶柄干重这 11 种数据，观察出了灌木与乔木叶片生长上的异同。

在统计叶片数与小枝长度时，我们并不能得出新生小枝上的叶片对于光竞争的直接关系。所以我们想到通过平均植物新生小枝上的单叶面积与叶片数/小枝长度之积，获得单位长度的小枝上，所生长的新生叶片的平均面积，用比值反映出不同种植物的新生小枝在光竞争中的竞争力的大小。

由单叶面积，叶片数，小枝长的数据中我们观察到：乔木的单叶面积*叶片数/小枝长数值普遍高于灌木。这反应了乔木在光竞争中占有优势地位。在生活中我们可以发现，乔木叶冠高度普遍远高于灌木，说明两种不同种类的植物在进行光竞争时的策略远不相同。乔木叶冠较高，且成熟的乔木之上普遍没有更高的植物进行遮挡，叶片的生长策略向着大的单叶盖度，较少的叶片数量方向发展，相较之下灌木则一般生长在乔木叶盖之下，对于光的捕捉普遍属于零散而多数。则灌木则在进行光竞争的时候进化为单叶面积较小，而叶片数量较多的生长模式。

在对叶柄重以及叶片重的数据观察中，我们发现乔木种的叶片重量普遍大于灌木种，而叶柄却相对短小甚至于无叶柄。乔木种的叶片面积普遍偏大，在单叶片的重量上

大于灌木种的单叶片重量。乔木种在单位长度的小枝上，叶片的生物量（干重）也要高于灌木。这是由于乔木为了维持其较大的植物体，需要更多的光合产物以及更强光合能力，所以其在萌条的单位长度上承载的额生物量高，光合产物多，光合强度大。而灌木的植物体较小，生长发育繁殖所需的生物量也较小，故萌条上的单位长度生物量较乔木也较小。就含水量而言，灌木和乔木差别并不大，在相同的区块内，由于土壤含水量、矿物质含量、空气湿度、温度等差距并不大，所以并没有导致不同的植物种在含水量上发生较大的差别。

在对叶面积和叶片干重鲜重的观察中，我们发现灌木和乔木在单位面积干重与单位面积鲜重上都几乎没有差别。这说明在近似相同的环境条件下，灌木与乔木在叶片厚度上针对不良环境的策略几近相同，而在单位面积的叶片中，光合强度也差别不大，其主要的差距仍在单叶片面积与单位萌条长度的叶片面积上。

在对叶长宽和周长的数据总结中，我们发现，无论是乔木还是灌木，叶片的长宽比基本处于 2~3 之间，乔木和灌木平均数据也几乎相同。这表现了环境条件相似的情况下，作为乔木与灌木在叶长宽比的生长策略中选择几近相似。叶片均具有一定的狭长程度。

最后我们计算了植物叶片的周长—面积比率，计算后我们发现，灌木种叶片的周长面积比普遍高于乔木种的周长面积比。由此可以看出乔木叶片的规则度普遍高于灌木种叶片。由于乔木对于光竞争主要依靠叶面盖度，即叶片暴露于光下的面积主要取决于叶的铺展程度。而灌木种植物体较矮，对于光竞争主要依靠乔木叶隙间透过光照，而隙间光照又处于一种不规则的状态，故灌木叶片不规则程度较乔木高。

3.2 乔木与灌木叶片生长的生态学意义

乔木普遍高于灌木，但是灌木的叶片数量高于乔木的叶片数量。乔木树冠较高，而且少有其他植物的遮挡，所以乔木对阳光的利用率很高，对自身的光合作用也非常有利。在乔木和灌木中，叶片面积大能有效的应对低光环境。因为大叶能够平铺排布，有效地捕获来自垂直角度的光和大部分的光斑。与此一致的是，处于演替后期的温带森林的林下木本植物往往是大叶物种。然而，从支撑成本的角度看，大叶物种较小的叶间隙的代价是比较高的，因为它们需要增强枝条、茎和叶柄构建，增加对支撑结构的生物量投资。通过延长枝条、茎和叶柄的总长度，可以减少叶片之间的相互遮荫，有效地提高叶片的光拦截效率。小叶和大叶之间另一个重要的差异是对草食性动物破坏的抵抗能力不一样。小叶物种可以在较短的时间内迅速完成展叶，展叶完成后，叶片对草食性动物的可口性下降，从而减少其受草食性动物攻击的机会。在总的叶生物量一定的情况下，构建许多小叶或分裂成小裂叶，也能够减轻对小叶突发性损伤造成的损失，增强植株对意外伤害的抵抗能力。植物叶是由悬臂结构叶柄和行使光合作用的叶片两部分组成，叶生物量在叶柄和叶片之间的分配对于理解叶大小的优化具有重要意义。并不是叶越大对植物越有利，至少在叶水平上，大叶物种并不比小叶物种更有优势。灌木普遍被高大乔木所遮挡，其叶片数量较多，相对较高的出叶强度比低的出叶强度更具有适应性。每个叶片

通常都会有一个腋芽分生组织, 叶片更多的物种, 单位个体大小上的腋芽分生组织的密度将会更高。腋芽分生组织在植株的生长发育过程中, 既可以生长为植株的营养结构或繁殖结构, 也可能保持无活性状态, 进而影响到植株的大小、构建和繁殖产出, 使植株生长具有更大的可塑性。所以由此可见, 灌木和乔木在各自对光的利用上都有其独特的生存策略。

参考文献

- ①Castro-Diez P,Puyravaud JP,Cornelissen JHC(2000).leaf sructure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and typts. *Oecologia*,124,476-486
- ②Corner EJH(1949).The durian theory or the origin of the modern tree.*Annals of Botany*,13,367-414.
- ③Taylor SE(1975).Optimal leaf form. In:*Perspectives of Biophysical Ecology*.Vol.12.Springer,Berlin.73-86.
- ④Taylor SE,Sexton OJ(1972).Some implications of leaf tearing in Musaceae.*Ecology*,53,143-149
- ⑤Parkhurst DF,Loucks OL(1972).Optimal leaf size in relation to environment.*The Journal of Ecology*,60,505-537
- ⑥潘少安,彭国全,杨冬梅等.从叶内生物量分配策略的角度理解叶大小的优化[J]植物生态学报,2015,39(10):971-979
- ⑦Bonsall MB,Jansen VAA,Hassell MP(2004).Life history trade-offs assemble ecological guilds.American Association for the Advancement of Science,306,111-114.
- ⑧Percy RW,Yang W (1998).The functional morphology of light capture and carbon gain in the Redwood forest understorey plant *Adenocaulon bicolor* Hook.*Functional Ecology*.12,543-522.
- ⑨祝介东,孟婷婷,倪健,苏宏新,谢宗强,张守仁,郑元润,肖春旺.不同气候带间成熟林植物叶性状间异速生长关系岁功能型的变异.植物生态学报,2011,35,687-698
- ⑩Takenaka A91994),Effects of leaf blade narrowness and petiole length on the light capture efficiency of a shoot.*Ecological Research*,9,109-114.
- ⑪Niklas KJ(1999). A mechanical perspective on foliage leaf form and function.*New Phytologist*,143,19-31
- ⑫Mott KA,Michaelson O.Amphistony as an adaptation to high light intensity in *Ambrosia cordifolia* (compositae)[J].*American Journal of Botany*,1991,78(1):78-79
- ⑬Strauss-Debenedetti S,Bazzaz FA.Plasticity and acclimation to light in tropical Moraceae of different successional positions [J].*Oecologia*,1991,87(3):377-387
- ⑭郭治远.淮北相山主要优势植物叶面积与生物量的初步研究[J].安徽林业科技,2013,39(3):14-16