

邵阳市城区主要绿化乔木叶片性状研究

周杨帆, 王卓宏, 左阳嫣, 吕敏*

(邵阳学院 城乡建设学院, 湖南 邵阳 422000)

摘要:【目的】揭示邵阳市主要绿化乔木在不同功能区的表现特征, 寻找功能区适合栽种的树。【方法】在邵阳市选取商业区、住宅区、休闲区、文教区、工业区、道路交通沿线六大功能区, 以桂树与樟树为研究对象, 研究其干物质含量、比叶面积、SPAD (叶绿素含量)、叶氮含量和叶磷含量5个指标。采用了相关系数分析与双因子两种分析方法。【结果】功能区的变化对于叶片干物质含量SPAD、比叶面积、N含量有显著影响, 樟树的P含量与功能区存在显著性, 功能区与桂树叶片的P含量不存在显著性差异。树种与功能区对于叶片的SPAD、N含量、P含量存在影响较大呈极显著相关, 与叶干物质含量呈显著相关; 树种与植物的叶片比叶面积、叶干物质含量、叶的SPAD、叶P含量呈极显著相关; 功能区因子与叶片的比叶面积, SPAD, N含量, P含量呈极显著相关; 比叶面积与树叶的SPAD、干物质含量、P含量均呈现显著相关; SPAD值与磷含量在上层树叶呈现显著相关。【结论】工业区栽种桂树比较适宜。研究结论可以给城市中绿地的规划与城市的建设提供一定的理论依据。

关键词: 功能区; 叶片性状; 木本植物; 双因素分析法; 邵阳市

中图分类号: S688

文献标识码: A

文章编号: 2095-7300 (2021) 03-0033-08

Study on Leaf Characters of Main Greening Arbor in Shaoyang City

ZHOU Yangfan, WANG Zhuohong, ZUO Yangyan, LYU Min*

(School of Urban and Rural Construction, Shaoyang University, Shaoyang 422000, China)

Abstract: 【Objective】 Reveal the features of plant traits in different functional areas of Shaoyang City and find suitable trees for planting in functional areas. 【Method】 The plant dry matter content, specific leaf area and SPAD (chlorophyll content), leaf nitrogen content and the phosphorus content of osmanthus and camphor trees in commercial district, residential district, recreational district, culture&education district, industrial district Shaoyang City. Two methods of correlation coefficient analysis and double factor analysis were used. 【Result】 Changes in functional zones had significant effects on dry matter content (SPAD), specific leaf area (SLA) and N content of leaves. The P content of camphor tree was significantly different from that of functional zones, while the P content of leaves of the cinnamon tree was not significantly different from that of functional zones. The tree species and func-

收稿日期: 2020-10-21

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(2018JJ3476); 湖南省大学生国家级创新训练基金项目(s202010547052); 湖南省大学生省级创新训练基金项目(202010547033)

作者简介: *为通信作者, 吕敏, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 土壤污染和植物生理生态, E-mail: almg168@126.com; 周杨帆, 研究方向: 地理科学, E-mail: 1429922793@qq.com.

引文格式: 周杨帆, 王卓宏, 左阳嫣, 等. 邵阳市城区主要绿化乔木叶片性状研究[J]. 湖南生态科学学报, 2021, 8(3): 33-40. ZHOU Y F, WANG Z H, ZUO Y Y, et al. Study on leaf characters of main greening arbor in Shaoyang City[J]. Journal of Hunan Ecological Science, 2021, 8(3): 33-40.

tional zones had a significant influence on the SPAD, the N and P content of leaves, which was significantly correlated with the dry matter content of leaves. The specific leaf area, the leaf dry matter content, the leaf SPAD. Leaf P content of tree species and plants were significantly correlated. The regional factors are substantially correlated with the specific leaf area, the leaf SPAD, the N content, the P content of leaves. The specific leaf area was substantially correlated with the SPAD, the dry matter content and the P content of leaves. There was an important correlation between the SPAD value and phosphorus content in upper leaves. 【Conclusion】 According to the results, it is more suitable to plant osmanthus in an industrial area, which can provide the theoretical basis for urban green land planning and building.

Keywords: functional area; leaf character; woody plants; Two-factor analysis; Shaoyang city

植物在生长发育的过程中,会与其生长环境发生相互作用,而植物为了减少对其生长不利的因素影响,渐渐形成了适应性的策略,而这种适应性策略又称为植物性状^[1]。植物功能性状是植物经过长期自然选择及适应进化逐渐形成的,对生态系统功能有一定影响的内在生理和外形态特征,如叶片面积、叶干物质含量、叶组织密度等^[2]。植物功能性状也是植物在生境中漫长进化与发展和相互作用的结果,强调植物与生态系统过程和函数的关系,反映其在生态系统功能方面的生态指示作用。各性状不应被孤立地看待,它们之间存在着各种各样的联系^[3]。当前,关于叶片性状与环境之间关系的研究大多集中于叶片功能性状^[4-6],且越来越多的研究表明,植物叶片的功能性状能有效地反映外界的环境,并在一定程度上可以影响生态系统功能。叶片功能性状对现在某些区域生态研究以及难以估测的现状都可以提供很大的帮助^[7-9]。研究植物叶片性状对环境因子的响应和叶片性状的变化规律,对了解系统植物演化过程、预测植物对未来环境变化的响应与适应等都具有重要意义^[10-12]。

本研究主要针对邵阳市城区六大功能区生长的樟树、桂树叶片性状,比较不同功能区植物叶片性状特征的差异性,阐述植物对环境的关系,综合分析各个性状之间的关系,为邵阳市城区园林绿化树种的选择提供理论依据和参考。

1 研究区概况及研究方法

1.1 区域概况

邵阳市位于湖南省中部,处于北纬25°58'—27°40',东经109°49'—112°57'之间,典型中亚热带湿润季风气候,四季分明,雨热充足,全市年均温16.1~17.1℃,年日照时数1350~1670 h。

1.2 样品的采集与前处理

樟树与桂树是邵阳市的主要景观乔木,属于亚热带常绿阔叶林。3月,樟树、桂树的叶片依旧繁茂,因此选取桂树与樟树作为研究对象。

本研究将邵阳市城区分为住宅区、商业区、文教区、工业区、道路交通沿线和休闲区六大功能区,在每个功能区中选取两至三个采样点,并在每个采样点随机选取桂树、樟树作为样树,使用高枝剪从样树的下、中、上三层中采集叶片若干。使用便携式叶绿素仪测量叶片的SPAD(叶绿素含量);用工具测量树叶的长、宽、厚以及叶片的干重和湿重基本信息,计算得叶片干物质含量;叶片经叶片扫描仪扫描后,将图像保存在电脑中,用Image J软件测得叶片面积,并计算比叶面积;样叶在70℃烘箱烘72 h后,研磨、过筛、装袋保存;通过凯氏定氮仪测得叶片氮含量,可见分光光度计测得叶片磷含量。野外采样时间为2019年3月上旬,室内实验时间为2019年3月下旬与4月。

1.3 数据处理

以上实验分析数据来源于邵阳学院城乡建设学院植物生理分析实验室与野外测量。数据经由Excel 2019和SPSS 21.0软件进行

2 结果与分析

2.1 各功能区叶片干物质含量比较

叶干物质含量同样体现出植物得资源获取的能力,在土地贫瘠、气候干旱的环境中,因叶片过小或呈针叶、畸形叶,导致叶面积难以测定,因此叶片干物质含量比叶片比叶面积更有意义^[13]。在工业区同样的条件下,桂树的干物质含量比樟树干物质含量高1.5%左右。在各大功能区中,樟树叶干物质

含量功能区差异表现:工业区>住宅区>休闲区>文教区>道路交通沿线>商业区;桂树叶片叶干物质含量功能区差异表现:住宅区>工业区>道路交通沿线>商业区>休闲区>文教区。功能区对于桂树与樟树的干

物质含量均呈现出显著的差异性,说明功能区的变化对于叶片干物质含量有显著影响。就干物质单一指标而言,工业区更适合栽种桂树(见表1、表2)。

表1 功能区对樟树干物质含量的影响

Table 1 Influence of functional areas on the dry matter content of camphor trees

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	51.37±3.89	3.111	0.011*
商业区	48.38±2.71		
文教区	50.85±6.04		
工业区	53.76±3.30		
道路沿线	49.76±5.22		
休闲区	50.91±2.96		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

表2 功能区对桂树干物质含量的影响

Table 2 Effects of functional areas on dry matter content of osmanthus

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	54.88±3.22	2.451	0.037*
商业区	53.61±3.27		
文教区	51.56±7.04		
工业区	55.26±3.51		
道路沿线	55.24±1.56		
休闲区	52.66±5.83		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

2.2 各功能区叶片 SPAD 差异比较

便携式叶绿素仪通过发射两种波长光学浓度差方式 650 nm 与 940 nm 来确定的叶片中叶绿素的相对数量,测出来的值即 SPAD 值。在工业区同样的条件下,桂树的 SPAD 值比樟树要高 13。樟树的 SPAD 在功能区差异表现为:道路交通沿线>商业区>休闲区

>文教区>工业区>住宅区;桂树的 SPAD 在功能区差异表现为:休闲区>住宅区>商业区>工业区>道路交通沿线>文教区。功能区与桂树、樟树的 SPAD 存在显著性差异,功能区的变化对樟树和桂树叶片中的 SPAD 值有影响。就 SPAD 来看,工业区中叶片的 SPAD 含量都相对较低,但就 SPAD 单一指标来看,桂树更适合栽种在工业区(见表3、表4)。

表3 功能区对樟树 SPAD 值的影响

Table 3 Influence of functional area on SPAD value of camphor trees

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	34.01±6.03	14.599	0.000*
商业区	42.61±2.21		
文教区	38.94±4.23		
工业区	36.53±3.82		
道路沿线	43.36±4.47		
休闲区	41.31±5.25		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

表4 功能区桂树SPAD值的影响
Table 4 Influence of SPAD value of functional area osmanthus fragrans

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	51.37±3.89	2.320	0.047*
商业区	48.38±2.71		
文教区	50.85±6.04		
工业区	53.76±3.30		
道路沿线	49.76±5.22		
休闲区	50.91±2.96		

注：在 **P*<0.05 水平（双侧）上显著相关；

2.3 各功能区叶片比叶面积差异比较

比叶面积是单位质量叶片的面积，也是形态特征研究中的重要性状，用cm²/g表示。它可以体现植物对环境的适应性和生存策略，拥有较低比叶面积的物种会消耗更多物质来投资保卫、防御物质，通常具有更小的叶片、更大的叶片厚度或更密的叶肉细胞，这样的生存策略有利于植物在土壤贫瘠干旱的地方生存^[14-15]。比叶面积大的物种趋向于生长在有充足资源的地方，相对生长速率更高且将营养保存

在体内的能力更强^[16]。在工业区同样的条件下，桂树的叶片比叶面积比樟树的叶片比叶面积小21.5。樟树叶片比叶面积在功能区的规律为：道路交通沿线>住宅区>休闲区>商业区>文教区>工业区；桂树的比叶面积功能区的规律为：休闲区>文教区>住宅区>商业区>道路交通沿线>工业区。桂树与樟树的比叶面积与功能区存在着显著性差异，证明功能区的变化对于树叶的比叶面积有显著影响。就叶片比叶面积单一指标而言，桂树更适合栽种在工业区（见表5、表6）。

表5 功能区对樟树叶比叶面积的影响
Table 5 Effects of functional area on specific leaf area of camphor leaf

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	97.43±26.44	2.341	0.045*
商业区	93.04±18.26		
文教区	83.12±17.17		
工业区	82.31±22.18		
道路沿线	97.42±17.03		
休闲区	96.08±23.69		

注：在 **P*<0.05 水平（双侧）上显著相关；

表6 功能区对桂树比叶面积的影响
Table 6 Effects of functional areas on specific leaf area of osmanthus

	$\bar{x} \pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	63.17±8.08	2.501	0.034*
商业区	62.88±8.23		
文教区	71.95±22.72		
工业区	60.48±17.42		
道路沿线	61.44±7.01		
休闲区	72.10±20.22		

注：在 **P*<0.05 水平（双侧）上显著相关；

2.4 各功能区叶片 N 含量差异比较

氮元素是有机体中蛋白质的重要组成成分,所以氮对于植物体来说是一个重要的营养元素^[17]。在工业区相同的条件下,桂树叶片氮含量比樟树叶片氮含量高 1 mg/g。樟树叶片 N 含量功能区差异表现:

商业区>道路交通沿线>休闲区>文教区>工业区>住宅区;桂树叶片 N 含量功能区差异表现:商业区>休闲区>道路交通沿线>住宅区>工业区>文教区。桂树与樟树的 N 含量与功能区存在着显著性差异,证明功能区的变化对于树叶的比叶面积有显著影响。氮这一指标说明,工业区栽种桂树更加适宜(见表 7、表 8)。

表 7 功能区对樟树 N(mg/g)含量的影响
Table 7 Influence of functional areas on The N content of camphor trees

	$\bar{x}\pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	12.26±2.79	7.713	0.000*
商业区	17.57±0.28		
文教区	14.85±1.87		
工业区	12.30±0.76		
道路沿线	14.64±3.02		
休闲区	16.23±0.88		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

表 8 功能区对桂树 N(mg/g)含量的影响
Table 8 Effects of functional areas on the N content of osmanthus fragrans

	$\bar{x}\pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	13.32±4.38	6.615	0.000*
商业区	22.17±7.56		
文教区	11.99±1.55		
工业区	13.11±1.41		
道路沿线	13.21±2.37		
休闲区	15.29±2.02		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

2.5 不同功能区叶片 P 含量差异比较

磷元素虽然在植物干重中占比极小,但是磷元素是核酸的重要构成组分,与植物中的细胞分裂素有关,可以促进植物体枝条生长和叶片生成,所以极为重要^[18-19]。从表 9、表 10 的数据中整体看来,桂树叶片中 P 含量普遍都比樟树叶片 P 含量高一些,在

六大功能区中,樟树的磷含量恒小于桂树中的磷含量。樟树叶片 P 含量在功能区差异表现:工业区>住宅区>商业区>文教区>休闲区=道路交通沿线;桂树叶片 P 含量功能区差异表现:商业区>文教区>住宅区>休闲区>道路交通沿线>工业区。由此推测桂树适宜在工业区种植(见表 9、表 10)。

表 9 功能区对樟树 P(mg/g)含量的影响
Table 9 Effects of functional areas on The P content of camphor trees

	$\bar{x}\pm s(\%)$	<i>F</i>	<i>P</i>
住宅区	0.23±0.06	0.688	0.635
商业区	0.22±0.06		
文教区	0.21±0.03		
工业区	0.24±0.04		
道路沿线	0.20±0.08		
休闲区	0.20±0.05		

注:在 **P*<0.05 水平(双侧)上显著相关;

表10 功能区对桂树P(mg/g)含量的影响
Table 10 Effects of functional areas on P content of osmanthus fragrans

	$\bar{x} \pm s(\%)$	F	P
住宅区	0.36±0.11	3.592	0.009*
商业区	0.46±0.14		
文教区	0.40±0.06		
工业区	0.25±0.07		
道路沿线	0.27±0.09		
休闲区	0.34±0.12		

注：在 * $P < 0.05$ 水平（双侧）上显著相关；

3 讨论

3.1 邵阳市城区乔木叶片主要功能性状的 Pearson 相关系数

在上中下三层树叶的五种功能性状共 30 组相关性程度中，可以得到以下结论：叶片 SPAD 与比叶面积在树木的中上层呈显著相关，在下层叶片中呈极显著相关；叶片的 SPAD 会与比叶面积存在着较大的

关系。叶片的 SPAD 与叶片的 P 含量在中层与下层相关性不大，在上层呈显著相关；叶片的 P 含量与 SPAD 在植物的不同层次上关系有变化。叶片的比叶面积与叶干物质含量都呈极显著相关；叶片的干物质含量与比叶面积关系紧密。比叶面积与叶含 P 量在中下层呈现显著相关，在上层树叶呈现极显著相关。叶片的比叶面积与磷含量有较大的相关性，其中树层对于比叶面积与 P 含量的相关性有影响（见表 11）。

表11 邵阳市城区乔木叶片主要功能性状的 Pearson 相关系数
Table 11 Pearson correlation coefficient of main functional characters of tree leaves in Shaoyang City

		SPAD	比叶面积	干物质含量	叶 N 含量	叶 P 含量
下层	SPAD	1				
	比叶面积	-0.774**	1			
	干物质含量	0.512	-0.857**	1		
	叶 N 含量	0.362	-0.178	-0.103	1	
	叶 P 含量	0.551	-0.629*	0.481	0.143	1
中层	SPAD	1				
	比叶面积	-0.644*	1			
	干物质含量	0.453	-0.832**	1		
	叶 N 含量	0.257	0.236	-0.384	1	
	叶 P 含量	0.497	-0.640*	0.223	0.162	1
上层	SPAD	1				
	比叶面积	-0.658*	1			
	干物质含量	0.330	-0.738**	1		
	叶 N 含量	0.318	0.203	-0.412	1	
	叶 P 含量	0.601*	-0.752**	0.436	0.165	1

注：在 ** $P < 0.01$ 水平（双侧）上极显著相关；在 * $P < 0.05$ 水平（双侧）上显著相关。

3.2 邵阳市城区乔木叶片性状的双因素方差分析

从邵阳市城区乔木叶片性状的双因素方差分析中我们可以看出,邵阳市城区中的叶片比叶面积和树种是呈现极显著的相关性,与功能区和树种*功能区呈现不显著相关;叶片比叶面积与树种和功能区都呈现出极显著相关,与树种*功能区呈现显著相关关系;树叶 SPAD 与树种,功能区和树种*功能区都呈现极显著相关;树叶中的氮含量与树种不存在相关性,与功能区和树种*功能区呈现极显著相关;树

叶中的 P 含量与树种,功能区以及树种*功能区呈现极显著的关系;邵阳市树种与功能区对于植物叶片性状存在着较大相关性。由此可见,邵阳市城区的树种对植物的叶片比叶面积,叶干物质含量,叶的 SPAD,叶 P 含量会存在较大的影响。功能区的变化会影响到叶片的比叶面积,SPAD,N 含量,P 含量。树种和功能区综合起来对于叶片的 SPAD,N 含量,P 含量存在影响较大,对于叶干物质含量有影响(见表 12)。

表 12 邵阳市城区乔木叶片性状的双因素方差分析
Table 12 Two-factor variance analysis of tree leaf traits in Shaoyang City

	叶片比叶面积	叶干物质含量	SPAD	N	P
树种	0.000**	0.000**	0.000**	0.086	0.000**
功能区	0.107	0.001**	0.000**	0.000**	0.004**
树种*功能区	0.079	0.010*	0.000**	0.000**	0.002**

注:在 ** $P<0.01$ 水平(双侧)上极显著相关;在 * $P<0.05$ 水平(双侧)上显著相关。

4 结论

本研究以邵阳市城区不同功能区常见植物叶片性状为研究对象,基于系统发育和叶片功能性状,通过双因素分析法与主成分分析法,初步探讨邵阳市城区植物叶片性状在不同的功能区下的变化及相关性。主要结论如下:(1)树种*功能区对于叶片的 SPAD,N 含量,P 含量存在影响较大呈极显著相关,与叶干物质含量呈显著相关;(2)树种与植物的叶片比叶面积,叶干物质含量,叶的 SPAD,叶 P 含量呈极显著相关;(3)功能区因子与叶片的比叶面积,SPAD,N 含量,P 含量呈极显著相关;(4)比叶面积与树叶的 SPAD,干物质含量,P 含量均呈现显著相关;(5)SPAD 值与磷含量在上层树叶呈现显著相关;(6)工业区栽种桂树比较适宜。

经过此次对植物叶片性状特征的研究,可以得出树叶功能特征与功能区的一系列关系,筛选出了部分显著影响植物生长的因子,可以为城市绿化树种选择提供理论依据。在邵阳市内,木本植物宜种植喜温和湿润气候的香樟、杜英和广玉兰以作为邵阳绿化的骨干树种,还有桂树、槐树、棕榈等作为辅助树种^[20]。本文只对邵阳市木本植物(樟树与桂

树)进行了叶片功能性状初步的研究,未来可以在以下几个方面进行深入研究:高等植物属于构件生物,根、茎、叶是其 3 个主要的构件系统,根、茎、叶共同作用决定植物的生长特性和生态学对策。因为条件有限,本研究中只涉及到了不同功能区叶片功能性状的研究。未来可补充不同功能区条件下植物茎、根等功能性状的研究,这样可以更系统、全面地了解植物功能性状之间的关系,以及对环境的适应性变化特征。其次,可以与土壤结合起来共同研究,探究土壤与植物性状之间的关系。

参考文献:

[1]孟婷婷,倪健,王国宏.植物功能性状与环境 and 生态系统功能[J].植物生态学报,2007,31(1):150-165.
[2]杭夏子,翁殊斐,袁喆.华南 5 种园林灌木叶性状特征及其对环境响应的研究[J].西北林学院学报,2014,29(2):243-247.
[3]潘影,余成群,土艳丽,等.西藏草地植物功能性状与多项生态系统服务关系探讨[J].生态学报,2015,35(20):6821-6828.
[4]WANG C, ZHOU J, XIAO H, et al. Variations in leaf functional traits among plant species grouped by growth and leaf types in Zhenjiang [J]. Journal of Forestry Research ,2017,28 (2):241-248.
[5]苏文华,施展,杨波,等.滇石栎沿纬度梯度叶片功能性状的种

- 内变化[J].植物分类与资源学报, 2015,37(3):309-317.
- [6]张慧文,马剑英,孙伟,等.不同海拔天山云杉叶功能性状及其与土壤因子的关系[J].生态学报, 2010,30(21):5747-5758.
- [7]李东胜,史作民,冯秋红,等.中国东部南北样带暖温带区栎属树种叶片形态性状对气候条件的响应[J].植物生态学报,2013, 37(9):793-802.
- [8] REICH P B, WRIGHT I J, LUSK C H. Predicting leaf physiology from simple plant and climate attributes: a global glopnet analysis [J]. Ecological Applications,2007,17(7):1982-1988.
- [9] SUN M, SU T, ZHANG S B, et al. Variations in leaf morphological traits of *Quercus guyavifolia* (Fagaceae) were mainly influenced by water and ultraviolet irradiation at high elevations on the Qinghai-Tibet plateau, China [J]. International Journal of Agriculture and Biology,2016,18(2):266-273.
- [10]张林,罗天祥.植物叶寿命及其相关叶性状的生态学研究进展[J].植物生态学报,2004,28(6): 844-852.
- [11]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.
- [12]常顺,汪诗平.植物叶片性状对气候变化的响应研究进展[J].植物生态学报,2015,39(2):206-216.
- [13] CORNELISSEN J H C, LAVOREL S, GARNIER E, et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide [J]. Australian journal of Botany,2003,51(4):335-380.
- [14]张林,罗天祥.植物叶寿命及其相关叶性状的生态学研究进展[J].植物生态学报,2004,28(6): 844-852.
- [15]杨冬梅,章佳佳,周丹,等.木本植物茎叶功能性状及其关系随环境变化的研究进展[J].生态学杂志, 2012,31(3):702-713.
- [16]李玉霖,崔建垣,苏永中.不同沙丘生境主要植物比叶面积和叶干物质含量的比较[J].生态学报,2005,25(2):304-311.
- [17]贺金生,韩兴国.生态化学计量学:探索从个体到生态系统的统一化理论[J].植物生态学报,2010, 34(1):2-6.
- [18] AGREN G I. Stoichiometry and nutrition of plant growth in natural communities [J]. Annual review of ecology, evolution, and systematics,2008,39:153-170.
- [19] LI F L, LIU X. Leaf lifespan is positively correlated with periods of leaf production and reproduction in 49 herb and shrub species [J]. Ecology and evolution,2016,6(11):3822-3831.
- [20]杨贤均,陈梅英.邵阳市园林植物资源调查研究[J].邵阳学院学报,2007,4(2):100-104.

责任编辑:周安刚

英文校对:王芬