

赵燕,刘晶,王辉. 洛阳市 13 种绿化树种叶面积的回归测算[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):254-257.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.070

# 洛阳市 13 种绿化树种叶面积的回归测算

赵燕<sup>1</sup>, 刘晶<sup>1</sup>, 王辉<sup>2</sup>

(1. 河南科技大学林学院, 河南洛阳 471003; 2. 河南科技大学化工与制药学院, 河南洛阳 471003)

**摘要:**以洛阳市 13 种绿化树种为研究对象,采用回归的方法,构建各树种叶面积与叶长、叶宽以及与叶长、叶宽乘积的线性回归和幂函数回归方程。结果表明,各树种叶面积的回归方程均存在差异,幂函数是估算各树种叶面积的最佳回归方程,并给出了各个树种的叶面积回归方程,为各树种叶面积的快速测定提供了简便科学的方法,有较好的应用价值。

**关键词:**洛阳市;叶长;叶宽;叶面积;回归方程;绿化树种

**中图分类号:** S718.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0254-04

叶片是植物进行光合作用、制造养料、气体交换和水分蒸腾的重要器官<sup>[1-3]</sup>。叶面积的大小关系到植物光合作用和蒸腾作用的强弱,进而影响到植物生长量的大小。叶面积的测定对研究植物的生物学特性和指导生产实践有重大意义<sup>[4]</sup>,叶面积的测定方法有很多种,如求积仪法、叶模法、叶面积仪法、方格法、复印称重法、图形分解法等<sup>[5-7]</sup>,但这些方法会破坏植株,且测算程序较为繁琐、花费时间较多,在实际的生产实践中有很大不便,而回归方程法无须对叶面积进行离体测定,对植株无损伤、操作简单快捷<sup>[8-9]</sup>,在生产中被广泛应用。本试验通过对洛阳市 13 种常见园林绿化树种叶长、叶宽与叶面积的回归方程进行比较研究,以期找出各树种最适合的叶面积回归方程,为进一步科学研究和生产实践提供参考。

收稿日期:2015-11-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:41201224);河南科技大学博士研究生基金(编号:09001520)。

作者简介:赵燕(1982—),女,河南安阳人,博士,讲师,研究方向为树木栽培生理生态。E-mail:zhaoyanvip2008@163.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地概况

本研究地河南省洛阳市位于 112°16′~112°37′E、34°32′~34°45′N,属温带季风气候,四季分明,春季干旱,夏热多雨,秋季温和,冬季寒冷。全年日照时数为 2 141.6 h,平均气温 14.86℃,年均降水量 578.2 mm。

### 1.2 材料

以洛阳市常见的女贞(*Ligustrum lucidum*)、石楠(*Photinia serrulata* Lindl)、槐(*Sophora japonica* Linn)、毛白杨(*Populus tomentosa*)、白兰(*Michelia alba* DC.)、桂花(*Osmanthus* sp.)、樟[*Cinnamomum camphora* (L.) Presl]、黄杨[*Buxus sinica* (Rehd. et Wils.) Cheng]、紫叶李(*Prunus cerasifera*)、紫荆(*Cercis chinensis* Bunge)、栾树(*Koelreuteria paniculata*)、木槿(*Hibiscus syriacus* Linn.)、蜡梅[*Chimonanthus praecox* (Linn.) Link]等 13 种园林树种为研究对象,每种树种采集完好无损、没有病虫害、发育成熟的叶片 40 张。采集时为了防止叶片失水后皱缩,影响叶面积的测量,将叶片摘取后应立即放入密封

[8]楼晓钦,汪泽鹏,王志刚. 宁夏贺兰山森林资源[M]. 宁夏:黄河出版传媒集团阳光出版社,2012:1-19.

[9]赵晓春,刘建军,任军辉,等. 贺兰山 4 种典型森林类型凋落物持水性能研究[J]. 水土保持研究,2011,18(2):107-111.

[10]曹吉鑫,孙向阳,高程达,等. 宁夏贺兰山三种植被下土壤有机碳密度的比较[J]. 生态环境,2008,17(4):1641-1644.

[11]刘鹏,程积民,王继飞. 贺兰山天然油松林凋落物储量与分解过程的研究[J]. 宁夏农林科技,2011,52(11):66-68,70.

[12]鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:229-237.

[13]王金亮,王小花,岳彩荣,等. 滇西北香格里拉森林 4 个建群种的含碳率[J]. 生态环境学报,2012,21(4):613-619.

[14]程堂仁. 甘肃小陇山森林生物量及碳储量研究[D]. 北京:北京林业大学,2007.

[15]丁越岩. 毛乌素沙地不同植被类型土壤有机碳库研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2011.

[16]孟蕾,程积民,杨晓梅. 黄土高原子午岭人工油松林碳储量与

碳密度研究[J]. 水土保持通报,2010,30(2):133-137.

[17]刘国华,傅伯杰,方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报,2000,20(5):733-740.

[18]马钦彦,谢征鸣. 中国油松林储碳量基本估计[J]. 北京:林业大学学报,1996,18(3):31-34.

[19]周玉荣,于振良,赵士洞. 我国主要森林生态系统碳贮量和碳平衡[J]. 植物生态学报,2000,24(5):518-522.

[20]陈温林. 华北主要森林类型的碳汇功能研究[D]. 北京:北京林业大学,2003.

[21]季波. 宁夏贺兰山主要森林群落生物量及碳储量研究[D]. 银川:宁夏大学,2015.

[22]许浩,张源润,季波,等. 贺兰山主要森林类型土壤和根系有机碳研究[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(2):162-166.

[23]王金叶,车克钧,蒋志荣. 祁连山青海云杉林碳平衡研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(1):9-14.

[24]孙继超. 太岳山油松人工林生物量和碳储量研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.

袋保存好,带回实验室。

1.3 方法

将叶柄剪下后的叶片平铺于 1 mm<sup>2</sup> 小方格组成的方格纸上,用铅笔描出叶片的轮廓,统计叶片所占的方格数,再乘以每个方格的面积即为叶片的面积;用直尺测量 13 种植物叶片的长度(叶柄基部到叶尖的距离)和宽度(与主脉垂直的最大宽度),计算叶形指数(宽度/长度值)。

2 结果与分析

2.1 13 个绿化树种的叶形特征值分析

如表 1 所示,不同树种叶长、叶宽、叶面积和叶形指数等特征值差异较大。蜡梅的叶长最大,为 13.54 cm,白兰次之,为 12.36 cm,槐最小,为 4.76 cm;毛白杨的叶宽最大,为 7.95 cm,白兰、紫荆次之,分别为 6.81、6.41 cm,槐最小,为 2.26 cm;白兰叶面积最大,达到 58.44 cm<sup>2</sup>,毛白杨次之,为 54.29 cm<sup>2</sup>。叶形指数能够较准确地反映植物的叶形特征,蜡梅的叶形指数最低,仅为 0.33,表明其叶形最为狭长;毛白杨叶形指数平均值最高,达 0.85,表明其叶形短宽。

2.2 各回归方程与叶面积相关指标的选择

与叶面积(LA)相关的指标有叶长(L)、叶宽(W)和二者的乘积(LW),这 3 个指标都与叶面积有显著的相关性。通过对白玉兰各回归方程的 R<sup>2</sup> 和回归方程标准误(SE)(表 2)的

表 1 13 个绿化树种的叶片参数特征值

树种	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶形指数	叶面积 (cm <sup>2</sup> )
桂花	8.61 ± 0.89	3.53 ± 0.37	0.41 ± 0.03	20.48 ± 4.27
黄杨	5.02 ± 0.50	3.26 ± 0.43	0.65 ± 0.07	11.42 ± 2.80
女贞	7.87 ± 1.10	4.44 ± 0.76	0.57 ± 0.08	23.05 ± 7.07
石楠	10.29 ± 1.35	3.56 ± 0.50	0.35 ± 0.03	25.57 ± 7.00
栾树	9.39 ± 1.34	4.21 ± 0.53	0.45 ± 0.04	27.31 ± 7.10
毛白杨	9.43 ± 1.73	7.95 ± 1.24	0.85 ± 0.08	54.29 ± 16.26
樟	6.36 ± 0.72	3.26 ± 0.42	0.51 ± 0.03	13.43 ± 3.16
白兰	12.36 ± 2.42	6.81 ± 1.13	0.56 ± 0.07	58.44 ± 18.36
蜡梅	13.54 ± 1.89	4.50 ± 0.84	0.33 ± 0.03	41.67 ± 12.77
紫荆	8.03 ± 1.11	6.41 ± 0.90	0.80 ± 0.10	40.23 ± 11.63
木槿	4.94 ± 0.80	3.35 ± 0.71	0.68 ± 0.07	11.64 ± 4.11
槐	4.76 ± 0.61	2.26 ± 0.23	0.48 ± 0.06	8.93 ± 2.19
紫叶李	6.06 ± 0.79	3.41 ± 0.53	0.56 ± 0.05	15.57 ± 4.04

比较可以看出,一元线型回归方程中,叶长与叶面积的相关性最好,R<sup>2</sup> 为 0.971;叶面积与叶长、叶宽的二元回归方程中,R<sup>2</sup> 为 0.889,在这几种形式中较低;三元线型回归方程的拟合性较好;叶长、叶长与叶宽乘积的幂函数的回归方程中,R<sup>2</sup> 较高,均为 0.899,而 SE 最低,均为 0.107,以叶长、叶长与叶宽乘积为指标的幂函数均可较好地拟合叶面积,但叶长测量相对方便快捷,因此采用这一指标较好。

表 2 白兰叶面积与各指标不同形式的回归方程及相关性

回归形式	指标	回归方程	R <sup>2</sup>	SE
一元回归	叶长	LA = -29.184 + 7.092L	0.971	6.680
	叶宽	LA = -29.258 + 12.887W	0.630	11.310
	叶长 × 叶宽	LA = 7.191 + 3.525LW	0.860	6.960
二元回归	叶长、叶宽	LA = 37.198 + 5.919L + 3.307W	0.889	6.290
三元回归	叶长、叶宽、叶长 × 叶宽	LA = 14.591 + 1.931L - 4.988W + 0.626LW	0.899	6.080
幂函数	叶长	LA = 1.218 × L <sup>1.531</sup>	0.899	0.107
	叶宽	LA = 1.594 × W <sup>1.657</sup>	0.713	0.180
	叶长 × 叶宽	LA = 1.036 × LW <sup>0.905</sup>	0.899	0.107

毛白杨、木槿和槐一元回归方程中,叶面积与叶长、叶宽乘积的相关性最好,并且 SE 最低;二元和三元线性回归方程的拟合性较好;在幂函数回归中,毛白杨和木槿叶宽的相关性最好,并且 SE 最低,而槐叶长、叶宽乘积的相关性最好,SE 最低(表 3)。

以紫荆为例,通过 R<sup>2</sup> 和 SE 的比较,以叶长、叶宽乘积为指标的幂函数回归方程的 R<sup>2</sup> 最大,为 0.929,并且 SE 最小,仅为 0.111(表 4)。

石楠的一元回归方程中,叶面积与叶长、叶宽乘积的拟合性最好;二元回归方程拟合性较好;三元回归的相关性最大,R<sup>2</sup> 达到 0.983,SE 较小,为 1.330;幂函数的回归方程中,叶面积与叶长、叶宽乘积的拟合性最好,R<sup>2</sup> 较大,为 0.946,同时 SE 最小,仅为 0.070(表 4)。

栾树和女贞的一元回归方程中,以栾树为例(表 5),叶面积与叶长、叶宽乘积的相关性最好,R<sup>2</sup> 为 0.907;二元线性回归方程的拟合性较好;三元回归方程的相关性最大,略高于叶长、叶宽乘积的一元回归方程的相关性(R<sup>2</sup> = 0.908);幂函数的回归方程中,叶面积与叶长、叶宽乘积的拟合性最好,R<sup>2</sup> 较大,为 0.883,SE 最小,仅为 0.097。

2.3 各树种回归方程的比较分析与建立

白兰二元线性回归方程和三元线性回归方程的 R<sup>2</sup> 均较小,且涉及的指标较多,而一元线性回归和幂函数只需要叶长 1 个指标,操作简便,因此在实际的应用中白兰的叶面积测算采用以叶长为指标的一元线性回归方程和幂函数方程较为合适(表 6)。

对于毛白杨和木槿来说,三元线性回归 R<sup>2</sup> 较大,SE 也大,且涉及的指标多,测量计算较为繁琐,而二元线性回归 R<sup>2</sup> 较小,因此在实际应用中毛白杨和木槿的叶面积测量采用以叶长、叶宽乘积为指标的一元线性回归方程和以叶宽为指标的幂函数回归方程较为合适。

槐以叶长、叶宽乘积为指标的一元线性回归方程 R<sup>2</sup> 最大,以叶长、叶宽乘积为指标幂函数 R<sup>2</sup> 较大,且其 SE 最小,而二元回归和三元回归方程的 R<sup>2</sup> 较一元线性回归小,且其 SE 较大。因此在实际应用中,槐叶面积测量采用以叶长、叶宽乘积为指标的一元线性回归方程和幂函数回归方程较为合适。

紫荆等 6 个树种以叶长、叶宽乘积为指标的幂函数的叶面积回归方程 R<sup>2</sup> 均为最大,SE 均为最小。因此,在实际应用

表 3 毛白杨、木槿和槐叶面积与各指标不同形式的回归方程及相关性

树种	回归形式	指标	回归方程	$R^2$	SE
毛白杨	一元回归	叶长	$LA = -31.338 + 9.080L$	0.930	4.350
		叶宽	$LA = -39.751 + 11.833W$	0.815	7.080
		叶长×叶宽	$LA = 4.491 + 0.649LW$	0.948	3.183
	二元回归	叶长、叶宽	$LA = -38.350 + 6.938L + 3.424W$	0.947	3.852
	三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = -22.029 + 5.067L + 1.335W + 0.234LW$	0.948	3.861
	幂函数	叶长	$LA = 1.271 \times L^{1.664}$	0.830	0.138
		叶宽	$LA = 1.213 \times W^{1.821}$	0.943	0.080
		叶长×叶宽	$LA = 0.947 \times LW^{0.933}$	0.815	0.146
	一元回归	叶长	$LA = -11.123 + 4.605L$	0.811	1.812
木槿	一元回归	叶宽	$LA = -7.376 + 5.679W$	0.956	0.870
		叶长×叶宽	$LA = 1.319 + 0.606LW$	0.969	0.733
	二元回归	叶长、叶宽	$LA = -9.822 + 1.392L + 4.355W$	0.960	0.840
	三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = -2.282 - 0.097L + 2.4W + 0.374LW$	0.986	0.528
	幂函数	叶长	$LA = 0.595 \times L^{1.842}$	0.795	0.143
		叶宽	$LA = 1.721 \times W^{1.565}$	0.960	0.062
		叶长×叶宽	$LA = 0.861 \times LW^{0.920}$	0.962	0.063
	一元回归	叶长	$LA = -6.041 + 3.147L$	0.776	1.409
		叶宽	$LA = -5.666 + 6.465W$	0.443	1.655
槐	一元回归	叶长×叶宽	$LA = -1.238 + 0.941LW$	0.913	0.708
	二元回归	叶长、叶宽	$LA = -10.185 + 2.606L + 3.109W$	0.856	0.854
	三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = -5.791 + 1.636L - 0.991W + 0.435LW$	0.856	0.864
	幂函数	叶长	$LA = 0.699 \times L^{1.624}$	0.785	0.112
		叶宽	$LA = 2.263 \times W^{1.661}$	0.472	0.175
		叶长×叶宽	$LA = 0.618 \times LW^{1.119}$	0.859	0.090

表 4 紫荆、石楠叶面积与各指标不同形式的回归方程及相关性

树种	回归形式	指标	回归方程	$R^2$	SE
紫荆	一元回归	叶长	$LA = -26.960 + 8.364L$	0.743	7.037
		叶宽	$LA = -20.210 + 9.943W$	0.636	8.027
		叶长×叶宽	$LA = 0.943 + 0.755LW$	0.839	6.02
	二元回归	叶长、叶宽	$LA = -40.139 + 5.922L + 5.118W$	0.846	6.015
	三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = -19.706 + 3.447L + 1.942W + 0.380LW$	0.848	6.079
	幂函数	叶长	$LA = 1.454 \times L^{1.584}$	0.773	0.154
		叶宽	$LA = 2.382 \times W^{1.510}$	0.737	0.162
		叶长×叶宽	$LA = 0.837 \times LW^{0.978}$	0.929	0.111
	一元回归	叶长	$LA = -21.010 + 4.526L$	0.758	3.490
石楠	一元回归	叶宽	$LA = -20.570 + 12.961W$	0.866	2.600
		叶长×叶宽	$LA = -2.646 + 0.760LW$	0.957	1.480
	二元回归	叶长、叶宽	$LA = -27.515 + 2.113L + 8.802W$	0.942	1.740
	三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = 20.777 - 2.808L - 5.465W + 1.432LW$	0.983	1.330
	幂函数	叶长	$LA = 0.301 \times L^{1.896}$	0.759	0.150
		叶宽	$LA = 2.346 \times W^{1.865}$	0.891	0.100
		叶长×叶宽	$LA = 0.517 \times LW^{1.078}$	0.946	0.070

表 5 栎树叶面积与各指标不同形式的回归方程及相关性

回归形式	指标	回归方程	$R^2$	SE
一元回归	叶长	$LA = -17.822 + 4.805L$	0.818	3.074
	叶宽	$LA = -22.717 + 11.883W$	0.780	0.775
	叶长×叶宽	$LA = -0.302 + 0.689LW$	0.907	2.193
二元回归	叶长、叶宽	$LA = -25.779 + 2.918L + 6.101W$	0.897	2.339
三元回归	叶长、叶宽、叶长×叶宽	$LA = 6.727 - 0.713L - 1.829W + 0.873LW$	0.908	2.246
幂函数	叶长	$LA = 0.606 \times L^{1.692}$	0.793	0.129
	叶宽	$LA = 1.734 \times W^{1.903}$	0.788	0.131
	叶长×叶宽	$LA = 0.678 \times LW$	0.883	0.097

中紫荆等 6 个树种叶面积的测量采用以叶长、叶宽乘积为指标的幂函数回归方程较为合适。

对于石楠、栾树等 3 个树种来说,三元线性回归  $R^2$  最大,其次为以叶长、叶宽乘积为指标的一元线性回归方程的  $R^2$ ,但三元线性回归方程由于涉及因子较多,测算麻烦,不适合采用。以叶长、叶宽乘积为指标的幂函数  $R^2$  略低于以叶长、叶宽乘积为指标的一元线性回归方程的  $R^2$ ,但其  $SE$  远低于一

元线性回归方程,因此石楠、女贞、栾树叶面积的测量采用以叶长、叶宽乘积为指标的幂函数回归方程较为合适。

## 2.4 叶面积不同回归方程的检验

经  $t$  检验,由 13 个树种叶面积的回归方程计算出来的叶面积与实际面积差异均未达到显著水平(表 6),说明利用回归方程测算出的叶面积与实际叶面积具有很好的拟合性,测定结果可靠。

表 6 13 个树种叶面积的回归方程

品种	回归形式	指标	回归方程	$R^2$	$SE$	$t$ 检验
白兰	一元回归	叶长	$LA = -29.184 + 7.092L$	0.971	6.680	ns
	幂函数	叶长	$LA = 1.218 \times L^{1.531}$	0.899	0.107	ns
木槿	一元回归	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 1.319 + 0.606LW$	0.969	0.733	ns
	幂函数	叶宽	$LA = 1.721 \times W^{1.565}$	0.960	0.063	ns
槐	一元回归	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = -1.238 + 0.941LW$	0.913	0.704	ns
	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.618 \times LW^{1.119}$	0.859	0.090	ns
毛白杨	一元回归	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 4.491 + 0.649LW$	0.948	3.183	ns
	幂函数	叶宽	$LA = 1.213 \times W^{1.821}$	0.843	0.080	ns
紫荆	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.837 \times LW^{0.978}$	0.929	0.082	ns
桂花	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.814 \times LW^{0.941}$	0.967	0.090	ns
黄杨	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.555 \times LW^{1.077}$	0.887	0.082	ns
蜡梅	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 1.005 \times LW^{0.901}$	0.952	0.116	ns
樟	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.632 \times LW^{1.004}$	0.940	0.062	ns
紫叶李	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.870 \times LW^{0.947}$	0.971	0.048	ns
石楠	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.517 \times LW^{1.078}$	0.946	0.070	ns
女贞	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.508 \times LW^{1.068}$	0.869	0.116	ns
栾树	幂函数	叶长 $\times$ 叶宽	$LA = 0.678 \times LW$	0.883	0.097	ns

注:“ns”表示由回归方程得出的叶面积计算值与真实值差异不显著。

## 3 结论与讨论

该研究通过测量洛阳市 13 个常见绿化树种女贞、石楠、槐、毛白杨、白兰、桂花、樟、黄杨、紫叶李、紫荆、栾树、木槿和蜡梅的叶长、叶宽与叶面积,构建了各树种叶面积与叶长、叶宽以及与叶长、叶宽乘积的回归模型。值得注意的是,在一元线性回归方程中有一个最小的  $L$  和  $LW$  乘积值的要求,如白兰和槐的一元回归方程,如果  $L$  或者  $LW$  较小,也就是因为采集了未展开的幼嫩叶,测得的结果为负值,显然不能准确地表示叶面积,故一元线性回归方程不能用来测定白兰和槐幼嫩叶片,而幂函数则无此限制,幂函数对于较小的叶片叶面积模拟效果要比一元线性回归方程好,一元线性回归方程只适用于完全展开成熟的叶片。因此白兰、木槿和槐的最佳回归方程应为幂函数,分别为  $LA = 1.218 \times L^{1.531}$ 、 $LA = 1.721 \times W^{1.565}$  和  $LA = 0.618 \times LW^{1.119}$ 。

本研究只测定成熟叶片,并没有研究和考虑不同生长阶段叶片的回归方程。因此为了更精确估算某一品种在不同生长阶段的叶面积,应求出其不同阶段的回归方程<sup>[10-11]</sup>。

用回归方程法测定植物叶面积简单快捷,只需要活体测量叶片的长和宽,代入相应的回归方程即可得出叶片的面积,从而更利于在生产和科研中应用。

## 参考文献:

[1] 李 波,陈雪梅,李铁缘,等. 2 种不同抗旱性冰草叶片解剖结构

的比较[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):247-249.

[2] 华鹤良,陈 源,张 祥,等. 基因导入对棉花叶片生长特征的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):53-55.

[3] 张丽颖,冯新新,高晶晶,等. 根际浇灌 ALA 溶液对苹果叶片生理特性与果实品质的影响[J]. 江苏农业学报,2015,31(1):158-165.

[4] 宿达连. 回归方程法测定红掌叶面积研究[J]. 广东农业科学,2009(1):57-59.

[5] 张传来,郝峰鸽,宋荷英,等. 金光杏梅叶面积回归测算研究[J]. 北方园艺,2009(9):85-87.

[6] 陶洪斌,林 杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J]. 植物生理学通讯,2006,42(3):496-498.

[7] 乔宝营,黄海帆,张信栓,等. 草莓叶面积简易测定方法[J]. 果树学报,2004,21(6):621-623.

[8] 陈宗礼,雷 婷,齐向英,等. 20 个品种枣树叶面积回归方程的建立[J]. 生物学杂志,2013,30(1):86-90.

[9] 周瑞金,赵凤义,张传来,等. 中华寿桃叶面积测算方程的建立[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):122-123.

[10] 薛义霞,栗东霞,李亚灵. 番茄叶面积测量方法的研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(8):116-120.

[11] 赵 燕,董雯怡,李吉跃,等. 毛白杨无性系叶面积的回归测算[J]. 中国农学通报,2010,26(12):94-97.