

银杏叶面积和果实鲜重非破坏性测定方法研究

赵大球, 盛艳乐, 周春华

(扬州大学 园艺与植物保护学院 江苏 扬州 225009)

摘要:以扬州大学园艺与植物保护学院果园中的银杏核用主栽品种‘佛指’为材料, 定期取其叶片和果实, 进行叶片的叶长、叶宽、叶面积和果实的果长、果径、果重之间的回归分析。结果表明: 叶面积模型为: $y = 0.0004 \times (LL \times LW)^2 + 0.6367 \times LL \times LW - 0.3395$, $R^2 = 0.9868$, $RMSE = 1.247$; 果实鲜重模型为: $y = 0.0382 \times (FL \times FD)^2 + 1.1663 \times FL \times FD - 1.0251$, $R^2 = 0.9674$, $RMSE = 0.4536$ 。通过对该模型的验证, 发现这 2 个模型能准确地依据叶长、叶宽和果长、果径的资料来模拟银杏叶面积和果实鲜重。

关键词: 银杏; 叶面积; 果实鲜重; 模型

中图分类号: S 792.95 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)07-0028-03

银杏 (*Ginkgo biloba* L.) 系银杏科银杏属植物, 是多功能的树种, 而最具开发利用价值的是其果实与叶片^[1]。银杏果实和叶片中有许多有效成分, 如黄酮类、萜类内酯、多糖、酚和酚酸类、挥发油、微量元素等, 都具有重要的药理作用和临床应用价值^[2]。银杏的果实和叶片均可药用, 对急性脑梗死^[3-5]、冠心病^[6]、老年痴呆症^[7]、肺心病^[8]、哮喘^[9]、糖尿病^[10]、中风^[11]、偏头痛^[12]、耳鸣^[13]等疾病有一定的疗效。

在果树的科学研究中, 叶面积和果实鲜重的测量是

经常要进行的一项工作^[14-15]。叶面积和果实鲜重的测量一般分为破坏性测量与非破坏性测量 2 种。破坏性测量必须在叶片和果实采收以后进行, 破坏了植物体本身的源库关系, 影响了研究结果, 也无法对同一叶片和果实进行动态测定。而非破坏性测量方法可以在叶片和果实非离体的情况下, 对同一叶片和果实进行连续性的动态测量^[16]。关于果树的非破坏性测量, 目前已在柿^[14]、苹果^[15, 17]、柑桔^[18]、香蕉^[19]等方面有所报道, 但尚未见银杏这方面的报道。鉴于银杏叶片和果实的重要作用, 现以银杏为试材, 建立经验性应用模型, 为银杏提供一种快速、非破坏性、精确的叶面积和果实鲜重测定方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验植株为扬州大学园艺与植物保护学院果园银杏实验基地 15 a 生核用主栽品种‘佛指’ (*G. biloba* cv. ‘Fozhi’)。叶片于 2009 年 4 月下旬至 11 月期间每隔 1 个月取样 1 次, 果实于 5 月下旬至 10 月期间每隔 15 d 取样 1 次, 均在植株的不同方位及冠层随机取样。将样

第一作者简介: 赵大球(1984), 男, 硕士, 现主要从事园艺植物分子生物学研究。

通讯作者: 周春华(1974), 男, 博士, 副教授, 现主要从事园艺植物有效成分生物代谢及成分分离提取与应用研究工作。

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目 (BK2008213); 扬州大学科技创新培育基金资助项目 (2007CXJ018, 2009CXJ030); 扬州大学高层次人才科研启动基金资助项目。

收稿日期: 2009-12-20

Comparison and Analysis on Characteristics of Ziziphus Jujuba Varieties

ZHANG Xiaoyu, YANG Li-fang, WANG Zhi-xue

(Tianjin Forests and Fruits Research Institute, Tianjin 300161)

Abstract: In the area of Jinghai, the growth bearing characteristic, the fruit economic character, the fruit appearance and the contents of dissoluble solid state of Jujube variety were analyzed. The results indicated that jinsiwuhe and Jinsishao had the excellent general character, had generalization value and expansive development foreground.

Key words: Tianjin; jinsi serial jujube; comparison and analysis

品带回实验室,选取不同时期、大小的叶片、果实用于建立模型。另外,选取不同时期、大小形状规则的叶片、果实 作为独立的试验材料来检验叶面积和果实鲜重模型的公式。

1.2 试验方法

用直尺测量叶片的叶长 LL(从尖端到末尾)和叶宽 LW(与主脉垂直的叶片最宽处),精确到 1 mm。用游标卡尺测量果实的果长 FL(果实基部至顶部)和果径 FD(果实直径的最大值),精确到 0.1 mm。叶面积的测量采用纸绘法^[20],用天平测量果实鲜重,精确到 0.01 g。

将叶长与叶宽的乘积与叶面积进行回归分析,以得到利用叶长与叶宽计算叶片面积的模型;将果长与果径的乘积与果实鲜重进行回归分析,以得到利用果长与果径计算果实鲜重的模型。

采用检验模型时用常用的统计方法—回归估计标准误差对模拟值和观察值之间的符合度进行统计分析。RMSE 值越小,模拟值与观察值的一致性越好,模拟值和观测值之间的偏差越小,即模型的模拟结果越准确、可靠。因此, RMSE 能够很好地反映模型模拟值的预测性 其计算公式为:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (OBS_i - SIM_i)^2}{n}},$$

式中 OBS_i 为实际观测值, SIM_i 为模型模拟值。 n 为样本容量。

2 结果与分析

2.1 模型的建立

通过对用于建立叶面积和果实鲜重模型的试验数据进行分析,各拟合出 5 个经验性模型(见表 1)。由表 1 可以看出叶面积和果实鲜重模型除可用线性回归模型表示外,还可用多项式、乘幂、对数、指数回归模型表示。通过对各模型间进行比较发现,在叶面积的模型中 2 号具有较高的 R^2 值和较低的 RMSE 值;在果实鲜重模型中 2 号和 3 号都具有较高的 R^2 值和较低的 RMSE 值,其中 3 号的 R^2 值最高,但它是一个乘幂模型,运算起来比较麻烦,相比之下 2 号运算起来比较方便,同时满足其它的条件,因此 2 号更为合适。

表 1 银杏叶面积和果实鲜重拟合的回归模型

类型	编号	模型	R^2	RMSE
叶面积	1	$y=0.6694\times LL\times LW-0.8621$	0.9866	1.256
	2	$y=0.0004\times (LL\times LW)^2+0.6367\times LL\times LW-0.3395$	0.9868	1.247
	3	$y=0.5526\times (LL\times LW)^{1.0393}$	0.9092	1.255
	4	$y=17.499\ln(LL\times LW)-37.931$	0.7820	5.064
	5	$y=6.1857e0.0321\times LL\times LW$	0.7492	7.427
果重	1	$y=1.5615\times FL\times FD-1.8785$	0.9659	0.4636
	2	$y=0.0382\times (FL\times FD)^2+1.1663\times FL\times FD-1.0251$	0.9674	0.4536
	3	$y=0.5932\times (FL\times FD)^{1.3968}$	0.9867	0.4568
	4	$y=7.0069\ln(FL\times FD)-4.4929$	0.9264	0.6817
	5	$y=1.0741e0.3002\times FL\times FD$	0.9570	0.7439

2.2 模型的验证

用独立于的试验样本数据对叶面积和果实鲜重模型分别进行验证,采用国际上常用的 1 : 1 图(图 1)比较实测叶面积与预测叶面积,实测果实鲜重与预测果实鲜重。

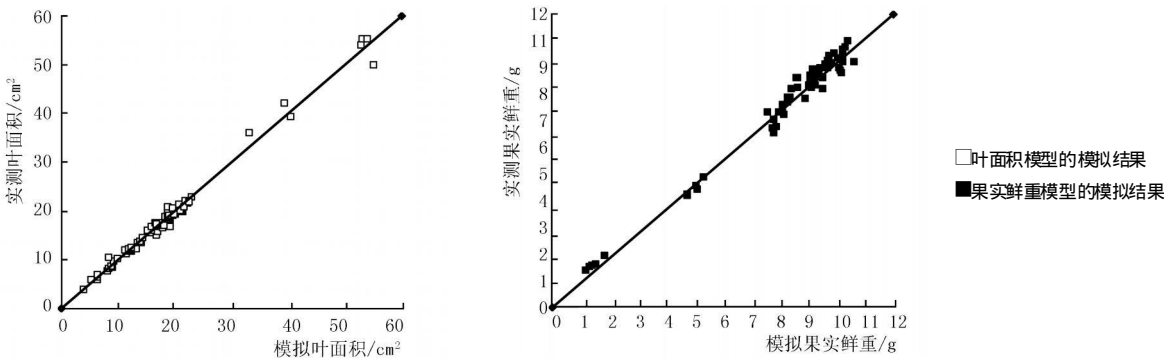


图 1 叶面积和果实鲜重模拟值与实测值的比较

从图 1 可看出,该研究所建立的叶面积模型 II 能较准确地依据叶片长宽等易获得的资料来模拟银杏的叶面积,其模拟值与实测值之间的 R^2 和 RMSE 值分别为 0.9941、1.151 cm^2 ;而所建立的果实鲜重模型 II 的 R^2 和

RMSE 值分别为 0.9902 和 0.3561 g,表明所建立的模型能较准确地依据果长、果径等易获得的资料来模拟银杏的果实鲜重。用于模型验证的试验数据来自银杏年生长过程中的不同时期,表明这 2 个模型的适用性较强。

3 结论与讨论

该试验用回归方程法来模拟银杏的叶面积和果实鲜重, 只需测定代表的样本叶长、叶宽、果长、果径, 即可计算出叶面积、果实鲜重, 此法具有操作方便快捷, 无需昂贵仪器设备, 可操作性强, 不对植物自身产生破坏等特点。

银杏被认为是最古老的裸子植物之一, 也是我国特有的经济树种^[21]。银杏的叶片和种实用途非常广泛, 具有极大的开发利用价值^[22,23], 而银杏叶面积和果实鲜重对于银杏的开发具有重要的影响。我国幅员辽阔, 银杏种植广泛, 其中栽培品种和栽培条件各异, 而该研究只选用了扬州地区的核用主栽品种“佛指”作为本模型建立的基础, 对于不同生长地点、栽培品种和栽培条件的银杏树种还需要不同品种、地点的试验数据来进一步进行验证。

参考文献

- [1] 祖丽亚. 银杏果实与叶的开发和利用[J]. 商业科技开发, 1996(4): 34-35.
- [2] 邓士钦, 李招弟, 郑启平, 等. 银杏叶治疗急性脑梗死的临床疗效观察[J]. 海峡药学, 2006, 18(5): 139-140.
- [3] 王玉祥, 唐桂华, 王儒强. 银杏叶治疗急性脑梗塞的临床观察[J]. 淮海医药, 1996, 14(1): 8.
- [4] 张荣灿, 刘瑞春. 银杏叶预防和治疗缺血性脑梗死的临床研究[J]. 脑与神经疾病杂志, 2008, 16(4): 495-496.
- [5] 宋丽梅. 银杏叶治疗冠心病心绞痛临床疗效观察[J]. 中国临床医药研究杂志, 2006, 148: 35.
- [6] 傅苏娜. 多奈哌齐与银杏叶治疗老年痴呆疗效比较[J]. 现代中西医结合杂志, 2008, 17(22): 3467-3468.
- [7] 高雪萍. 低分子肝素联合银杏叶治疗肺心病急性加重期 40 例临床分析[J]. 赣南医学院学报, 2005, 25(6): 789-790.
- [8] 郭莉, 孙骏, 蔡莹. 银杏叶治疗慢性支气管炎研究和应用[J]. 时珍国

医国药, 1999, 10(3): 227.

- [9] 曾雨辉. 活血通脉汤治疗糖尿病周围神经病变 40 例临床观察[J]. 中医药导报, 2008, 14(7): 35.
- [10] 韩力. 注射用银杏叶治疗缺血性中风瘀血阻络证临床研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2007, 5(1): 22-24.
- [11] 王淑美, 许致胜, 张永法. 银杏叶片、尼莫地平治疗儿童偏头痛临床观察[J]. 中国实用医药, 2008, 20(3): 29-30.
- [12] 刘朝兵, 王洪田, 方耀云. 银杏叶治疗耳鸣文献分析[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2001, 9(1): 55-56.
- [13] 杨奕全, 朱代平. 银杏果实和叶子的化学研究进展[J]. 广西中医学院学报, 2001, 4(4): 126-130.
- [14] 史燕山, 骆建霞. 柿树叶面积测定方法的研究[J]. 果树科学, 1996(4): 253-254.
- [15] 史燕山, 骆建霞. 苹果果实体积和重量测定方法的研究[J]. 中国果树, 1997(3): 46-48.
- [16] 袁伟, Mouammar A, 陈春红, 等. 甜椒叶面积非破坏性测定方法研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 364-367.
- [17] 安贵阳, 杜志辉, 郁俊谊, 等. 苹果果实形状和重量的早期预测研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 278-280.
- [18] 胡小三, 朱雪志. 关于测定柑桔叶面积方法的探讨[J]. 北方园艺, 2009(3): 96-98.
- [19] Potdar M V. 香蕉叶面积的非破坏性测量[J]. 福建热作科技, 1994, 19(3): 43-44.
- [20] 夏善志, 祝旭加. 林木叶面积研究方法综述[J]. 林业勘查设计, 2009(2): 71-72.
- [21] 郭善基. 中国果树志·银杏卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [22] 王深, 李昌煌. 银杏叶提取物药理作用研究新进展[J]. 中国现代中药, 2009, 11(3): 10-12.
- [23] 仰榴青, 吴向阳, 吴静波, 等. 银杏外种皮的化学成分和药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(2): 111-115.
- [24] 陈鹏, 何凤仁, 余碧钰. 银杏种核形状及其种仁成分的分析研究[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(1): 30-33.
- [25] 陈鹏, 何凤仁, 钱伯林, 等. 中国银杏的种核类型及其特征[J]. 林业科学, 2004, 40(3): 66-70.

Method of Non-destructive Measurement Research on Leaf Area and Fruit Fresh Weight of *Ginkgo Biloba*

ZHAO Da-qiu, SHENG Yan-le, ZHOU Chun-hua

(College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Jiangsu, Yangzhou 225009)

Abstract: *Ginkgo biloba* cv. ‘Fozhi’ used as materials were planted in the orchard of College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University. Through the regression analysis of the leaf length (LL), leaf width (LW), leaf area and fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit weight, we received two polynomial models. The results showed that leaf area model: $y = 0.0004 \times (LL \times LW)^2 + 0.6367 \times LL \times LW - 0.3395$, $R^2 = 0.9868$, $RMSE = 1.247$; Fruit fresh model: $y = 0.0382 \times (FL \times FD)^2 + 1.1663 \times FL \times FD - 1.0251$, $R^2 = 0.9674$, $RMSE = 0.4536$. After validation of two models, we discovered that the models can accurately simulate the ginkgo leaf area and fruit fresh weight based on leaf length, leaf width and fruit length, fruit diameter data.

Key words: *Ginkgo biloba*; leaf area; fruit fresh weight; model