

# 利用数码相机测定果树叶面积的新方法

苑克俊<sup>1</sup> 刘庆忠<sup>1</sup> 李圣龙<sup>2</sup> 陈秀霞<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>山东省果树研究所, 山东泰安 271000; <sup>2</sup>泰安市林业局, 山东泰安 271000; <sup>3</sup>泰安市泰山区技术监督局, 山东泰安 271000)

**摘 要:** 本文提出的是一个快速的非破坏性叶面积测定新方法, 可测定苹果、葡萄等各种果树叶面积, 可在田间或室内测定活体或离体叶片的面积。其原理是利用数码相机 (或数码摄像机) 拍照获取叶片和刻度直尺的图像, 利用软件对图像进行处理得到每平方厘米面积的像素数和叶片图像的像素数, 再通过计算得出叶片的面积。对其测算准确度进行检验, 结果表明苹果叶面积的测算误差为 0.57% ~ 0.80%、葡萄叶面积的测算误差为 1.05% ~ 1.43%, 说明用新方法可相当准确地测算果树叶面积。

**关键词:** 果树; 叶面积; 刻度直尺; 数码相机; 图像; 图像软件

**中图分类号:** S 66 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 04-0829-04

## A New Method for Measuring Leaf Area of Fruit Trees Using Digital Camera

Yuan Kejun<sup>1</sup>, Liu Qingzhong<sup>1</sup>, Li Shenglong<sup>2</sup>, and Chen Xiuxia<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Shandong Institute of Pomology, Taian, Shandong 271000, China; <sup>2</sup>Forestry Bureau of Taian City, Taian, Shandong 271000, China; <sup>3</sup>Taishan District Technical Supervision Bureau of Taian City, Taian, Shandong 271000, China)

**Abstract:** The new method was a rapid non-destructive leaf area measurement method, it could be used to measure leaf area of apple, grape and other fruit trees, living plants or detached leaves in the field or laboratory. In this method, digital camera was used to capture the image of leaf and scale ruler, image processing software was used to get pixels per square centimeter and the pixels of leaf image, then leaf area was calculated. The accuracy of new method was verified, the estimation error of apple leaf area was among 0.57% - 0.80% and that of grape leaf area was among 1.05% - 1.43%, these results indicated that the new method could provide high accurate estimation for leaf area of fruit trees.

**Key words:** Fruit tree; Leaf area; Scale ruler; Digital camera; Image; Image processing software

## 1 目的、材料与方法

常用的叶面积测定方法中, 由美国生产的 CD 叶面积仪, 操作简单, 可快速测定叶面积, 但仪器本身价格高, 限制了其推广应用<sup>[1]</sup>。光电面积仪法快速准确, 但叶片需离体测量; 机械面积仪法和方格坐标纸法精度高, 但费时烦琐; 长宽乘积系数法和长宽乘积回归法测量迅速, 计算简便, 属非破坏性测定方法, 但由于其系数或回归方程是针对某一树种或品种而建立的, 适用范围较小<sup>[2]</sup>。

作者从果树叶形着手, 曾建立了一种适用于苹果、梨、桃、杏、李、枣、柿、核桃、石榴等大多数果树的叶面积测算方法——辛普松公式法<sup>[2]</sup>, 该方法根据叶片最大长度和各等分点处的宽度确定叶面积, 可进行非破坏性测定, 缺点是只适用于叶缘为规则曲线的叶片, 对于葡萄、银杏等叶片形状不规则的果树不适用<sup>[2]</sup>。杨劲峰等<sup>[1]</sup>利用近年来大量普及的计算机和图像处理技术建立了一种测算叶面积的方法——数字图像法, 该方法以扫描仪获得植物叶片数字图像, 以 Photoshop 软件统计像素, 利用图像菜单中的直方图得到叶片的像素数, 再乘以单个像素的面积得出叶片的面积, 但其论文中没

收稿日期: 2005 - 06 - 20; 修回日期: 2005 - 10 - 08

基金项目: 山东省人事厅留学回国人员科技活动择优资助课题 [2003 (10) 14]; 教育部留学回国人员科研启动基金资助项目 [2004 (527) ]

有具体提出如何确定单位像素所代表的实际面积。李宝光等<sup>[3]</sup>在其基础上提出可通过扫描仪框面积和像素数来确定单位像素面积。数字图像法绝对值测定准确、具有传统方法无法相比的优点,但由于它需要较多的时间,并不适合大量的叶面积测量工作;还存在叶片需要离体测量、破坏植物等缺陷<sup>[1]</sup>。

针对上述方法的缺点,本文提出一种利用已大量普及的数码相机(或数码摄像机)、计算机和图像处理技术的新方法——数码相机拍照法,其显著特点是可用于葡萄、银杏等在内的各种果树叶面积测算,可测量田间树上叶片而不破坏植株。

### 1.1 方法原理

将待测叶片和带刻度的直尺靠近放在一张白纸上,利用数码相机(或数码摄像机)拍照获取叶片和直尺的图像(图1)。将获取的图像导入计算机,利用Photoshop 6.0软件对图像进行处理,得到叶片的像素数和每平方厘米面积的像素数,通过计算得出叶片的面积。

其中,将叶片和刻度直尺拍摄入同一图像中以获取每平方厘米面积的像素数是本文首次提出,也是本方法的技术关键。

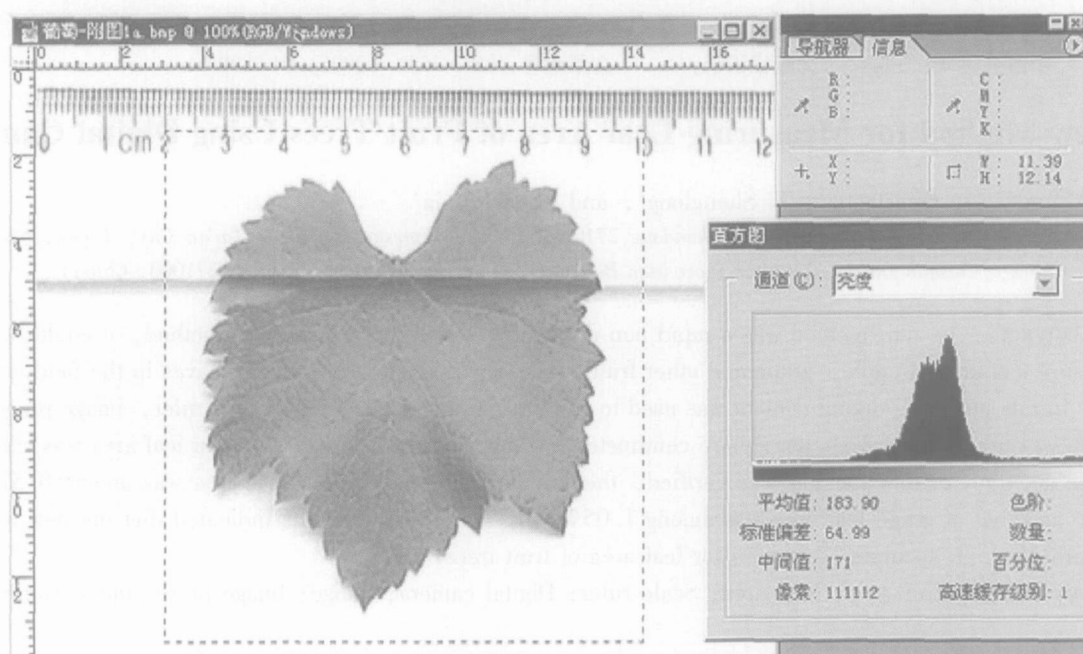


图1 葡萄叶片和刻度直尺的图像、矩形的软件标尺值W和H以及像素数

Fig. 1 The image of leaf and scale ruler, the software ruler reading W, H and the pixels of rectangle

### 1.2 方法步骤

选取待测果树叶片,将待测叶片和一把刻度直尺靠近放在一张背景白纸上,利用数码相机(或数码摄像机)拍照获取叶片和刻度直尺的图像(图1)。注意照相时尽量使镜头与叶片平面垂直、使刻度直尺与数码相机的取景框平行;田间测量时由两人配合完成,用硬白纸板作背景,一人负责用透明刻度直尺将叶片压在硬白纸板上,另一人负责拍照。

获取的图像导入计算机,可采用BMP格式存储叶片图像。由于不同存储格式对像素个数没有影响<sup>[1]</sup>,也可采用JPG格式存储图像以节省存储空间和叶片图像处理时间。

打开Photoshop 6.0软件进行叶片图像处理<sup>[4]</sup>。首先,在Photoshop 6.0软件中打开叶片图像,选择‘窗口’菜单下的‘显示信息’选项和‘视图’菜单下的‘显示标尺’选项,此时刻度直尺一般与软件中的标尺是平行的。如果不平行,可利用‘图像’菜单下的‘旋转画布’选项进行‘任意角度’调整,使之平行。然后,选取‘矩形选框工具’,画出一个在刻度直尺上宽度为8 cm的矩形(即宽度略大于叶片宽且其值为整数的矩形),记下显示在右边‘信息’栏显示的宽度值W和高度值

H。图 1 显示测量的这个矩形 W 为 11.39、H 为 12.14, 说明软件标尺上的 11.39 相当于实际的 8 cm。通过计算可知, 高度 H 值 12.14 相当于实际的 8.5268 cm,  $12.14/11.39 \times 8 = 8.5268$ 。利用‘图像’菜单下的‘直方图’选项, 得到这个宽度值 W 为 11.39 (即 8 cm)、高度值 H 为 12.14 (即 8.5268 cm) 的矩形像素数为 111 112。选取‘魔棒工具’, 利用‘魔棒工具’选定叶片周边轮廓, 再利用‘图像’菜单下的‘直方图’选项, 可得到这个叶片的像素数 54 269 (图 2)。

计算可得每平方厘米面积的像素数为:  $111\ 112 / (8 \times 8.5268) = 1\ 629$ ; 实际叶面积为:  $54\ 269 / 1\ 629 = 33.31\ (\text{cm}^2)$ 。

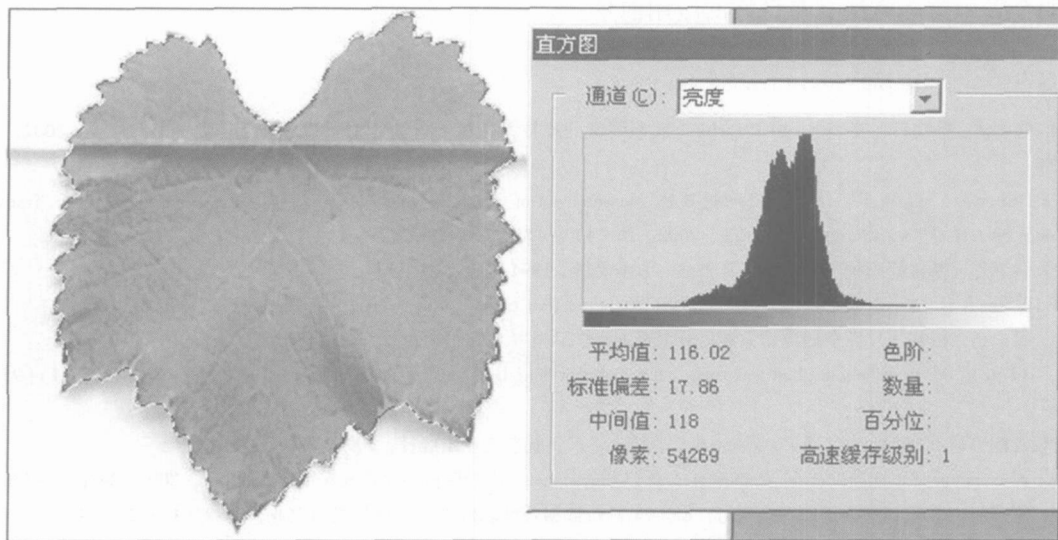


图 2 叶片周边轮廓及叶片的像素数

Fig 2 The contour line of leaf and the pixels of leaf image

需注意的是, 本例中刻度直尺与软件标尺的换算关系是 8 11.39, 对于不同的叶片其换算关系是不同的, 每一个叶片都要单独测定。测量确定换算关系时, 选取较大的刻度直尺值有助于减少测量误差的影响, 因此宜在刻度直尺上选取较大的值 (如 8、10 cm 等) 来确定换算关系。

### 1.3 方法应用试验

以红富士苹果树的 5 个生长枝中部叶片为试材, 每枝各取 3 个苹果叶片, 首先在网格为 1 mm × 1 mm 的坐标纸上描图测出每个叶片的实际叶面积, 然后利用新方法获得其测算叶面积; 葡萄试验则以巨峰品种的叶片为试材, 自 5 个生长枝中上部各取 3 个葡萄叶片, 首先在坐标纸上描图测出每个叶片的实际叶面积, 然后利用新方法获得其测算叶面积。另外, 取 1 个红富士苹果叶片和 1 个巨峰葡萄叶片各进行 10 次测量以检验方法的重现性。对试验结果用 EPS-98 软件进行统计分析<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

由表 1 可看出, 新方法测算苹果叶面积的误差仅为 0.57% ~ 0.80%, 测算葡萄叶面积的误差仅为 1.05% ~ 1.43%, 说明用新方法可相当准确地测算果树叶面积。试验结果还表明, 新方法测算苹果和葡萄叶面积的变异系数仅分别为 0.22% 和 0.23%, 说明新方法的重现性非常好。由于新方法的测算准确度高、重现性好, 在采用简便的叶片长宽乘积系数法测量活体叶面积时, 可考虑

表 1 新方法测算的叶面积结果

Table 1 Results of leaf area determined by new method					
树种	叶片数	实际叶面积	测算叶面积	平均误差	$t$ -测验
Tree	Leaf	Actual leaf	Measuring	Mean error	$t$ -test
species	numbers	area (cm <sup>2</sup> )	leaf area (cm <sup>2</sup> )	(%)	
苹果	5	36.33	36.42	0.80	ns
Apple	5	37.67	37.78	0.57	ns
	5	37.82	37.85	0.80	ns
葡萄	5	53.50	53.91	1.05	ns
Grape	5	56.90	57.63	1.43	ns
	5	54.02	54.78	1.43	ns

注: ns 代表差异不显著。

Note: ns represents non-significant at 5% level

采用新方法建立相关校正系数。

本文提出的数码相机拍照法充分利用已大量普及的数码相机 (或数码摄像机), 可直接进行树上叶片的非破坏性测定, 面积计算建立在计算机图像处理技术基础上, 具有严密的科学性。它具有测量简便迅速、可批量测量以及测算精度高等优点, 几乎可以适用于所有叶片, 不受叶片形状、大小、厚薄等因素的影响, 当然也可用于叶片形状不规则的葡萄、银杏等果树的叶面积测量。由于其测量过程和计算过程分开, 可大大减轻田间工作量, 特别适合于批量测量和批量计算处理, 也特别适合人们利用随身携带的数码相机 (或数码摄像机) 随时进行叶片测量。在数码相机、数码摄像机和计算机日益普及的今天, 这一方法具有良好的应用前景。

#### 参考文献:

- 1 杨劲峰, 陈 清, 韩晓日, 李晓林, H P Liebig 数字图像处理技术在蔬菜叶面积测量中的应用. 农业工程学报, 2002, 18 (4): 155 ~ 158  
Yang J F, Chen Q, Han X R, Li X L, Liebig H P. Measurement of vegetable leaf area using image processing techniques. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18 (4): 155 ~ 158 (in Chinese)
- 2 苑克俊, 孙瑞红. 果树叶面积的一种新测算方法. 中国果树, 1994 (3): 41 ~ 42  
Yuan K J, Sun R H. A new method for determining leaf area of fruit trees. China Fruits, 1994 (3): 41 ~ 42 (in Chinese)
- 3 李宝光, 黄 芳. 植物叶片面积的测定方法. 山东理工大学学报 (自然科学版), 2004, 18 (4): 95 ~ 96  
Li B G, Huang F. Measurement of plant leaf area. Journal of Shandong University of Technology (Sci & Tech), 2004, 18 (4): 95 ~ 96 (in Chinese)
- 4 计算机教育图书研究室编. 中文版 Photoshop 6.0速成. 北京: 航空工业出版社, 2001. 298页  
Workshop of computer education books. Photoshop 6.0 (Chinese version). Beijing: Aviation Industry Press, 2001. 298p (in Chinese)
- 5 苑克俊, 李震三, 张道辉, 孙玉刚, 孙瑞红. EPS-98科研数据处理软件简介. 计算机与农业, 1999 (4): 21 ~ 24  
Yuan K J, Li Z S, Zhang D H, Sun Y G, Sun R H. A brief introduction to EPS-98 experiment-data processing software. Computer and Agriculture, 1999 (4): 21 ~ 24 (in Chinese)

## 欢迎订阅 2007年下列期刊

《中国生态农业学报》(原刊名《生态农业研究》)是由中国科学院遗传与发育生物学研究所和中国生态经济学会主办的大农业学术期刊, 科学出版社出版。主要刊登生态学、农业生态学、生态经济学及资源与环境保护等领域创新的研究学术论文、研究技术报告 (包括农业生态系统原理、农业生态工程建设原理与技术、生物多样性保护、湿地保护、农业资源优化配置及效益、城镇绿地生态建设、无公害农产品生产技术、农业环境污染防治技术及生态农业产业化与循环经济、农业可持续发展研究等方面)、研究简报及综述、生态省 (市) 建设、生态农业建设和生态示范区建设典型模式与典型经验等, 适于国内外从事生态学、生态经济学、农业生态学及环境保护等领域科技人员、高等院校有关专业师生、管理工作者和基层从事生态农业建设的广大技术人员等阅读与投稿。

《中国生态农业学报》国内外公开发行, 国际标准刊号: ISSN1671 - 3990, 国内统一刊号: CN13 - 1315/S, 双月刊, 国际标准大 16开本, 每期定价 14.60元, 全年 87.6元, 由北京市报刊发行局发行, 邮发代号: 82 - 973, 全国各地邮局均可订阅, 漏订者可直接汇款至编辑部补订 (若从编辑部补订全年需另加邮资 18.00元)。地址: (050021) 河北省石家庄市槐中路 286号 《中国生态农业学报》编辑部, 电话: (0311) 85818007。