

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

陶洪斌^{1,2} 林杉^{3,*}

¹ 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094; ² 德国基尔大学植物营养与土壤研究所, 德国基尔 D-24118;

³ 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094

Comparison on Disc Method with Copy Method and Length-width Method for Measuring Leaf Area of Rice

TAO Hong-Bin^{1,2}, LIN Shan^{3,*}

¹College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China; ²Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Christian Albrechts University of Kiel, Kiel D-24118, Germany; ³College of Environment and Resource, China Agricultural University, Beijing 100094, China

提要 打孔称重法是基于相近叶位叶片的比叶重(单位面积叶片重量)相对恒定的原理, 通过测定采样区植物叶片干重和少量叶片比叶重计算叶面积和叶面积指数的方法。比较试验结果表明: 打孔称重法与长宽校正法和复印称重法测定的水稻叶面积呈极显著相关; 打孔称重法和复印称重法所测定的叶面积指数平均值经统计检验差异不显著。2种方法均能很好地表征不同处理间叶面积指数的差异。

关键词 打孔称重法; 叶面积; 水稻

叶片是植物进行光合作用的场所, 叶片的生长对产量的形成起着举足轻重的作用(范淑秀等 2005); 同时, 叶面积指数也是反映植物群体生长状况的指标(王勋等 2005)。因此, 准确、快速地在田间条件下测定植物叶面积, 对了解植物的生长、发育状况十分重要。

较为常见的测定植物叶面积的方法有: 长宽校正法(张宪政 1992)、复印称重法(Yoshida 等 1976)、叶面积仪测定法(朱德峰和亢亚军 1996; Dobermann和Pampolino 1995)、方格纸法(刘贯山 1996)等。植物苗龄较小时, 采用各种方法都比较方便; 但随着苗龄的增加, 叶片数增多, 测定的难度即越来越大, 由于几乎所有的方法都需要采集样点上所有植株的全部叶片进行测定, 这样做费时费力。另外, 叶面积仪测定法需要的仪器设备一般价格比较昂贵, 测定较为耗时; 应用长宽校正法时, 需要在测定不同品种的水稻(*Oryza sativa* L.)所需的校正系数后才能获得准确的结果; 复印称重法是经典的测定方法, 但是植物生长后期的叶面积较大时十分费力和耗时。打孔称重法则是基于相近叶位叶片的比叶重(单位面积叶片质量)相对恒定的原理, 通过测定采样区植物叶片干重和极少量叶片比叶重来计算叶面积的方

法, 采用打孔称重法可以大大地降低工作量。此法曾在测定烟草叶面积中应用过, 但得出的结论认为不适合于烟草叶面积的测定(刘贯山1996); 但此方法已成功地用于马铃薯叶面积的测定(Sattelmacher私人通讯)。本文对打孔称重法与较为常用的测定叶面积的方法(长宽校正法和复印称重法)作了比较, 希望能得到一个快速、简便而可靠的测定水稻叶面积的方法。

材料与方 法

1 打孔称重法与传统方法测定水稻叶面积的相关性

在水稻(*Oryza sativa* L.)‘越富’植株长至孕穗期时随机采集 60 片不同叶位和不同大小的叶片, 用以下 3 种方法测定同一叶片的叶面积。

1.1 长宽校正法 在直立的植株上选取某一叶位的叶片, 迅速测定水稻叶片的长度和最宽处叶片宽度; 计算公式为: 叶面积(cm^2) = 长度 × 宽度 × 0.75, 校正系数 0.75 是参照通用的水稻校正系数而确定的(王勋等 2005)。

收稿 2005-10-21 修定 2006-01-20

资助 国家自然科学基金(30370841)和中国农业大学科研启动基金(2005017)。

*通讯作者(E-mail: linsan@cau.edu.cn, Tel: 010-62733636)。

1.2 打孔称重法 用孔径6 mm的单孔打孔器(德国基尔大学植物营养和土壤研究所提供, 目前国内市场也有类似产品出售)分别从距叶梢和叶柄2 cm处开始顺次打孔, 每片叶片共打孔20次, 并注意避开中心叶脉和已经枯萎的部分, 将打下的圆形叶片计数并装入纸袋烘干(75℃下烘48 h)、称重(W_1 , 单位: g); 打孔后的叶片装入纸袋烘干、称重(W_2 , 单位: g)。计算公式为: 叶面积(cm^2) = $(W_1 + W_2) \times \text{打孔数} \times \pi r^2 \times 10^{-2} / W_1$, 其中: r 为打孔器的半径, 这里为3 mm。

1.3 复印称重法 将被打过孔的叶片平铺到透明胶片中, 分层叠放在保温保湿箱中, 复印后, 按照复印到纸上的叶片形状剪纸, 称重(W_3 , 单位: g)。同时, 复印10张同样灰度的黑纸作为对照, 单页纸面积为 A (cm^2)得每张纸的平均重量为 W_4 (单位: g)。计算公式为: 叶面积(cm^2) = $W_3 \times A / W_4$ 。

2 打孔称重法测定水稻叶面积指数的准确性

应用中德“水稻地表覆盖旱作的生态环境效益”合作研究项目中田间种植的不同处理水稻叶片为材料, 水稻植株长至幼穗分化期时, 从各个小区随机抽取植株5株, 分为上部叶(包括未展开叶和倒一、二、三叶)和下部叶(包括除上部叶外的所有绿叶)2个部位, 按照试验1的方法打孔。每个部位共打孔100个, 后将两个部位圆形叶片分别装入纸袋, 烘干、称重(M_1 、 M_2)。同时, 取一定土地面积(这里根据试验需要定为 0.3 m^2)内所有植株叶片, 按照上述方法区分叶片所属部位取样, 分别装入纸袋, 烘干, 称重(M_3 、 M_4), 用于计算叶面积指数。同时, 另取5株植株采用复印称重法测定各个小区的叶面积。叶面积计算同试验1。叶面积指数 = $(\text{上部叶面积} + \text{下部叶面积}) / 0.3 \text{ m}^2 = (M_3 \times n \times \pi r^2 / M_1 + M_4 \times n \times \pi r^2 / M_2) \times 10^{-6} / 0.3 \text{ m}^2$ 。其中: n 为各个部位打孔数($n=100$); r 为打孔器半径($r=3 \text{ mm}$)。

实验结果

1 3种方法测定水稻叶面积的相关分析

打孔称重法与复印称重法测定的叶面积绝对值非常接近, 60片叶片的面积平均值分别为 26.7 cm^2 和 26.1 cm^2 , 2种方法所测定的叶面积相关系

数为0.9634, 达极显著水平(图1); 打孔称重法与长宽校正法所测定的叶面积之间的相关系数为0.9635, 也达极显著水平(图2)。

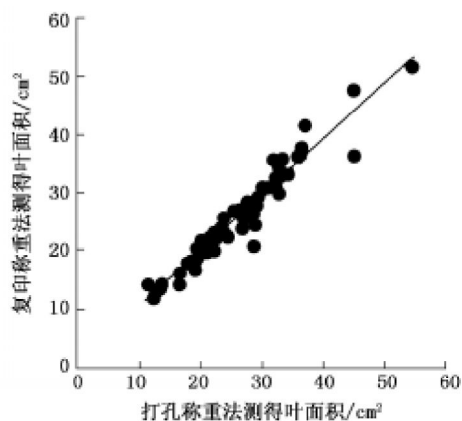


图1 打孔称重法和复印称重法测定的水稻叶面积的相关性比较

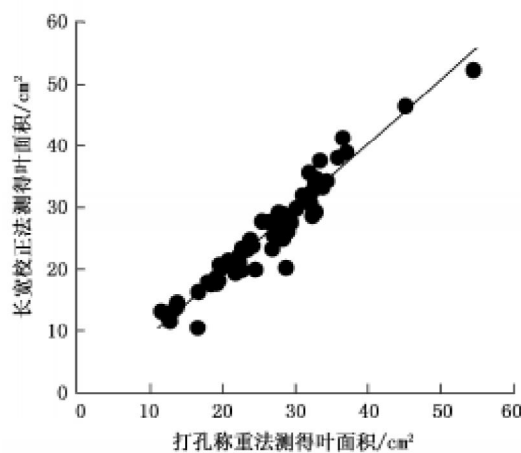


图2 打孔称重法和长宽校正法测定的水稻叶面积的相关性比较

2 打孔称重法与复印称重法测定水稻叶面积的准确性

由表1可知, 田间条件下, 2种方法所测定的不同处理叶面积指数的平均值, 经统计检验, 差异不显著, 二者之间的相关性达极显著水平($r=0.9940$)。2种方法能够很好地表征不同处理间叶面积指数的差异。

讨 论

采用复印称重法测定叶面积需要大量的纸张

表1 打孔称重法和复印称重法测定5个处理的水稻叶面积指数

不同处理水稻*	叶面积指数	
	打孔称重法**	复印称重法**
GCRPS _{Plastic}	2.20 ^{aB}	2.24 ^{aA}
GCRPS _{Straw}	1.01 ^{aC}	0.92 ^{aB}
GCRPS _{Bare}	1.32 ^{aBC}	1.34 ^{aAB}
AeroR	1.87 ^{aBC}	1.83 ^{aAB}
GCRPS _{Impro}	2.66 ^{aA}	2.53 ^{aA}
平均值	1.81	1.77

* 表中代码为中德“水稻地表覆盖旱作的生态环境效益”合作研究项目中不同处理的缩写。GCRPS_{Plastic}: 水稻覆膜旱作; GCRPS_{Straw}: 水稻覆草旱作; GCRPS_{Bare}: 水稻裸地旱作; AeroR: 旱稻; GCRPS_{Impro}: 水稻覆膜旱作优化施肥。** 同一行内带有相同小写字母的数值间差异不显著, $P < 0.05$, $n = 3$; 同一列内带有相同大写字母的数值间差异不显著, $P < 0.05$, $n = 3$ 。

和油墨, 不仅成本较高, 而且从复印叶片到修剪纸张都要消耗大量的时间。长宽校正法则必须注意对校正系数的选择, 应当根据实际情况对校正系数作适当调整才能获得准确的结果(朱德峰和亢亚军1996); 水稻苗龄较高时要采集的样本数量较大, 但在水稻幼苗期叶片较小, 如采用长宽校正法则极易产生测定误差。

打孔称重法是一种基于叶片干重的叶面积测定方法, 同一品种作物的叶面积和干重之比(专性叶面积, specific leaf area)或者称为专性比叶重(specific leaf weight)相对较为稳定(Yoshida 1981)。因此, 测定较大面积范围内叶面积时, 只需选取一定的代表性植株, 按不同部位打孔、计数, 然后根据一定面积内不同部位叶片干重换算即可。测定同一个实验中的不同品种叶面积时, 不需要进行类似长宽校正法一样的针对不同品种的系数校

正, 这样在很大程度上可减轻测定水稻叶面积指数时的工作强度, 大约可节约1/2的时间。

采用打孔称重法测定叶面积的过程中必须注意采样的代表性, 应当根据具体情况(试验小区面积、作物品种等)确定采样面积、打孔数以及孔径大小等。水稻叶片较为狭长, 而且汁液不丰富, 有良好的质地均一性。因此, 本文中使用的采样方法(采样面积0.3 m², 打孔器直径6 mm, 打孔数100个)测得的叶面积指数能够很好的反映出不同试验处理之间的差异(表1)。据此, 我们可以认为打孔称重法是一种简便、可靠的测定水稻叶面积指数的方法。此法对具有类似叶片特征的其他植物(如小麦等)叶面积的测定也可能适用。但为确保试验数据的准确性, 建议在采用此法时应作相关的比较试验。

参考文献

- 范淑秀, 陈温福, 王嘉宇(2005). 高产水稻品种干物质生产特性研究. 辽宁农业科学, 3: 6~8
- 刘贯山(1996). 烟草叶面积不同测定方法的比较研究. 安徽农业科学, 24 (2): 139~141
- 王勋, 戴廷波, 姜东, 荆奇, 曹卫星(2005). 不同生态环境下水稻基因型产量形成与源库特性的比较研究. 应用生态学报, 16 (4): 615~619
- 张宪政(1992). 作物生理研究法. 北京: 农业出版社, 35~45
- 朱德峰, 亢亚军(1996). 水稻叶面积测定方法探讨. 上海农业学报, 12 (3): 82~85
- Dobermann A, Pampolino MF (1995). Indirect leaf area index measurement as a tool for characterizing rice growth at the field scale. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 26 (9, 10): 1507~1523
- Yoshida S (1981). *Fundamentals of Rice Crop Science*. Philippines: The International Rice Research Institute, 269
- Yoshida S, Forno DA, Cock JH, Gomez KA (1976). *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice*. Philippines: The International Rice Research Institute, 83