中国蔬菜 2010 (6): 43 - 46
CHINA VEGETABLES

结球甘蓝和花椰菜幼苗叶面积系数的建立

谭大海 李富恒 *
(东北农业大学生命科学学院，黑龙江哈尔滨 150030)

摘 要: 通过分析结球甘蓝和花椰菜各 3个品种幼苗叶长、叶宽乘积与叶面积间的关系，确定了每个品种的幼苗叶面积系数，并计算出结球甘蓝和花椰菜两种作物幼苗叶面积系数分别为 0.681和 0.630。同时证明结球甘蓝和花椰菜幼苗叶面积系数存在显著差异，不能建立共用的叶面积系数。

关键词: 叶面积系数; 幼苗; 结球甘蓝; 花椰菜
中图分类号: S635.1 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000- 6346 (2010) 06- 0043- 04

Studies on Leaf Area Indexes of Cabbage and Cauliflower Seedling

TAN Da-hai, LI Fu-heng*
(*College of Life Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin* 150030, *Heilongjiang, China*)

Abstract: In this study, the leaf area indexes of 3 cabbage varieties, 3 cauliflower varieties, 2 crops *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. and *Brasica oleracea* L. var. *botrytis* L. were worked on and validated by the assay method about seedling leaf area. The seedling leaf area indexes of *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. and *Brasica oleracea* L. var. *botrytis* L. are 0.681 and 0.630, and these two leaf area indexes have significant deviation, so that these 2 crops can not share one pooling leaf area index.

Key words: Leaf area index; Seedling; *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.; *Brasica oleracea* L. var. *botrytis* L.

叶片是高等植物进行光合作用和蒸腾作用的主要器官，在有机物合成以及根系吸收水分提供动力等方面起着重要作用。同时叶片也是植物体最富有特征的结构部分之一，是人们了解植物个体生长发育进程的最主要外部形态指标。作为研究叶片最简便、最直观的手段，叶面积的测定就成为植物生理生化、作物遗传育种和作物栽培等方面的一项重要研究内容。

长宽系数类方法是测定植物叶面积的一类常用方法，这类方法是用叶长和最大叶宽的乘积，乘以叶面积系数来计算叶面积。在这一类方法中，叶片实际面积与叶长及最大叶宽乘积的比值称为叶面积系数 (冯冬霞和施生锦，2005)，也称为叶面积指数 (刘贯山，1996) 或修正系数、校正系数 (郁进元 等，2007)。目前，各种作物生长期的叶面积系数已有较多的研究，如玉米的通用叶面积系数为 0.75 (王得贤，1999; 杨国虎 等，2005; 张旭东 等，2006)，郁进元等 (2007) 曾对玉米、水稻、大豆和甘薯的校正系数进行了研究，龚建华和向军 (2001) 对黄瓜叶面积、宋世威等 (2004) 对节瓜叶面积、马丽丽等 (2009) 对番茄叶面积的测定方法进行了研

收稿日期: 2009- 08- 28; 接受日期: 2009- 10- 21
基金项目: 黑龙江省自然科学基金 (C2005 - 32)，博士后科学基金 (LRB04 - 217)，东北农业大学科研启动基金
作者简介: 谭大海，博士研究生，专业方向: 植物生理生化与分子生物学，E-mail: tdh9000@tom.com
*通讯作者 (Corresponding author): 李富恒，教授，博士生导师，专业方向: 植物生理学，E-mail: lifuheng1963@126.com

究。但是对幼苗叶面积系数的研究还鲜有报道。而作物幼苗期与生长期的叶片形态差异较大，应用生长期叶片的叶面积系数会产生较大的误差。本试验采用结球甘蓝 (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) 和花椰菜 (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) 的幼苗为试材，对其幼苗期叶面积系数进行研究，为使用长宽系数类方法进行作物幼苗叶面积测定提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

3个结球甘蓝品种为早春宝、铁头金刚、京丰 1号；3个花椰菜品种为文兴 45天、白雪公主、超级雪王；均由黑龙江省农业科学院园艺分院提供。以 6个品种的幼苗为试材。

1.2 幼苗培养

幼苗培养于 2008年 3月在东北农业大学园艺试验站连栋温室内进行。选取籽粒饱满的种子，放入 55 ℃温水中，不断搅拌至水温降到 30 ℃，继续浸种 4 h。20 ℃黑暗条件下催芽，每天淘洗、翻动 2次，60 %种子露白后播于装有营养土的托盘中。种子出芽后白天温度保持 25 ℃，夜间 15 ℃；幼苗出土后保持白天 20 ℃，夜间 10 ℃。幼苗 2片真叶时分苗至 8 cm ×8 cm的培养钵。分苗用土与播种用土相同。分苗后保持白天 20～25 ℃，夜间 15 ℃，适时浇水。

1.3 试验方法

从幼苗第 1片真叶完全展开至植株定植，每 7 d在植株活体上对所有完整的叶片进行叶长、叶宽和叶面积测定，共 6次。测定方法：用直尺测量叶片长度和叶片最宽处的宽度，即叶片长和叶宽，用方格纸法测定叶片的叶面积。

在 6次的测定数据中每个品种随机选取 30片真叶的叶长、叶宽测定数据，根据下面公式用 SPSS 17.0软件计算每个品种的幼苗叶面积系数和两种作物的幼苗叶面积系数。

$$k = A / (L \times W)$$

式中，k：叶面积系数；A：叶面积 (cm^2)；L：叶长 (cm)；W：叶宽 (cm)。

在 6次的测定数据中再另外随机选取 6个供试品种各 30片真叶的叶长、叶宽测定数据。求出叶长、叶宽与叶面积系数三者的乘积并与实测的叶面积进行比较，对每个品种的幼苗叶面积系数和两种作物的幼苗叶面积系数进行验证。

2 结果与分析

2.1 幼苗叶面积系数计算结果

2.1.1 **单一品种幼苗叶面积系数** 由表 1可知，6个品种中幼苗单一叶片叶面积系数的最小值出现在花椰菜品种白雪公主中，为 0.324；最大值出现在甘蓝品种铁头金刚中，为 1.322。铁头金刚的叶面积系数间极差最大，最小值为 0.551，最大值为 1.322，极差为 0.771；文兴 45天极差最小，最小值为 0.523，最大值为 0.870，极差为 0.347。从单一叶片叶面积系数平均值来看，3个结球甘蓝品种的幼苗叶面积系数大于 3个花椰菜品种。除白雪公主外，其余 5个品种的叶面积系数都小于单一叶片叶面积系数平均值。显著性分析测验结果显示，6个品种幼苗叶面积系数的差异均达极显著水平。

2.1.2 **结球甘蓝与花椰菜的幼苗叶面积系数** 分别对 3个结球甘蓝品种和 3个花椰菜品种的幼苗叶面积系数进行单因素方差分析，结果如表 2所示。两种作物的幼苗叶面积系数在各自的 3个供试品种内均差异不显著，因此在同一作物内可以使用作物的幼苗叶面积系数来代替每个品种的幼苗叶面积系数。

结球甘蓝和花椰菜的幼苗叶面积系数分别为 0.681和 0.630，两者方差分析结果均达极显著水

平 (表 3)。

对结球甘蓝和花椰菜两种作物幼苗叶面积系数进行测验。结果显示,两种作物幼苗叶面积系数在 0.05水平上差异显著, $t=3.898$, $P=0.000^{*}$,因此两种作物不能共用同一叶面积系数。

表 1 6个品种幼苗叶面积系数计算结果

作物	品种	样本数量	最小值	最大值	平均值	标准差	叶面积系数	R^2	F
结球甘蓝	早春宝	30	0.413	0.902	0.661	0.142	0.656	0.958	653.895**
	铁头金刚	30	0.551	1.322	0.787	0.186	0.711	0.970	934.655**
	京丰 1号	30	0.573	1.109	0.715	0.117	0.678	0.972	1 025.081**
花椰菜	文兴 45天	30	0.523	0.870	0.629	0.096	0.628	0.976	1 176.966**
	白雪公主	30	0.324	0.923	0.627	0.136	0.627	0.973	1 062.077**
	超级雪王	30	0.326	0.898	0.643	0.133	0.632	0.967	847.144**

注: **表示差异极显著 ($P<0.01$),下表同。

表 2 两种作物幼苗叶面积系数单因素方差分析 F测验

作物	品种间			品种内			F
	SS	DF	MS	SS	DF	MS	
结球甘蓝	0.252	2	0.126	2.012	87	0.023	5.454**
花椰菜	0.005	2	0.002	1.321	87	0.015	0.150**

表 3 两种作物幼苗叶面积系数计算结果

作物	样本数量	最小值	最大值	平均值	标准差	叶面积系数	R^2	F
结球甘蓝	90	0.413	1.322	0.712	0.159	0.681	0.967	2 587.278**
花椰菜	90	0.324	0.923	0.633	0.122	0.630	0.971	2 970.384**

2.2 叶面积系数的验证

对 6个品种幼苗计算叶面积与实测叶面积进行独立样本 t测验。结果表明 (表 4), 6个品种幼苗计算叶面积与实测叶面积间无显著性差异,具有较高的一致性。t测验结果显示 (表 5),两种测定方法的测定结果一致性较高,无显著性差异。由此表明,长宽系数法能够较为准确的求出结球甘蓝和花椰菜幼苗期的叶面积,本研究获得的两种作物的幼苗叶面积系数具有较好的实用性。

表 4 6个品种幼苗叶面积测定结果 t测验

作物	品种	样本数量	实测叶面积平均值 /cm²	计算叶面积平均值 /cm²	t	P
结球甘蓝	早春宝	30	8.637	7.476	1.800	0.083
	铁头金刚	30	9.874	7.855	1.410	0.169
	京丰 1号	30	10.949	9.177	2.045	0.050
花椰菜	文兴 45天	30	5.208	5.004	2.053	0.049
	白雪公主	30	2.506	2.448	0.082	0.935
	超级雪王	30	6.250	5.820	0.091	0.928

表 5 两种作物幼苗叶面积测定结果 t测验

作物	样本数量	实测叶面积平均值 /cm²	计算叶面积平均值 /cm²	t	P
结球甘蓝	90	9.814	8.161	1.719	0.097
花椰菜	90	4.637	4.439	0.408	0.684

3 讨论

3.1 作物幼苗期叶面积测定方法比较

叶面积的正确测量是研究叶面积的前提和基础。目前测定叶面积的方法较多,比较常用的方

法有以下几类：网格类方法，如网格交叉法 (也称方格纸法或方格法)；格点法，即在叶片上覆盖一块透明方格纸，然后统计在叶内的格点数和叶边缘的格点数计算叶面积的方法 (谭一波和赵仲辉，2008)；仪器类方法，即使用仪器，主要是叶面积仪辅助测定叶面积的方法；称质量类方法，用叶片质量换算叶面积的方法，如纸样称质量法 (黄海，1998)、复印称质量法、打孔称干质量法、打孔称鲜质量法 (刘贯山，1996) 等；长宽系数类方法，如品种叶面积指数法、回归方程法等 (刘贯山，1996)，这类方法是用叶片叶长和最大叶宽的乘积，乘以叶面积系数来计算叶面积；此外，还有求积仪法 (刘贯山，1996)、数字图像处理法等 (张恒敢 等，2002)。这些方法中，网格类方法比较准确，但需要消耗大量的时间；称质量法类方法工作量大，而且需要离体测量或对叶片造成破坏；叶面积仪测定法测定结果精确，但所依赖的仪器价格昂贵；长宽系数类方法因其测定方法简便、对叶片无伤害、无需仪器辅助而成为叶面积测定的主要方法 (郁进元等，2007)。

幼苗期是作物生长的重要时期，幼苗期的良好发育是整个植株健康生长发育的基础。而在对幼苗生长发育的研究中，许多情况下需要对幼苗的叶面积进行测定。有人认为植物苗龄较小时，采用各种方法测定叶面积都比较方便 (陶洪斌和林杉，2006)，但是笔者通过研究认为由于植株幼苗的叶片太小，其叶面积反而难以准确测定。首先，许多幼苗期的叶片在网格类方法中占据的网格较少，增加了网格类方法的误差；其次，过小的叶面积也不便于使用仪器辅助测量；再次，称质量类方法也不适用于幼苗叶面积的测定，一是由于叶面积太小，其上很难有打孔的位置，二是幼苗期叶片含水量较高，以致其烘干后的干质量不易测定，三是幼苗期叶片含水量变化较大，其鲜质量与叶面积很难形成对应关系，四是因为叶片小，描绘或复印叶片所用的介质也少，以致其质量测定会产生误差，从而影响叶面积测定的准确性。只有长宽系数类方法能够较为准确的测定幼苗的叶面积。因此，确定幼苗叶面积系数对正确测定幼苗叶面积具有重要意义。

3.2 结球甘蓝和花椰菜通用叶面积系数的探讨

结球甘蓝和花椰菜在植物学分类上都属于十字花科芸薹属，在蔬菜栽培学分类中都属于甘蓝类蔬菜作物，两者均为甘蓝的变种，具有较近的亲缘关系和相似的栽培条件，因此，可以尝试在两种作物各自的叶面积系数的基础上建立两者通用的叶面积系数。但是本试验结果表明，两者的叶面积系数分别为 0.681和 0.630，在 0.05水平上差异显著，因而不能建立共用的叶面积系数。这表明即使亲缘关系较近的物种之间，叶片的形态学特征也存在一定的差异，不同物种间的叶面积系数不能通用，否则会给叶面积的测定带来误差。

参考文献

冯冬霞，施生锦. 2005. 叶面积测定方法的研究效果初报. 中国农学通报，21 (6)：150 - 152.

龚建华，向军. 2001. 黄瓜群体叶面积无破坏性速测方法研究. 中国蔬菜，(4)：7 - 9.

黄海. 1998. 测量叶面积的简易方法——纸样称重法. 植物学杂志，(1)：31.

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.

马丽丽，纪建伟，贺超兴，张志斌，邹秋莹. 2009. 基于 BP神经网络的番茄叶面积指数测定方法研究. 中国蔬菜，(16)：45 - 50.

宋世威，刘厚诚，陈日远. 2004. 节瓜叶面积回归方程的比较. 中国蔬菜，(6)：18 - 20.

陶洪斌，林杉. 2006. 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. 植物生理学通讯，42 (3)：496 - 498.

谭一波，赵仲辉. 2008. 叶面积指数的主要测定方法. 林业调查规划，33 (3)：45 - 48.

王得贤. 1999. 四种测定单株玉米总叶面积方法的比较. 青海农林科技，(4)：20 - 21.

杨国虎，李建生，罗湘宁，王承莲. 2005. 干旱条件下玉米叶面积变化及地上干物质积累与分配的研究. 西北农林科技大学学报：自然科学版，33 (5)：27 - 32.

郁进元，何岩，赵忠福，王栋. 2007. 长宽法测定作物叶面积的校正系数研究. 江苏农业科学，(2)：37 - 39.

张恒敢，杨四军，顾克军，李德民. 2002. 应用数字图像处理测定作物叶面积的简便方法. 江苏农业科学，(3)：20 - 25.

张旭东，蔡焕杰，付玉娟，王健. 2006. 黄土区夏玉米叶面积指数变化规律的研究. 干旱地区农业研究，24 (2)：25 - 29.