

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635 (2013) 01-0034-04

马铃薯叶面积与产量、品质关系研究

李 俊, 钟英娜, 郭华春*

(云南农业大学农学与生物技术学院, 云南 昆明 650201)

摘 要: 测定了 5 个马铃薯品种的叶面积和系数法的矫正系数, 进行了叶面积与块茎产量和品质的相关性分析。结果表明, 5 个马铃薯品种的叶面积和矫正系数(K)具有极显著差异, 矫正系数不能在品种间通用。叶面积与产量有显著的正相关, 但与淀粉、蛋白等品质指标无相关性, 表明叶面积的增加能加强光合产物的输出, 提高马铃薯的经济产量。

关键词: 马铃薯; 叶面积; 矫正系数; 产量; 品质

Correlation of Leaf Area with Yield and Quality in Potato

LI Jun, ZHONG Yingna, GUO Huachun*

(College of Agronomy and Biological Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: The leaf area and corrected coefficient of five potato varieties were measured and furthermore the correlation between leaf area, and yield and quality was analyzed. The results showed that the leaf area and corrected coefficient of five potato varieties had highly significant difference and the coefficient obtained in one variety would not be applied in another. Moreover, leaf area had significant positive correlation with tuber yield but not with any quality trait. These suggested that the enlargement of leaf area could enhance the export of photosynthetic product and cause increase in economic yield.

Key Words: potato; leaf area; corrected coefficient; yield; quality

叶片是绿色植物进行光合作用的主要器官。在农业生产中, 作物产量的形成主要依靠叶片的光合作用, 提高作物经济产量的根本途径是改善其光合性能, 即: 提高光合能力、增加光合面积、延长光合时间、降低产物消耗及经济系数提高。叶面积的大小与光合面积直接相关, 因此, 叶面积的测量在研究植物营养、作物栽培、遗传育种、农田生态系统及植保措施等诸多方面都具有重要作用。

叶面积的测定方法多种多样, 既有传统的方格法、称重法、求积仪法、系数法和回归方程法等, 也有用 LI-3000 和 GSta 等叶面积仪直接测定法^[1]。随着图像处理技术及分析软件的发展, 数码相机、扫描仪逐渐应用到叶面积的测定上来^[2-6]。这些方法

各有优缺点, 如图像分析法对于马铃薯叶面积具有较高的精度和准确性^[7], 但是图像采集需要数码相机或扫描仪, 数据分析需要电脑、相应的软件, 而测量外形复杂的叶片则使精度降低^[8]。因此, 实际应用时应根据测量对象、要求精度和条件采用不同的方法进行叶面积测定。

马铃薯作为四大作物之一, 在我国栽培面积较广, 对广大农村和基层科研部门来说, 寻求一种简易实用的测量方法是有必要的。系数法属于一种传统测量方法, 具有较强的实用性。赵春燕等^[9]曾用系数法测定了一个马铃薯品种的叶面积, 得出其矫正系数(K 值), 但此值能否用于其他马铃薯品种的测定未给出结论。因此, 采用系数法进一步增加测试

收稿日期: 2012-12-10

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-10); 国家自然科学基金: 马铃薯高花色苷品种(系)的 UV-B 辐射耐受性研究(项目批准号: 3126034)

作者简介: 李俊(1971-), 男, 硕士, 讲师, 主要从事马铃薯栽培生理研究。

* 通信作者(Corresponding author): 郭华春, 教授, 主要从事马铃薯栽培、育种等研究, E-mail: ynghe@126.com。

品种数量, 观察马铃薯各品种间的 K 值是否具有通用性具有一定意义。同时, 各品种叶面积的差异会影响到光合产物的输出, 叶面积大小和地下块茎产量、品质是否具有一定的联系, 这些问题的阐明对于大田栽培、种质资源评价、育种等将提供有益的参考和借鉴。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验的马铃薯品种, 分别是‘合作 88’、‘丽薯 6 号’、‘剑川红’、‘转心乌’及‘黑美人’, 其中前 2 个是云南主栽品种, 后 3 个都是彩色品种, ‘剑川红’与‘转心乌’是云南地方品种, ‘黑美人’是国外引进品种, 种薯均由云南农业大学薯类作物研究所提供。

试验于 2011 年 3~10 月在云南农业大学后山农场及云南农业大学薯类作物研究所进行。土壤施足底肥后于 3 月 23 日播种, 采用单行起垄播种, 株行距为 $0.3\text{ m} \times 0.6\text{ m}$, 每个品种 40 株; 田间管理包括中耕除草、追肥培土、人工浇灌及病虫害防治等, 8 月 20 日当大部分叶片变黄时收获。

1.2 方 法

1.2.1 叶面积测定

测定采用系数法, 实际叶面积采用纸样称重法进行^[9,10]。在马铃薯盛花期, 每个品种随机选择 15 株长势正常的植株, 每株选取 2 片功能叶, 平整放置后量取叶长和最大叶宽, 随后在标准 A4 纸上精确描绘叶片形状, 裁剪纸模烘干后在万分之一电子分析天平上称取重量。每个品种各测定 30 个叶片。以每片叶的实际面积除以长宽积得到系数, 最后取各叶系数的平均值为矫正系数 (K 值)。

1.2.2 产量及品质分析

收获时记录每个品种的株数、总质量, 并按质量大小对块茎进行分级。每个品种选取 5~6 个 0.05 kg 以上的块茎, 称重后切成薄片, 放入烘箱烘烤至恒重, 取出后即刻称取重量, 以干重比上鲜重得到干物质的百分含量。烘干的薄片用大德牌中药粉碎机 (DFY-500) 进行粉碎得到干粉, 用于品质分析。可溶性糖及可溶性蛋白分别用蒽酮硫酸法和双缩脲法测定^[11], 淀粉含量用碘比色法测定^[12]。

各指标测定完成后, 以实际叶面积进行相关性分析。

1.2.3 数据分析

数据分析采用 Microsoft Excel 2003 和 IBM SPSS Statistics 19 进行。

2 结果与分析

2.1 各品种叶面积

通过纸样称重法得到实际叶面积, 与叶长 $\times$ 叶宽的值相比就可得到各品种的矫正系数 (K 值), 各品种矫正系数和实际叶面积见表 1。

表 1 各品种的矫正系数和叶面积
Table 1 Corrected coefficient and leaf area
for each of varieties

品种 Variety	矫正系数 Corrected coefficient	叶面积 (cm^2) Leaf area
合作 88 Hezuo 88	0.7632 A	20.64 C
丽薯 6 号 Lishu 6	0.7790 AB	20.41 C
剑川红 Jianchuanhong	0.8132 C	16.23 B
转心乌 Zhuanxinwu	0.7978 BC	15.06 AB
黑美人 Black Beauty	0.7869 AB	13.22 A

注: 数据后同列不同大写字母表示在 0.01 水平上有差异 (LSD 法)。

Note: Different capital letters in the same column mean significant difference at 0.01 level as tested by LSD method.

从表 1 中可以看出, 各品种间所得到的矫正系数具极显著的差异 ($F = 5.237, p < 0.01$), 数值在 0.7632~0.8132 之间, 最大的‘剑川红’与最小的‘合作 88’间差值为 0.0500, 即使是较为接近的‘丽薯 6 号’与‘黑美人’之间差值也有 0.0079, 这些 K 值如果在这 5 个品种间相互通用的话将造成 $0.13\sim 1.35\text{ cm}^2$ 的叶面积误差, 最终影响到测定结果的准确性。

各品种间的叶面积也具有极显著差异 ($F = 23.865, p < 0.01$), 普通品种‘合作 88’与‘丽薯 6 号’具有较大的叶面积, 均超过 20 cm^2 , 而 3 个彩色品种的叶面积相对较小, 与前 2 个品种差异极其显著 ($p < 0.01$), 而‘黑美人’是 5 个品种中叶面积最小的。

2.2 产量及品质分析

测产结果见表 2, 叶面积较小的彩色品种产量较低, 块茎以小薯为主; 2 个普通品种产量明显高于彩色品种, 单薯重、中大薯比例增加, 其中‘丽薯 6 号’中大薯比例达到 70% 以上。叶面积大小与植株单产具有显著的正相关性 ($r = 0.915, p = 0.029 < 0.05$), 如图 1 所示。

表 2 各品种的产量指标及分级

Table 2 Tuber yield and distribution for each of five varieties

品种 Variety	株数 Individual	产量 (kg) Total yield	单产 (kg/株) Yield per hill	小薯率% (<0.05 kg) Percentage of small tuber	中薯率% (0.05~0.1kg) Percentage of middle tuber	大薯率% (>0.1kg) Percentage of big tuber
转心乌 Zhuanxinwu	10	0.9	0.09	94.7	3.2	2.1
黑美人 Black Beauty	29	2.2	0.08	97.5	2.5	0
剑川红 Jianchuanhong	30	6.3	0.21	82.3	13.0	4.7
合作 88 Hezuo 88	30	11.5	0.38	75.0	17.7	7.3
丽薯 6 号 Lishu 6	30	17.6	0.59	29.9	39.3	30.8

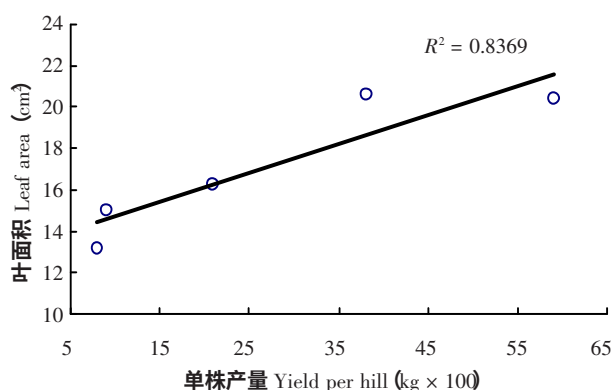


图 1 各品种叶面积与单株产量的相关性

Figure 1 Correlation between leaf area and tuber yield per hill in five potato varieties

表 3 块茎营养品质分析 (%)

Table 3 Nutritional quality in five potato varieties

品种 Variety	干物质含量 Dry matter	可溶性蛋白 Soluble protein	可溶性糖 Soluble sugar	淀粉 Starch
转心乌 Zhuanxinwu	20.65	11.3	4.8	83.51
黑美人 Black Beauty	17.08	8.4	2.0	78.45
剑川红 Jianchuanhong	17.40	9.0	2.9	82.95
合作 88 Hezuo 88	20.39	6.4	2.7	84.55
丽薯 6 号 Lishu 6	16.24	8.2	3.5	85.32

注：可溶性蛋白、糖及淀粉均是干粉中的百分含量。

Note: Soluble protein, sugar and starch are the percentage of dried potato powder.

各品种主要营养指标如表 3, 干物质、可溶性蛋白与糖含量、淀粉含量这些营养指标与叶面积大小无相关性 ($p > 0.05$)。

3 讨论

系数法测定植物叶片具有不损伤叶片、简便易行特点, 实用性较强。实际应用中, 只需得到矫正系数 K 值就可以通过测量叶长和最大叶宽的值得到叶面积。马铃薯叶片较为柔软, 使用需要快速拉动的叶面积测定仪时容易撕裂叶片, 同时叶片会部分重叠, 造成测定误差。如本试验中曾使用进口的 CI-203 手持式激光叶面积仪进行测定, 但由于上述原因而放弃, 最终用纸样称重法确定实际叶面积。本次测定的 5 个品种 K 值都不一样, 具有品种特异性, 与‘大西洋’0.7264 的矫正系数^[9]也有大的差异, 这说明了不同马铃薯品种间叶形变化较大, 矫正系数也具有明显差异, 品种间不具备通用性。因此在使用系数法测定马铃薯叶面积时, 不同品种都应单独计算矫正系数。由于各地区推广栽培的品种不一样, 叶片性状特征也具有差异, 因此某一个品种的 K 值是不能应用于其他品种的。

作物产量的形成和品质都依赖于光合器官向贮藏器官的输出, 灌溉、施肥、修剪等田间管理措施及培育良种的主要目的就是改善其光合性能, 提高经济产量。虽然叶面积大小与作物的总光合面积不一定成正比关系, 农业生产中更多采用的是叶面积指数 (LAI)^[13-16], 但研究显示作物的叶面积与产量具有正相关关系^[17,18]。在本研究中, 5 个品种的叶面积与产量有显著的正相关性, 说明相对较大的叶面积有利于提高马铃薯的经济产量。当然, 马铃薯经济产量的形成较为复杂, 与植株的叶面积指数、光合效率、叶片功能期及主茎 (分枝) 数、结薯数等均有密切的关系^[19-21], 在研究时叶面积只能作为参数之一, 产量的相关性要综合多个因素考虑。

另外, 这 5 个品种的叶面积与块茎品质之间并

无相关性,这可以从源库关系进行分析,即光合产物输出多少与贮藏库的容量成正比,与品质不一定相关,如淀粉这一主要指标在5个品种间并无显著差异。

[参 考 文 献]

- [1] 冯冬霞, 施生锦. 叶面积测定方法的研究效果初报[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 150-152.
- [2] 骆柳, 贾亚敏, 刘彤, 等. 利用普通扫描仪精确测量叶面积的技术及方法[J]. 北方园艺, 2007(5): 46-48.
- [3] 李震, 洪添胜, 吴伟斌, 等. 植物多叶片图像目标识别和叶面积测量方法[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(3): 105-109.
- [4] O'Neal M E, Landis D A, Isaacs R. An inexpensive, accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis[J]. Journal of Economic Entomology, 2002, 95(6): 1190-1194.
- [5] Igathinathane C, Prakash V S S, Padma U, et al. Interactive computer software development for leaf area measurement [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2006, 51: 1-16.
- [6] Diaz A F, Vazquez D V, Manzanilla E H, et al. Scanner image methodology (SIM) to measure dimensions of leaves for agronomical applications [J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(10): 1840-1847.
- [7] Sadik S K, AL-Taweel A A, Dhyeab N S. New computer program for estimating leaf area of several vegetable crops [J]. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2011, 5(2): 304-309.
- [8] Bradshaw J D, Rice M E, Hill J H. Digital analysis of leaf surface area: effects of shape, resolution, and size [J]. Journal of the

- Kansas Entomological Society, 2007, 80(4): 339-347.
- [9] 赵春燕, 赵春晓, 方子森, 等. 马铃薯叶面积速测方法的研讨[J]. 湖南农业科学, 2010(13): 49-51.
- [10] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 85-90.
- [11] 叶尚红. 植物生理生化实验教程[M]. 2版. 昆明: 云南科技出版社, 2007: 48-50, 74-77.
- [12] 张永成, 田丰. 马铃薯实验研究方法[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 166-169.
- [13] 马树庆, 王琪, 徐丽萍, 等. 积温对春玉米叶面积、生物量和产量的影响[J]. 现代农业科技, 2011(13): 284-285, 288.
- [14] 刘战东, 肖俊夫, 南纪琴, 等. 倒伏对夏玉米叶面积、产量及其构成因素的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 107-110.
- [15] 徐小利, 赵卫星, 常高正, 等. 西瓜产量与叶面积指数的相关性分析[J]. 河南农业科学, 2010(7): 84-85.
- [16] 黄冲平, 张帆, 张文芳, 等. 马铃薯叶龄和叶面积系数变化的动态模拟研究[J]. 核农学报, 2007, 21(5): 456-460.
- [17] 张斯梅, 杨四军, 顾克军, 等. 不同穗型小麦品种叶面积、干物质积运及产量构成分析[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 114-116.
- [18] 王义芹, 杨兴洪, 李滨, 等. 小麦叶面积及光合速率与产量关系的研究[J]. 华北农学报(增刊), 2008(23): 10-15.
- [19] 张宝林, 高聚林, 刘克礼. 马铃薯群体光合系统参数的研究[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(3): 146-150.
- [20] 李军, 滕丽伟. 马铃薯产量与某些性状相关性的研究[J]. 中国马铃薯, 1990, 4(4): 215-220.
- [21] 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 71-74.

关于征集 2013 年中国马铃薯大会会议论文的通知

为落实 2012 年中国作物学会马铃薯专业委员会学术年会会议纪要精神, 马铃薯专业委员会决定于 2013 年 7 月在重庆巫溪县召开 2013 年中国马铃薯大会, 会议主题为“马铃薯产业与农村区域发展”。为保证本次会议论文集的正常出版, 现提前征集, 望广大马铃薯工作者相互转告。具体投稿方式和要求如下:

1. 论文投稿和版面费的缴纳须在中国马铃薯信息网上进行, 登陆网站后进入“中国马铃薯大会”栏目, 请仔细阅读网页左侧“论文集投稿须知”, 然后进入“2013 年中国马铃薯大会论文集投稿入口”进行操作。如稿件被录用, 请按同样方式进行缴费, 缴费截止日期为 6 月 30 日, 逾期未缴费则视为放弃投稿, 但仍需缴纳审稿费 100 元。

2. 论文必须是反映近年来各地(单位)科研、生产、开发等方面的成果、信息, 内容要新颖, 论点明确, 数据可靠, 图表清晰。具体格式可参照《中国马铃薯》杂志写作范例和征稿细则(见中国马铃薯信息网)。注意: 会议论文投稿不需要撰写英文摘要。

3. 论文截稿日期为 2013 年 5 月 30 日, 来稿文责自负, 编辑有权对稿件进行一定的修改、加工, 请勿一稿多投。注意: 逾期投稿均不予以处理录用。

4. 论文来稿请注明第一作者简介, 包括性别、出生年、职称、从事工作或研究方向等, 还请注明资助基金、课题项目名称及编号, 同时务必提供联系电话。

投稿网址: 中国马铃薯信息网 www.chinapotato.org

联系人: 李赞(0451-55190370); 陆忠诚(0451-55190003)

中国作物学会马铃薯专业委员会