

数字图像技术在马铃薯氮素营养诊断中的应用

李井会, 朱丽丽, 宋述尧*

(吉林农业大学园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘要:应用数码相机获取马铃薯冠层图像色彩信息, 探索出马铃薯氮营养状况的一种新方法。结果表明, 在块茎形成期和块茎膨大期, 数码相机获取的数字图像分析得到的冠层绿光与蓝光比值(G/B)与其它描述马铃薯氮素营养状况的指标如土壤无机氮、植株全氮含量、叶柄硝酸盐浓度、叶绿素仪读数均有良好的负相关关系。

关键词:马铃薯; 数字图像技术; 氮素营养诊断

氮肥的合理施用在马铃薯生产中十分重要。而在以往氮素营养诊断进行推荐施氮的研究过程中, 已建立了一些诊断方法, 如土壤无机氮测试和叶绿素仪测试、用反射仪测试叶柄硝酸盐浓度等^[1-5], 这些方法虽然在一定程度上改善了经验施肥带来的盲目性和氮肥过量施用问题, 但仍不能简便、快速、准确的进行氮素营养诊断并推荐施肥。因此, 建立一个简便、快速的营养诊断方法已成为当务之急。

近年来, 随着数字图像技术的不断发展, 应用数字图像处理技术在作物生长状况和营养状况诊断方面的研究成为热点。植株的冠层颜色与其氮素营养状况紧密相关。缺氮的植物比施氮的植物在整个可见光波段反射的光要多^[6-7], 这表明冠层的光反射可以被用来评价作物的氮素营养状况。同时由于数码相机价格的不断下降, 使应用数字图像技术进行氮素营养诊断成为可能。在以往的研究中, Lukina等^[8]应用数码相机获取田间小麦冠层图像, 并通过图像处理获得小麦冠层覆盖度, 估计了冬小麦冠层生物量。Adamsen等^[9]应用数码相机获取了冬小麦的冠层图像, 并分析了冠层图像绿光(G)与红光(R)比值G/R, 认为G/R与叶绿素仪读数有极显著的相关关系。Adamsen等^[10]又利用数码相机和数

码图像分析技术, 研究了快速计算植物开花数量的方法。Jia和Cheng^[11]应用数码相机田间获取冬小麦冠层图像, 分别建立了拔节期和孕穗期冠层绿色深度(G)与地上部植株全氮间的关系模型, 建立了冬小麦拔节期氮肥营养推荐体系, 取得了较好的效果。

目前, 应用数字图像进行作物氮素营养诊断的研究主要是针对玉米、小麦等大田作物, 而在马铃薯上的研究还未见报道。本文以马铃薯作为研究对象, 获得田间不同氮素供应水平下的马铃薯冠层彩色图像, 经图像处理之后, 建立图像数字化指标与目前广泛采用的氮素营养诊断指标: 土壤无机氮、植株全氮含量、叶柄硝酸盐浓度、叶绿素仪读数以及生物量的关系, 探讨应用数字图像技术进行蔬菜氮素营养诊断的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验在吉林农业大学蔬菜教学基地进行。试验土壤为草甸黑土, 土壤的理化性状为: 有机质2.41%、碱解氮为117.6 mg·kg⁻¹、速效磷104.05 mg·kg⁻¹、速效钾170 mg·kg⁻¹、pH值6.56。

以马铃薯春薯4号为供试品种, 于2004年4月21日播种。设6个氮水平, 纯氮施用量分别为0、60、135、210、285、360 kg·hm⁻², 过磷酸钙、硫酸钾全部作为基肥, 施用量分别为126 kg·hm⁻² P₂O₅, 245 kg·hm⁻² K₂O。栽培密度为52500株·hm⁻², 小区面积8 m×6 m。试验采用随机区组设计, 每

收稿日期: 2006-03-10

基金项目: 吉林省重大科技攻关项目(20000202-1)

作者简介: 李井会(1978-), 男, 硕士研究生, 主要从事蔬菜栽培生理与农业信息技术研究。

* 通讯作者: E-mail: ssyjlau@126.com

个处理 4 次重复。

1.2 测试项目与方法

施肥前取 0-40 cm 土样分析土壤基本理化性状。在马铃薯生长的关键时期块茎形成期 (出苗后 32 d)、块茎膨大期 (出苗后 57 d), 取 0-40 cm 土层的混合土样测定土壤无机氮, 同时测定植株全氮含量、叶柄硝酸盐的含量及叶片 SPAD 读数, 具体测定方法如下。

土壤无机氮和植株全氮测定: 将土壤鲜样, 过 3 mm 筛子, 以 2N KCl 溶液浸提, 分别采用蒸馏法和比色法测定土壤 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的含量; 植株全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定。

叶柄硝酸盐 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) 浓度测定: 采集植株最新完全展开叶 (生长点下第 4 叶位) 15 片, 迅速带回实验室, 将叶柄剪下, 剪成 1 cm 左右的小段, 用压汁钳压汁, 将汁液稀释后, 用反射仪速测其中的硝酸盐浓度。

叶绿素的测定: 采用日本 Minolta 公司生产的便携式 SPAD-502 型绿素仪测定, 每个处理随机选取 30 片最新完全展开叶, 测定其 SPAD 读数以得到平均值。

马铃薯冠层数字图像获取和处理: 在马铃薯出苗后 32 d (块茎形成期) 和出苗后 57 d (块茎膨大期), 用 Canon G3 型数码相机进行拍摄, 获取冠层数字图像。所有的图像都在晴天 12:00 至 13:00 获取, 拍摄时相机距地面高度为 1.2 m, 与地面冠层成 60 角。将数码相机调至 Auto 模式下, 以自动曝光模式控制曝光时间色彩平衡, 图像的分辨率采用 1024 x 768, 得到的图像为 R、G、B 真彩色图像, 照片以 JPEG 格式转入计算机。图像色彩信息提取采用 Adobe Photoshop 7.0, 通过程序得到冠层图像的红绿蓝三色光通道的平均值, 即冠层颜色深度值 (红绿蓝绝对值 R、G、B), 此值无量纲, 其值的大小表示图像颜色的深浅。

数据分析采用 DPS 数据处理软件进行统计。

2 结果与分析

从图 1 可以发现, 土壤无机氮与马铃薯冠层的 G/B 值 (绿光与蓝光比值) 呈极显著的负相关关系, 随着土壤无机氮的增加冠层的 G/B 值降低, 块茎形成期和块茎膨大期的相关系数分别为 -0.8282 和 -0.8642。

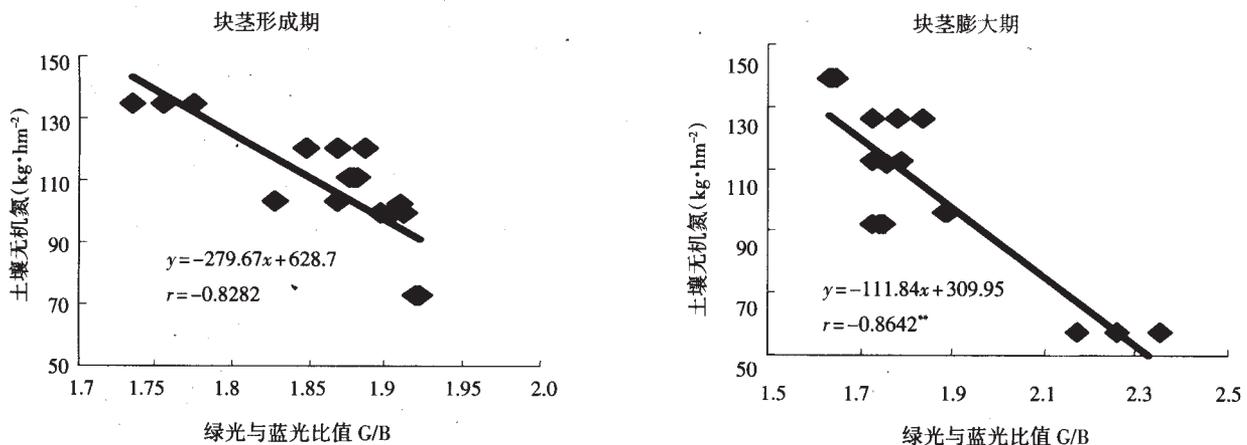


图 1 土壤无机氮和冠层绿光与蓝光比值的关系

由图 2 所示, 在马铃薯的块茎形成期和块茎生长期, 植株全氮含量与冠层 G/B 值均呈极显著的线性负相关关系, 且块茎膨大期的相关性高于块茎形成期的相关性, 其相关系数分别为 -0.7463 和 -0.8707。

由图 3 可以看出, 冠层 G/B 值与叶柄硝酸盐浓度之间在马铃薯块茎形成期和块茎膨大期也都有极显著的线性负相关关系, 冠层的 G/B 随着硝酸

盐浓度的增加而降低, 其相关系数分别为 -0.7950 和 -0.8384。

在马铃薯块茎形成期 (出苗后 32 d) 和块茎膨大期 (出苗后 57 d), 冠层 G/B 值与马铃薯叶片的 SPAD 值都有极显著的线性负相关关系, 冠层的 G/B 值随着 SPAD 值的增加而降低, 相关系数分别为 -0.7716 和 -0.7933 (如图 4 所示)。

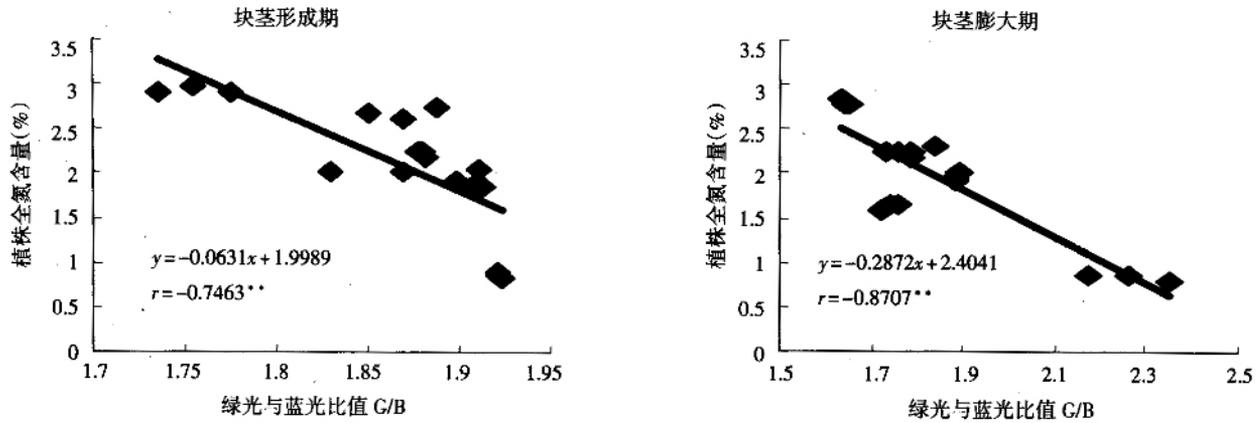


图2 植株全氮含量和冠层绿光与蓝光比值的关系

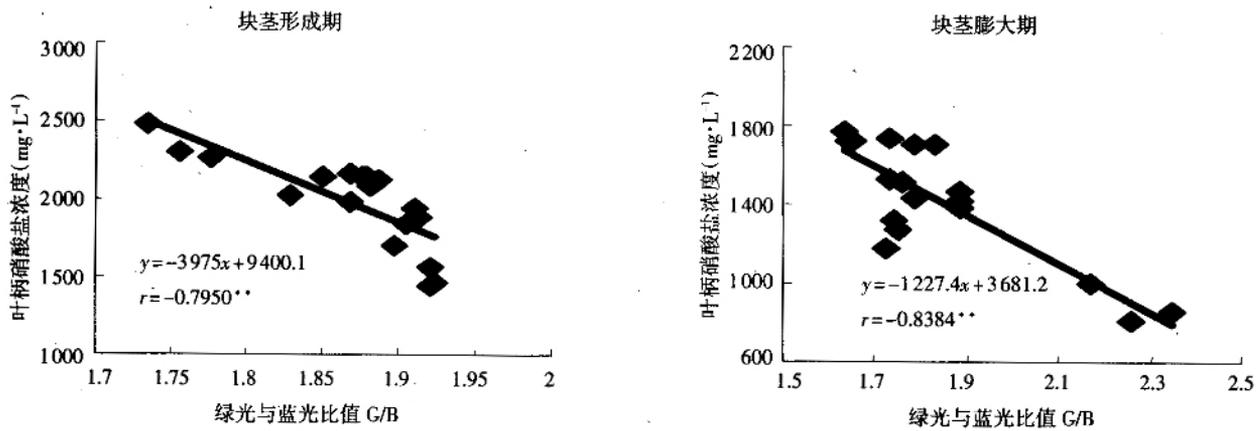


图3 叶柄硝酸浓度和冠层绿光与蓝光比值的关系

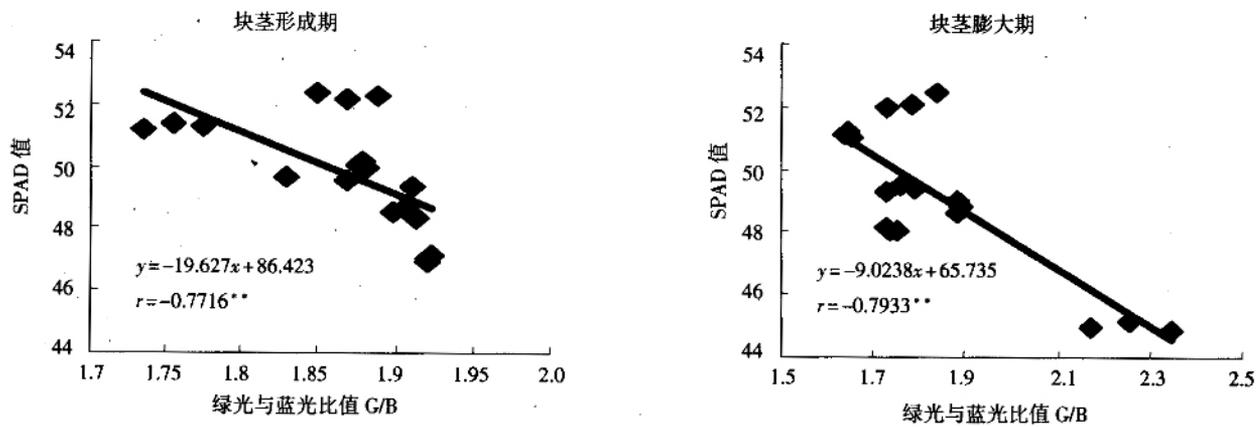


图4 SPAD值和冠层绿光与蓝光比值的关系

3 讨论

本试验中, 在马铃薯的块茎形成期和块茎膨大期, 冠层图像的 G/B 值与叶绿素仪读数、叶柄硝酸盐浓度、植株全氮含量、土壤无机氮、生物量都

有良好的相关关系(图 1~4), 这表明 G/B 可以用来描述作物的氮素营养状况。而在已有的报道中, 应用数码相机获取了冬小麦的冠层图像, 并分析了冠层图像绿光(G)与红光(R)的比值 G/R, 认为 G/R 与叶绿素仪读数有极显著的相关关系^[8]; Daughtry

等^[11]提出红/绿的灰度比能够作为较好反映植物叶片氮素营养水平和反映氮分布情况的指标之一; Jia和Cheng^[12]研究发现冠层绿色深度 G 与土壤植株测试指标有很好的相关性。而在使用普通手段获取图像和底片扫描获得数字化图像的研究中则认为经过校正的绿光相对值可以作为研究的手段^[13-14]。因此, 对于不同的作物和地理环境而言, 哪种数字化指标更能反应冠层图像的色彩信息有待于进一步研究。

试验结果表明, 数码相机获取的数字图像分析得到的冠层 G/B 值, 与其它描述马铃薯氮素营养状况的指标均有良好的相关关系, 其相关系数从 -0.7463 ~ 0.8707。这表明利用数码相机作为监测马铃薯氮素营养状况具有良好的发展前景。

[参 考 文 献]

- [1] Blackmer A M, Webb J. Correlations between soil nitrate concentrations in late spring and corn yields in Iowa [J]. *Journal Production Agriculture*, 1989, 2: 103-109.
- [2] Zhang H L, Smeal D, Arnold R N, et al. Potato nitrogen management by monitoring petiole level [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 1996, 19: 1405-1412.
- [3] Westcott M P, Rosen C J, Inskip W P. Direct measurement of petiole sap nitrate in potato to determine crop nitrogen status [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 1993, 16: 515-521.
- [4] Minotti P L, Halseth D E, Siczka J B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties [J]. *HortScience*, 1994, 29(12):1497-150040.
- [5] Fox R H, Piekielek W P, Macneal K M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat [J]. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 1994, 25: 171-181.
- [6] Blackmer T M, Schepers J S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn [J]. *J Prod Agric*, 1994, 8(1): 56-60.
- [7] Al-Abbas A H, Barr R, Hall J D, et al. Spectra of normal and nutrient-deficient maize leaves [J]. *Agronomy Journal*, 1974, 66: 16-20.
- [8] Lukina E, Stone M, Raun W. Estimating vegetation coverage in wheat using digital images [J]. *J Plant Nutri*, 1999, 22(2): 341-350.
- [9] Adamsen F J, Pinter Paul J Jr., Barnes E M, et al. Measuring wheat senescence with a digital camera [J]. *Crop Sc*, 1999, 39: 719-724.
- [10] Adamsen F J, Coffelt T A, Nelson M, et al. Method for using images from a color digital camera to estimate flower number [J]. *Crop Sci*, 2000, 40: 704-709.
- [11] Daughtry C S T, Walthall C T, Kim M S, et al. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance [J]. *Remote Sens Environ*, 2000, 74: 229-239.
- [12] Jia Liangiang, Cheng Xinping. Use of digital camera to assess nitrogen status of winter wheat in the northern China plain [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2004, 27(3): 441-450.
- [13] Blackmer T M, Schepers J S, Varvel G E, et al. Analysis of aerial photography for nitrogen stress within corn fields [J]. *Agron J*, 1996, 88: 729-733.
- [14] Scharpf P C, Lory J A. Calibrating corn color from aerial photographs to predict sidedress nitrogen need [J]. *Agron J*, 2002, 94: 397-400.

Diagnosis of N Status of Potato Using Digital Image Processing Technique

Li Jinghui, Zhu Lili, Song Shuyao

(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China)

Abstract: This study examined a new method to measure the N status of potato by using a digital camera to record color information reflected from the plant canopy. The results showed significant inverse relationships between G/B values and Nmin of soil, the total N of plant, the nitrate concentration of the petiole and SPAD readings at tuber initiation stage and tuber bulking stage. The results suggest that the new method have potential to monitor the N status of potato.

Key Words: potato; digital image technique; N status diagnosis