

数字图像技术在草莓氮素营养诊断中的应用研究

王连君, 邢宇

(吉林农业大学园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘要:为了探讨利用数字图像处理技术进行草莓氮素营养诊断的可行性,通过6个水平的氮肥田间试验,采用数码相机获取草莓冠层图像,分析了不同供氮水平下草莓冠层图像色彩参数与施氮量、土壤无机氮和植株氮素营养指标之间的关系.研究表明:数字图像技术应用于监测草莓的氮素供应状况是可行的.其中,不同氮素处理下G/B值与G/(R+G+B)值的决定系数较高,G/(R+G+B)值与土壤无机氮、叶片硝酸盐及植株全氮之间的决定系数最高,利用G/(R+G+B)值的范围得出草莓开花期与结果期的氮肥推荐用量,从而反馈草莓氮素营养状况,进行氮素营养诊断.

关键词:草莓; 数字图像; 植物快速测试; 氮营养诊断

中图分类号:S668.4

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2010)02-0019-03

Study on Strawberry of N Nutrition Diagnosis Using Digital Image Processing Technique

WANG Lian-jun, XING Yu

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

Abstract: The feasibility of using digital image technique to diagnose strawberry N nutrition was probed by field experiment of six N level treatments. The relationships between the strawberry canopy image parameter of different N levels and soil inorganic N and plant N nutrition indices were analysed. The results showed that it was feasible to monitor strawberry N application rate using digital image technique. The coefficient of determination was high for the value of G/B and G/(R+G+B) under nitrogen fertilizer rates and the value of G/(R+G+B) was the highest for soil inorganic N and plant N nutrition indices. The N fertilizer rates of strawberry flowering and fruiting stage were recommended on the basis of the value range of G/(R+G+B) which could reflect strawberry N nutrition status.

Key words: strawberry; digital image technique; plant fast test; N nutrition diagnosis

施用氮肥是草莓生产中最重要增产措施之一.随着草莓生产中氮肥施用量的增加,土壤供氮水平不断提高,草莓产量也相继提高.然而,氮肥持续大量使用,不但造成氮肥的增产效果下降,氮肥利用率较低^[1],而且也使施肥经济效益下降,进而引发环境恶化等一系列的问题^[2].草莓在生育期中对氮肥用量需求明显,但氮肥过多,在花果期也会使植株徒

长,果实品质下降,影响商品价值与货架寿命.因此诊断草莓氮肥用量具有较强的实用性和可行性.传统的氮素营养诊断在时间上不能及时处理,也限制了大面积的推广应用.近年来,作物无损测试诊断技术迅速发展,利用数字图像技术在氮素营养诊断中更受到研究者的关注^[3],近年来的研究取得了新的进展,使利用作物叶色进行定量诊断成为可能.

收稿日期:2009-02-20

作者简介:王连君(1962—),男,教授,硕士,E-mail:wanglianjun8892@126.com

基金项目:吉林省科技发展计划项目(20050821)

国外学者通过数字图像对其相关植物进行了氮素营养指标相关性分析^[4-5]. 我国近年来也有相关报道,但目前此类研究主要集中在小麦^[6]、棉花^[7]、水稻^[8]等大田作物上,在果树作物中还鲜有报道. 本试验利用数码相机获取不同氮素供应水平下的草莓冠层图像,建立了草莓氮素诊断的冠层图像数字化指标量化体系,为草莓无损伤氮素营养诊断提供依据.

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2008年4—8月在吉林农业大学果树教学基地进行. 试验地土壤 w (有机质)为3.4%,无机氮 $31.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $121.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $172.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH6.48. 供试的草莓品种为幸香.

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验以尿素 [$w(\text{N})$ 为46%]为供试肥料,设纯氮0、80、160、240、320、400 kg/hm^2 共6个处理. 基肥与追肥用量分别占施肥量的一半,2次追肥量相等,时期依次为开花期和结果期. 将磷(过磷酸钙 $125 \text{ kg}/\text{hm}^2$)、钾(硫酸钾 $210 \text{ kg}/\text{hm}^2$)肥做为基肥一次性施入,小区面积 12 m^2 ,随机区组排列,3次重复,田间正常管理.

1.2.2 土壤无机氮测定 采用直接扩散法,分别在苗期、花期、现果期、果实膨大期、果实采收期,匍匐茎发生期取根际0~30 cm混合土样进行测定.

1.2.3 植物硝酸盐测定 分别在草莓主要生育期取新鲜植株叶片,迅速装入保鲜袋带回实验室,进行分类、清洗,采用水杨酸法测定.

1.2.4 植株全氮测定 在草莓主要生育期采样,采样后洗净,称质量,然后置于 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘箱中杀青0.5 h,以 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 恒温烘干,采用半微量凯式定氮法测定全氮.

1.2.5 数码图像的获取 采用数码相机,分辨率为400万像素,在草莓主要生育期进行拍摄. 将数码相机调至Auto模式下,以自动曝光控制色彩平衡,图像的分辨率采用 1024×768 ,数码相机通过R、G、B加色原理进行成像,由R、G、B(即红、绿、蓝)3种颜色生成,获取草莓冠层色彩R、G、B值. 试验数据采用Adobe Photoshop 7.0和Excel软件进行分析.

2 结果与分析

2.1 草莓冠层图像数字化指标与氮素供应水平的关系

通过数码相机获取的数字图像分析得出,冠层

图像的数字化标准值与草莓氮素供应状况有线性相关关系,说明将数字图像技术应用于监测草莓的氮素供应状况是可行的,具有很好的应用前景.

表1的结果表明,在草莓开花期,冠层图像 $G/(R+G+B)$ 与 G/B 的决定系数均大于 G/L 、 $B/(R+G+B)$ 和 $(G-B)/(R+G+B)$ 的决定系数,分别为0.8438和0.7963; $(G-B)/(R+G+B)$ 的决定系数最低,为0.5851. 在草莓结果期,冠层图像 $G/(R+G+B)$ 和 G/B 的决定系数也均较高,分别为0.8800和0.9018; $B/(R+G+B)$ 的决定系数最低,为0.5590.

表1 草莓冠层图像数字化指标与氮素供应水平回归系数的比较

Tab.1 The comparison of the regression coefficient for digital indices and strawberry N treatments

冠层数字化指标	回归方程的决定系数(R^2)	
	开花期	结果期
G/B	0.7963	0.9018
G/L	0.7532	0.6588
$B/(R+G+B)$	0.6875	0.5590
$G/(R+G+B)$	0.8438	0.8800
$(G-B)/(R+G+B)$	0.5851	0.7784

2.2 草莓冠层图像数字化指标与氮素营养指标之间的关系

表2是草莓冠层图像 G/B 和 $G/(R+G+B)$ 在不同氮素供应水平下与土壤无机氮、叶片硝酸盐及植株全氮含量之间的相关关系. 表2的结果表明,草莓冠层图像 $G/(R+G+B)$ 与各氮素营养指标的决定系数均大于 G/B 与各氮素营养指标的决定系数.

表2 草莓冠层图像数字化指标与氮素营养指标回归系数的比较

Tab.2 The comparison of the regression coefficient for digital indices and strawberry N indexes

冠层数字化指标	回归方程的决定系数(R^2)		
	土壤无机氮	叶片硝酸盐含量	植株全氮含量
G/B	0.8548	0.7025	0.7357
$G/(R+G+B)$	0.8767	0.8024	0.7851

2.3 利用 $G/(R+G+B)$ 进行草莓的氮肥推荐

从图1中可以看出,在草莓结果期,随着施氮量的增加,草莓产量也逐渐提高,即施氮量与草莓产量有显著的线性相关关系,施氮量在 $240 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,草莓产量最高,为 $16.14 \text{ t}/\text{hm}^2$,而随着施氮量的增加,产量没有显著提高.

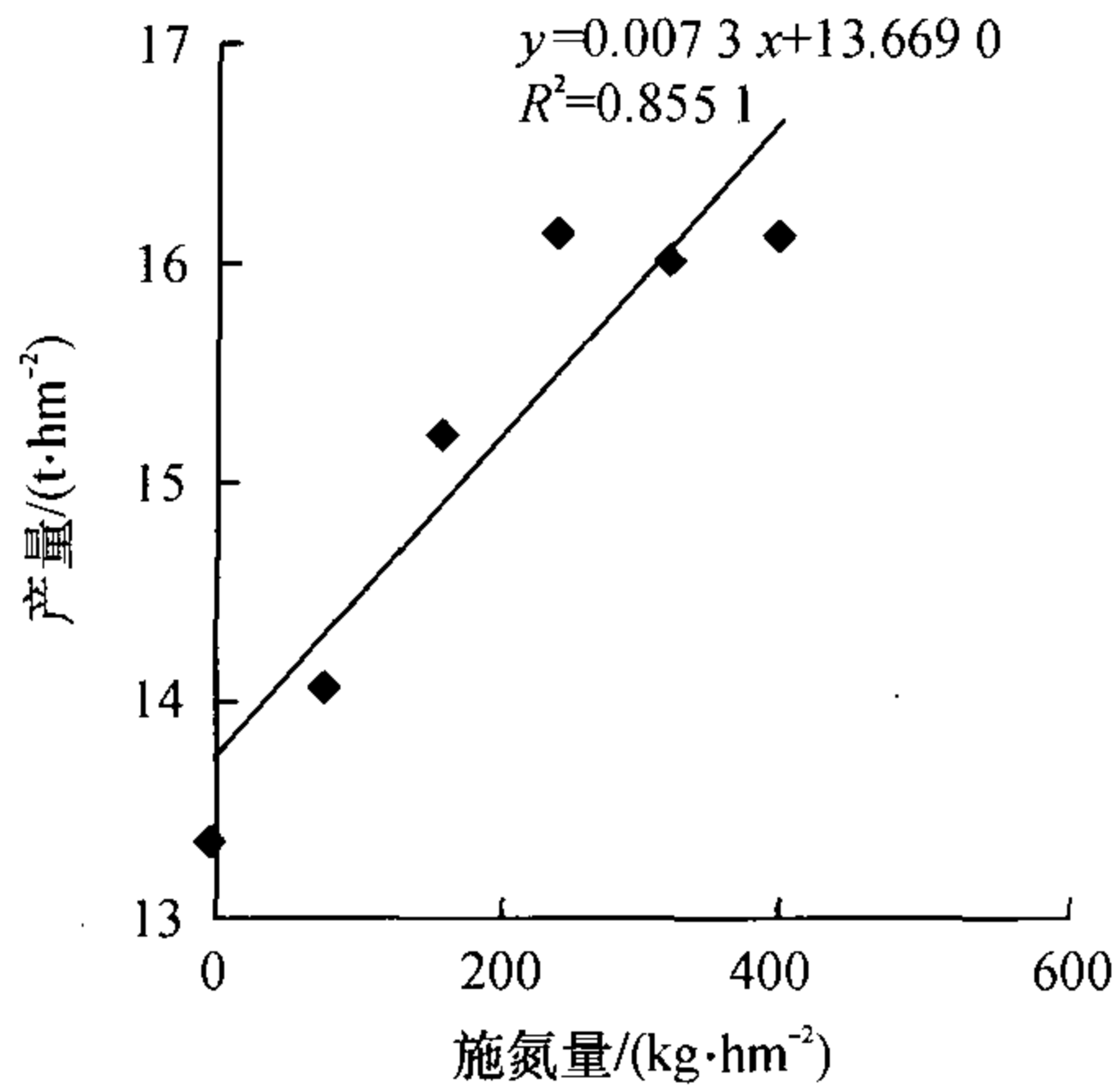


图 1 不同施氮水平对草莓产量的影响

Fig. 1 Effect of different nitrogen treatments on yield of strawberry

在草莓开花期, $G/(R + G + B)$ 小于 0.387 时, 草莓供氮水平为 283.25 kg/hm^2 ; 当 $G/(R + G + B)$ 处于 0.387 ~ 0.389 之间时, 草莓供氮水平的范围为 $227 \sim 283.25 \text{ kg/hm}^2$; 当 $G/(R + G + B)$ 处于 0.389 ~ 0.394 时, 草莓供氮水平的范围为 $133.25 \sim 227 \text{ kg/hm}^2$; 当 $G/(R + G + B)$ 大于 0.394 时, 草莓供氮水平为 133.25 kg/hm^2 (表 3)。

在草莓结果期, $G/(R + G + B)$ 小于 0.424 时, 草莓供氮水平为 266.1 kg/hm^2 ; 当 $G/(R + G + B)$ 处于 0.424 ~ 0.426 之间时, 草莓供氮水平的范围为 $184.27 \sim 266.1 \text{ kg/hm}^2$; 当 $G/(R + G + B)$ 处于 0.426 ~ 0.429 时, 草莓供氮水平的范围为 $110.75 \sim 184.27 \text{ kg/hm}^2$ 当 $G/(R + G + B)$ 大于 0.429 时, 草莓供氮水平为 110.75 kg/hm^2 (表 3)。

表 3 草莓氮肥推荐用量

Tab. 3 Fertilization recommendation indices of strawberry

生育时期	$w(\text{硝酸盐})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$	绿光标准化值 $G/(R + G + B)$	推荐施氮量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
开花期	≥ 4.62	≤ 0.387	283.25
	4.53 ~ 4.62	0.387 ~ 0.389	227 ~ 283.25
	4.38 ~ 4.53	0.389 ~ 0.394	133.25 ~ 227
	≤ 4.38	≥ 0.394	133.25
结果期	≥ 3.1	≤ 0.424	266.1
	3.01 ~ 3.1	0.424 ~ 0.426	184.27 ~ 266.1
	2.93 ~ 3.01	0.426 ~ 0.429	110.75 ~ 184.27
	≤ 2.93	≥ 0.429	110.75

表明, 数字图像技术应用于监测草莓的氮素供应状况是可行的. 其中, G/B 与 $G/(R + G + B)$ 的决定系数均大于 G/L 、 $B/(R + G + B)$ 和 $(G - B)/(R + G + B)$ 的决定系数. G/B 和 $G/(R + G + B)$ 在不同氮素处理下对土壤无机氮、叶片硝酸盐及植株全氮之间建立相关性分析, 其中, $G/(R + G + B)$ 的决定系数大于 G/B 的决定系数。

不同供氮水平对草莓产量有显著影响, 随着施氮量的增加, 产量也逐渐提高, 当施氮量为 240 kg/hm^2 时, 产量达到最高, 为 16.14 t/hm^2 , 随着施氮量的增加, 产量没有明显提高, 说明施氮量的增加可以提高草莓产量, 但增加到一定量时, 产量不会有明显提高. 本试验通过对不同供氮水平下草莓叶片硝酸盐含量的测出, 利用数字化指标与叶片硝酸盐之间的相关关系, 得出草莓开花期与结果期 $G/(R + G + B)$ 的范围, 从而得出草莓对应的氮肥推荐施用量, 最后可以利用数字图像技术来反馈草莓的氮素营养状况, 进行氮素营养诊断。

参考文献:

[1] 刘春增, 寇长林, 王秋杰, 等. 长期施肥对砂土肥力变化及硝态氮积累和分布的影响[J]. 土壤通报, 1996, 27(5): 216-218.

[2] 张玉良. 农业化学与生物圈[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 151-175

[3] 贾良良, 陈新平, 张福锁. 作物氮营养诊断的无损测试技术[J]. 世界农业, 2001(6): 36-37.

[4] BLACKMER T M, SCHEPERS J S, VARVEL G E, et al. Analysis of aerial photography for nitrogen stress within corn fields[J]. Agron, 1996, 88: 729-733

[5] ADAMSEN F J, PAUL J, PINTER J R, et al. Measuring wheat senescence with a digital camera [J]. Crop Sci, 1999, 39: 719-724.

[6] JIA Liang-liang, CHENG Xing-ping. Use of digital camera to assess nitrogen status of winter wheat in the northern [J]. China Plain Journal of Plant Nutrition, 2004, 27(3): 441-450.

[7] 王晓静, 张炎, 李磐, 等. 地面数字图像技术在棉花氮素营养诊断中的初步研究[J]. 棉花学报, 2007, 19(2): 106-113.

[8] 薛利红, 曹卫星, 罗卫红, 等. 基于冠层反射光谱的水稻群体叶片氮素状况监测[J]. 中国农业科学, 2003, 36(7): 807-812.

【责任编辑 周志红】

3 结论

本试验利用数码相机在草莓主要生育期中获取冠层图像, 并对这些数字化指标进行筛选, 经过分析