

文章编号: 1005-0906(2005)02-0109-03

数字图像处理在玉米发芽试验中的应用研究

张晓宇, 杨锦忠

(山西农业大学农学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 针对目前玉米发芽试验中测量、测算手段存在的不足, 提出一种利用数字图像处理技术解决这些问题的简便方法。通过对种苗图像进行处理和分析, 获取图像特征, 建立其与实测数据的数学模型, 应用所建模型可以方便、快速地获取苗高、苗鲜重等数据。该技术将为玉米种子发芽试验及其他植物种子发芽试验提供新的检测手段。

关键词: 玉米; 发芽试验; 图像处理

中图分类号: S513; S12

文献标识码: A

Study on Digital Image Process Application in the Germination Test

ZHANG Xiao-yu, YANG Jin-zhong

(College of Agriculture, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: The paper gave a new and simple method to get results from the germination test. Procedures include acquisition of digital image of the seedling, segmentation of object from background, extracting features of object, and building the models for relationships between image features and actual measurements of the seedling. Based on these models, the height and fresh weight of seedlings and the percentage germination may be computed effectively and easily.

Key words: Maize; The germination test; Image processing

随着多媒体技术日趋成熟, 图像处理与分析技术已被广泛应用于作物学科的多个领域, 如量化作物器官颜色特征的差异、种子外观形态判断与品质检测、植株及器官受损程度定量测定、作物显微解剖结构分析等^[1]。

发芽试验是种子检验和作物科学研究(如作物育种、作物营养、植物生理生化、农业环境保护研究等)的重要方法。在发芽试验中, 发芽粒数、苗高、苗鲜重等信息的获取、判断目前主要靠人工计数、测量和目测, 存在着调查速度慢、操作人员容易疲劳、主观性强、误差大等缺陷, 而且还有一些特征信息难以获取和定量描述^[2-3]。为此, 探索新的方法, 快速准确地获取植物幼苗的形态指标, 得到发芽试验结果是非常必要的。本文拟探索运用数字图像处理技术,

以玉米种子为材料, 寻找种子发芽试验检测的简便方法。

1 材料与方法

本研究的基本原理是在植物种子发芽过程中, 利用数码相机获取数字图像, 经计算机处理, 实现“图像→描述”的过程, 建立图像特征与实测数据间的数学模型。

1.1 发芽试验

供试材料是山西及华北主栽的玉米品种农大108。发芽试验步骤如下: 种子经晾晒后, 在 0.1% HgCl₂ 中浸泡 10 min 灭菌, 再将用水冲洗干净的灭菌种子放入水中, 在室温下浸泡 12 h。将准备好的净沙放入 100℃烘箱中灭菌 24 h, 再加水至沙最大持水量的 70%, 将沙装满指形管。将浸过的玉米种子压入指形管, 在种子上盖一层薄沙。一管一粒, 共装 400 支指形管, 全部放入光照培养箱进行发芽。光照培养箱设置光照为 14 h、27℃, 黑暗为 10 h、15℃。

1.2 图像获取

从发芽试验第二天开始取样, 每天取 40 个苗,

收稿日期: 2004-07-16

基金项目: 山西省资助回国留学人员科研项目(2003049)

作者简介: 张晓宇(1979-), 女, 山西农业大学在读硕士, 从事作物信息学研究。Tel: 0354-3524322

E-mail: xiaoyuzhang@163.com

杨锦忠为本文通讯作者。

共取 10 次。拍摄图像时,每 10 株苗为一组,使苗的展开叶方向与相机镜头平面平行,苗与相机镜头在同一水平直线上,且每株苗的叶片互不重叠。每次拍摄均采用相同的相机焦距、相机高度、相机与苗间距离、光照强度参数等。本试验采用 EPSON PHOTO PC 850Z 型数码相机,相机焦距为 19.1 mm,相机高度为 980 mm,相机与苗间距离为 1 290 mm,光照强度为 22 000 lx。图像分辨率统一设置为 375PPI,图像格式统一为 JPEG 格式。经标定,图像上点间距离与实际距离的比为 $1^{\ominus}0.297\ 5$ 。

获取图像后测量苗的苗高和苗鲜重,同时记录

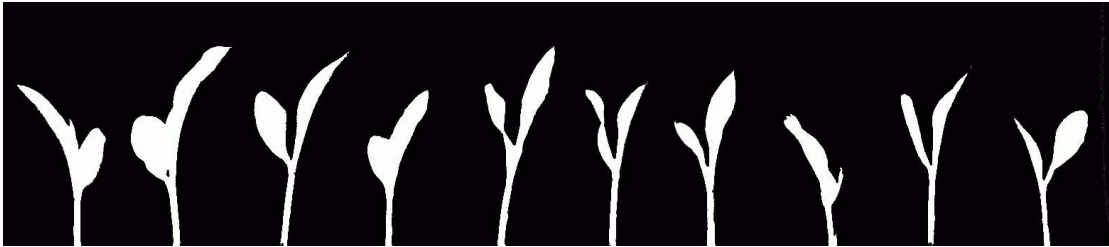


图 1 经转换后的黑白二值图像

图像处理时,记录用动作功能切割和转换图像所需的时间。

1.4 图像分析

根据作者自编的 MATLAB 程序对黑白二值图像进行特征提取,得到图像中每株苗的形态特征,包括每株苗的图像投影高和宽、图像投影面积、等效椭圆长轴和短轴长、焦距与长轴长的比值、方向角、等效圆直径、投影面积与外接矩形面积的比值等。

运用 EXCEL 进行数据分析,苗像特征与苗高、苗鲜重之间拟合简单回归方程,得到回归系数、回归截距、 r^2 等数据,选取相关系数大、在 1%水平上差异显著的回归方程作为苗像特征与苗高、苗鲜重间的

测量所需时间。

1.3 图像处理

利用 Photoshop 7.0 中矩形框工具将彩色图像中含苗的部分切割出来,再将切割后的彩色图像转换为背景为黑色、苗为白色的黑白二值图像,如图 1 所示。

图像切割和转换这两项操作对每张图像均相同,可以利用 Photoshop 7.0 中的动作功能录制切割和转换过程。本研究录制了两个动作,分别是切割彩色图像动作和将彩色图像转换成黑白二值图像动作。

模型方程。若某一苗像特征与苗高、苗鲜重间不呈直线相关,则作苗像特征与苗高、苗鲜重间的多元相关与回归分析,选取复相关系数大,在 1%水平上复相关和偏相关差异均显著的多元回归方程作为苗像特征与苗高、苗鲜重间的模型方程。

1.5 发芽率计算

可以很方便地从获取的图像特征中得到图像中苗的个数,从而计算出种子的发芽率,即发芽率=图像中苗的个数之和/(图像数目×每组播种粒数)。

2 结果与分析

2.1 苗像特征与苗高的关系

表 1 玉米苗像特征与苗高的直线相关系数

时 间	投影高	投影宽	等效椭圆长轴长	等效椭圆短轴长	投影面积	焦距/长轴	方向角	等效圆直径	面积比
全 部	0.993 6**	0.870 4**	0.964 9**	0.852 7**	0.935 3**	0.250 6**	0.162 4**	0.972 8**	0.794 0**

注:①** 为 1%水平上差异显著,* 为 5%水平上差异显著;②面积比表示苗像投影面积与外接矩形面积的比值。

由表 1 可知,玉米发芽期间,苗像投影高与苗高的直线相关系数最大,且在 1%水平上差异显著。

玉米发芽期间,苗像投影高与苗高在 1%水平上呈显著的正相关线性关系,即苗高随着苗像投影高的增加呈增加的趋势。由回归方程可知,苗像投影高每增加 1 mm,苗高平均增加 0.974 1 mm。

2.2 苗像特征与苗鲜重的关系

作苗的单个图像特征与苗鲜重的简单相关与回归分析,结果显示苗的单个图像特征与苗鲜重间不

存在简单线性相关。就发芽试验整个过程作苗的任意两个图像特征与苗鲜重的多元相关与回归分析,结果显示苗像投影高、宽与苗鲜重呈多元线性相关,且复相关系数 R 最大, $p_1<0.01$, $p_2<0.01$,在 1%水平上复相关和偏相关差异均显著,其多元线性回归方程为:

$y=-0.010\ 41+0.002\ 849X_1+0.001\ 553X_2$

$R=0.977\ 0^{**}$

方程中 y 是玉米苗的苗鲜重(g), X_1 是苗像投影

高(mm), X_2 是苗像投影宽(mm)。

这一方程说明,在玉米发芽期间,苗鲜重与苗像投影高、宽在 1%水平上有显著的多元线性相关;当苗像投影宽固定时,苗像投影高每增加 1 mm,苗鲜重平均增加 0.002 849 g;当苗像投影高固定时,苗像投影宽每增加 1 mm,苗鲜重平均增加 0.001 553 g。

2.3 常规发芽试验工作量与图像处理工作量比较

本研究中,用常规方法取样,一个人每天完成 40 株苗的苗高、苗鲜重测量工作需要 175 min,10 次取样累计需要 32.1 h;用数码相机获取 40 株苗的图像,仅需 5 min,10 次图像获取累计需要 55 min,最后经图像转换、编程得到苗像特征需要 5 min,整个数据采集和处理过程共需要 60 min。

结果表明:将数字图像处理技术运用于发芽试验,在数据采集和处理过程中比常规测量方法提高效率 31 倍。利用数字图像处理技术大大提高了工作效率,节约了劳动时间,同时减少了人工操作难以避免的差错与误差,大批量发芽试验的效果更明显。

3 结 论

玉米苗高(y , mm)与苗像投影高(X , mm)之间的关系: $y=0.974\ 1X-0.880\ 8$;苗鲜重(y , g)与苗像投影高(X_1 , mm)、宽(X_2 , mm)之间的关系: $y=-0.010\ 41+0.002\ 849X_1+0.001\ 553X_2$ 。采用本文的方法与模型可以直接用于玉米的发芽试验。对于其它植物,可先取少量种子进行发芽试验,再按本文方法建立模型即可。如果图像分辨率改变,或者镜头焦距改变,或者拍摄距离改变,这时只要重新计算图像上点间距离与实际距离的比例即可。

参考文献:

- [1] 王崇桃,李少昆.提高作物图像处理与分析效果的途径与方法研究[J].石河子大学学报(自然科学版),2002,6(1):1-7.
- [2] 李少昆,王崇桃.图像及机器视觉技术在作物科学中的应用进展[J].石河子大学学报(自然科学版),2002,6(1):79-86.
- [3] 王崇桃,李少昆.基于图像技术的玉米株型育种辅助系统[J].计算机与农业,2002,(2):14-16.