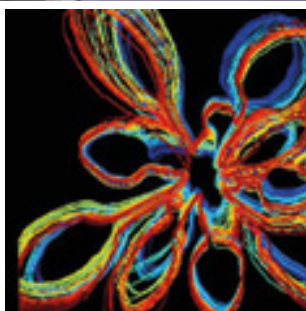
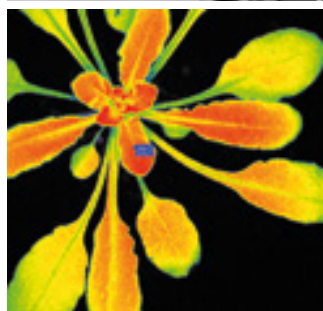
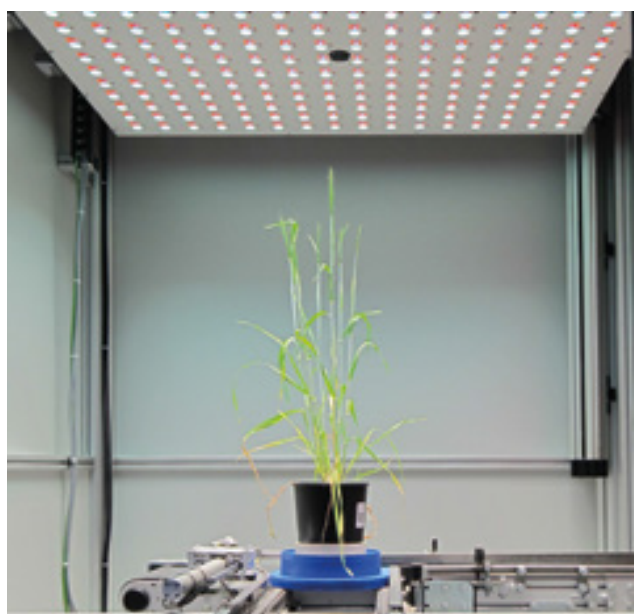




点将资讯  
DianJiang Group

2016 年  
第二季度刊

心系点滴，致力将来！



## PlantScreen 高通量植物表型成像分析系统

- 自动传送单元
- 灌溉施肥单元
- RGB 成像系统
- 叶绿素荧光成像系统
- 高光谱成像系统
- 近红外成像系统
- 热成像系统

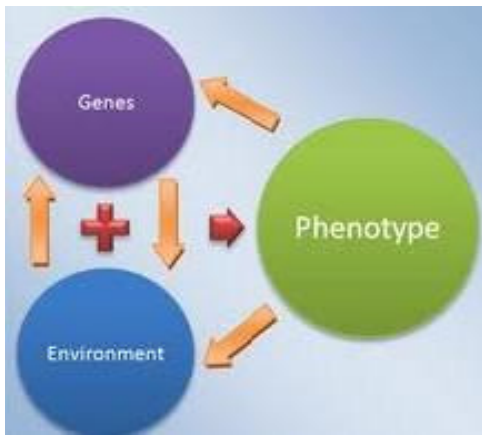
## 植物表型成像系统资讯

PlantScreen High Throughput Phenotyping Systems



生态科研：[www.Dianjiangtech.com](http://www.Dianjiangtech.com)  
现代农业：[www.Eco17.com.cn](http://www.Eco17.com.cn)

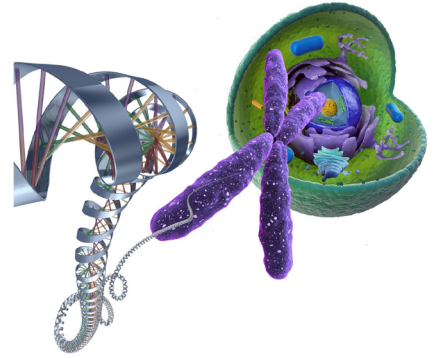
# 什么是表型？什么是植物表型组学？



表型，是指能将生物体分类成独立类群的一系列特征；表型又称性状，是基因型和环境共同作用的结果。

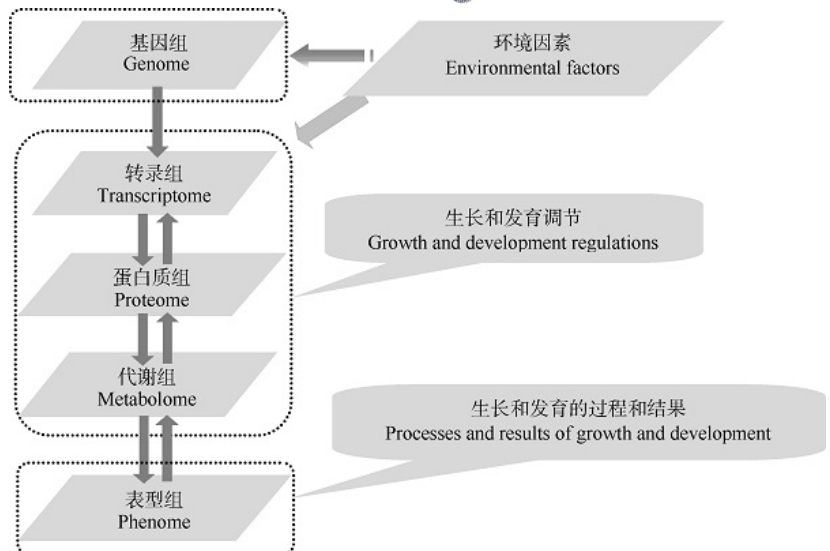
上世纪 90 年代初，基因组学 (genomics)、转录组学 (transcriptomics)、蛋白组学 (proteomics) 和代谢组学 (metabolomics) 等多种新型学科不断兴起和发展，随后表型组学 (phenome) 被提出。

表型组学是与基因组学对应，是研究基因组经过转录组、蛋白组、代谢组后表现出来的最终形态变化。



## 如何进行植物表型组学研究

经典的植物表型研究主要是对植物外表进行物理性的描述，基本未涉及到内部及生化的特征和性状的研究，满足不了研究所需。对于生物学者来说，植物表型不是全新的概念，研究者对植物各种性状的描述和测量就是最初的表型研究。但从现代科学研究来说，早期的研究方式是简单和粗放的，通过肉眼观察和测量植物物理性状，比如株高、叶片数量、分蘖数、叶面积、开花数、叶长等，而且，人工操作受到的限制因素很多，测量样品有限，不能跟踪整个生活史的全部变化。



现代植物表型组学研究需要在全基因组测序的基础上，对特定基因型的表型参数进行高通量测量。这些表型参数不仅是形态数据，还有很多深层机理数据；现代植物表型研究需要多种研究技术：

- 植物 RGB 成像分析——形态学表型数据
- 叶绿素荧光成像分析——植物光合系统表型数据
- 高光谱成像分析——色素组成、水分含量、氮素含量等表型数据
- 热成像分析——表面温度分布、气孔导度等表型数据
- 自动传送控制——定点传送培养植物，实现自动测量与连续培养
- 只能光照、浇灌、施肥与称量——提供植物生长所需条件，以及特殊环境条件的控制

以叶绿素荧光成像技术为核心，结合植物智能培养、自动化控制系统、植物 RGB 成像分析、高光谱分析、热成像分析、近红外分析、自动条形码管理、自动传送与浇灌系统等多项先进技术，PSI 开发出了 PlantScreen 植物表型成像分析系统。

## PlantScreen 高通量植物表型成像分析系统

在研究植物抵抗生物及非生物胁迫的形态特征时，需要快速、准确的方法高通量测量植物表型。这些方法必须含有植物形态学的测量，精准环境控制下的生理生化指标，预计及实际的生物产量。凭借 20 多年的产品设计研发经验而生产出的 PlantScreen 植物表型成像分析系统，自动多维度进行植物表型测量，满足各种实验所需。

PSI 目前已经开发出多种非侵入性测量技术用于各种环境下植物表型的测量。PlantScreen 高通量植物表型成像分析系统可以设置为单点、多点或矩阵托盘测量，灵活应用于不同物种，从拟南芥到大型农作物等均可以适用。



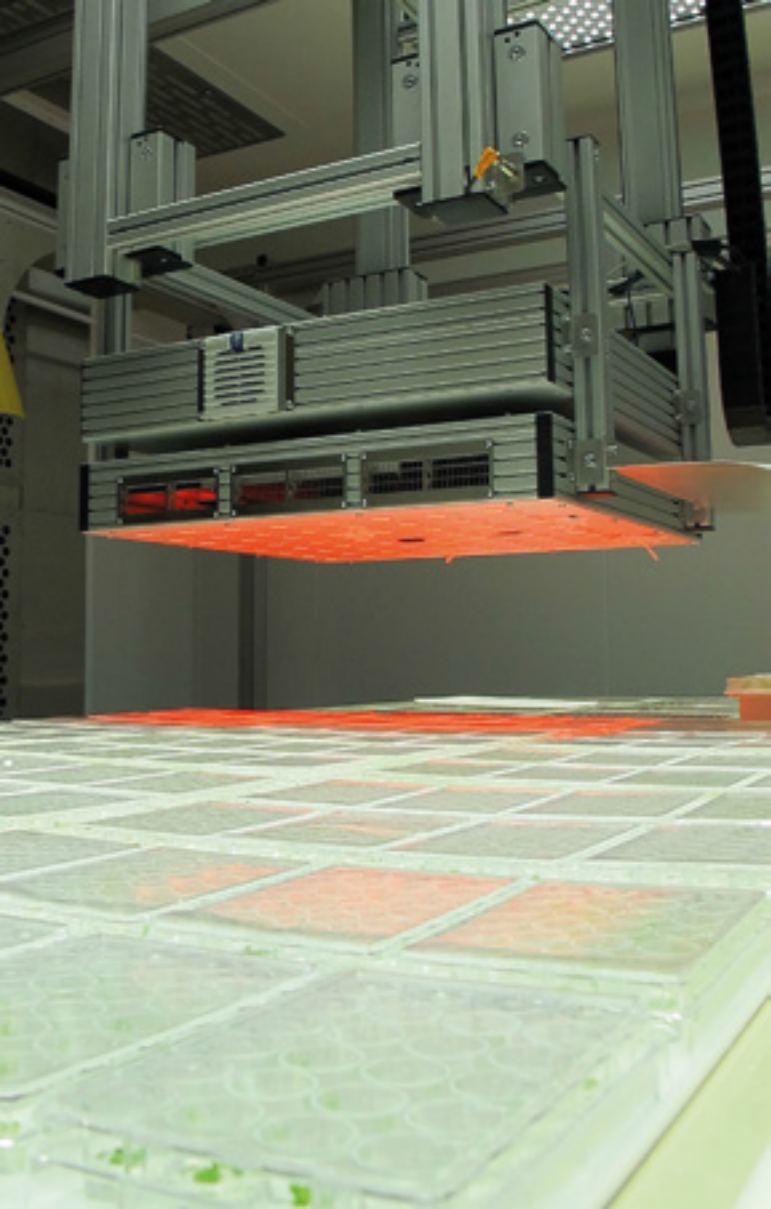
### 全面的表型测量：

- 生长和发育
- 植物株型
- 生理状态和适应性
- 产量及生物量
- 色素成分和含水量
- 对生物和非生物胁迫的耐受和抵抗
- 控制环境下的植物表型

### PlantScreen 高通量植物表型成像分析系统：

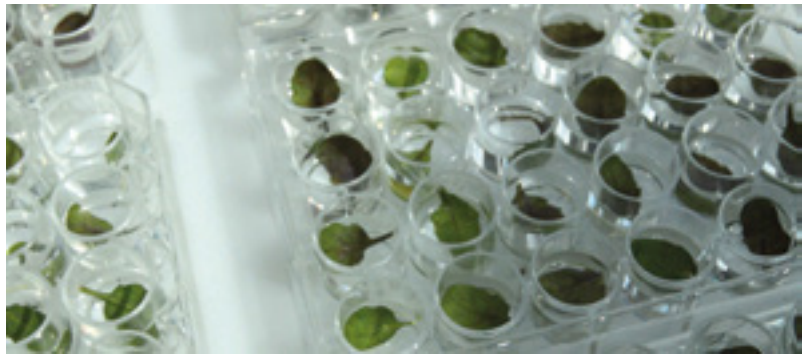
- 植物吸收、发射和反射的高精度、非侵入性的全面解决方案
- 封闭的成像室，相机固定在机械臂上，并配有特殊的照明系统
- 严格准确的实验运行程序，自动植物传送、浇水、光暗处理、称重、喷雾和施肥
- 植物生长过程中复杂形状的综合测量评价
- 大容量数据获取、处理和存储，可视化数据库管理
- 直观的用户使用界面
- 开放的数据库结构
- 控制环境及温室条件下的系列解决方案
- 在线实时监测环境条件控制





## PlantScreen 高通量植物表型成像分析系统（三维移动）

高精度、高通量、自动化植物表型研究平台。该系统由多种以植物动态生长和生理指标为基础的图像传感器组成，适用于原位或培养容器中小到中型尺寸的植物研究需要。XYZ 自动手臂根据用户自定义的运行和测量程序将传感器直接移动到要测量的植物上方进行成像分析。PlantScreen 三维表型成像系统可以安装在小型、大型温室或生长箱内。



### 可用传感器：

- RGB 成像系统
- 叶绿素荧光成像系统
- 高光谱成像系统
- 近红外成像系统
- 热成像系统

### 控制软件：

- 设置样品的三维坐标
- 随机分布测量
- 系统控制、数据获取、成像分析和数据库管理
- 特殊物种特殊分析
- 开放数据库结构
- 远程访问
- 自动 email 通知服务
- 在线环境监测：温度 / 湿度 / 光照

### 产品特点：

- 采用“传感器—植物”模式；
- 多重控制平台间相互协调；
- 根据用户实验需求量身定制；
- 测量参数多样，有热成像、RGB 成像、叶绿素荧光成像、高光谱成像、近红外成像等全方位测量参数；
- 适用于多种类型的研究对象，拟南芥、水稻、小麦、玉米等；
- 成像面积大，单幅成像达 35cm x35cm；
- 三轴机械臂，可在工作区域三维移动；
- 成像平台大，在 100cm-150cm 高度处自动调节；
- 用户可编辑测量程序（protocols），满足特殊实验需求；
- 独特的条形码识别，自动读取样品信息；根据独特的 ID 编号自动数据管理；



## PlantScreen 高通量植物表型传输系统

传送系统是一套综合的机械解决方案，高通量、精准的控制实现“植物——传感器”概念的运输方式。平台上集成了多种测量植物生长动态和生理指标的传感器，传送系统按照预设的运行程序，将植物传送到对应的传感器测量单元。传送系统可以与外部的运输系统、装载系统对接，实现植物在生长区至测量表型参数隔间内的运输。整套传送系统可以完美的整合到温室或者培养室内。



### PlantScreen 多重格传送系统

专为小到中型尺寸的植物的培养和表型成像而设计，研究对象可以是拟南芥、草莓、大豆、烟草、谷物类等最高可达 50cm 的植物。植物在托盘内运输，运输单位可以是单盆内的一株植物，也可以是多重格内多株植物。

### PlantScreen 单盆植株传送系统

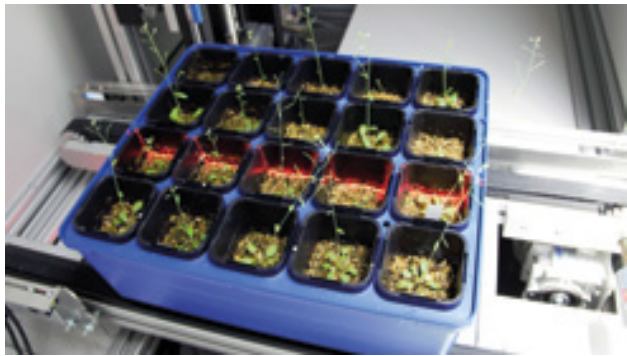
专为大型植物高精度表型研究而设计的集成解决方案，可以研究是如玉米、小麦等植物的整个生活周期。单个的培养盆放置在运输盘上，运输盘有不同的配置以适应各种尺寸的植物。该传送系统可以整合到温室或其他可控环境中。





## 可用的传感器

- RGB 彩色成像
- 动态叶绿素荧光成像
- 可见光 / 近红外光高光谱成像
- 热成像
- 3D 扫描和建模
- 近红外成像
- 环境适应室
- 称量单元
- 灌溉单元
- 施肥单元

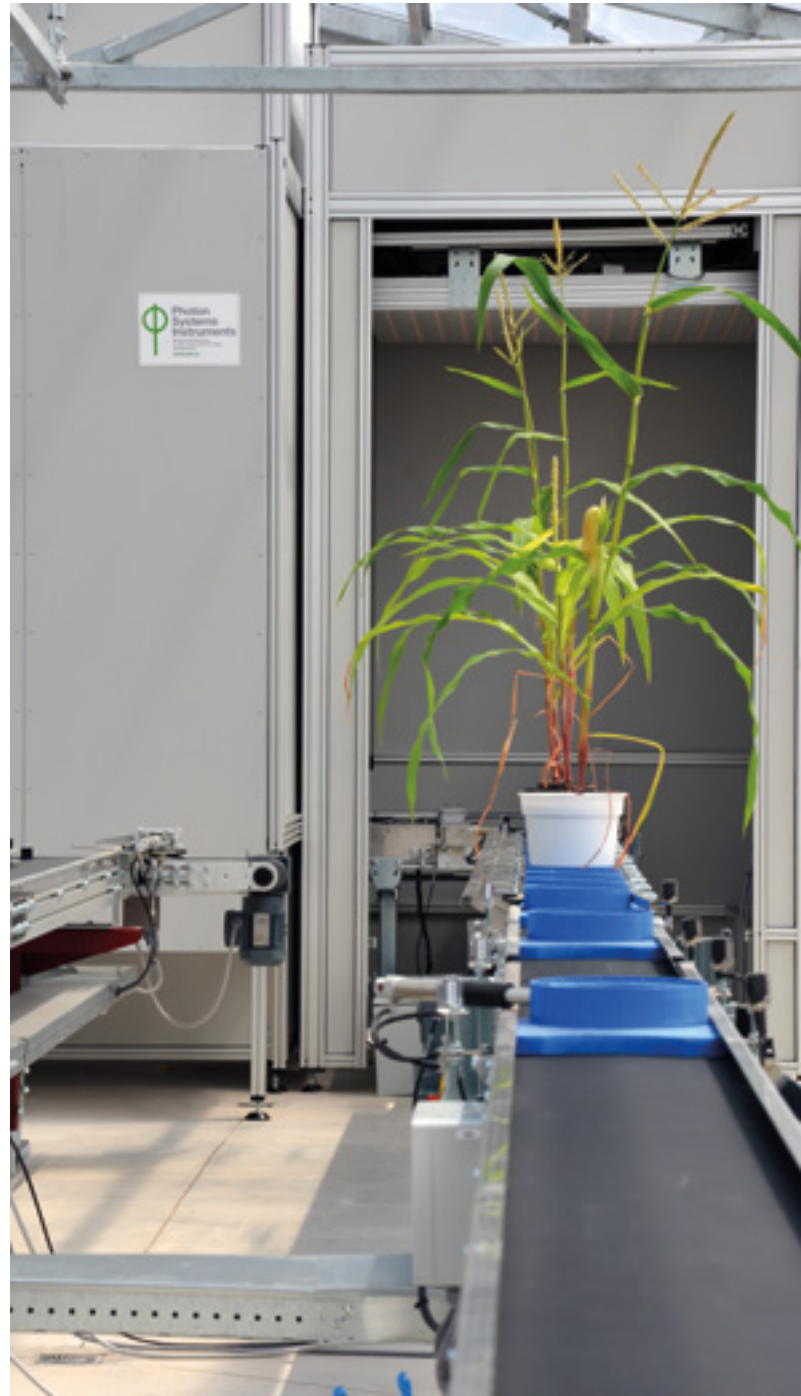


## 主要特点

- 植物 - 传感器概念设计
- 稳定的运输传送系统
- 植物表型测量多控平台
- 植物生理生态高精度数字化分析
- 直观用户操作界面
- 可进行光 / 暗适应
- 准确的称重和灌溉单元
- 适用于各种尺寸的植物表型研究
- 模块化订制解决方案
- 可配置各种环境传感器
- 独特条形码识别

## 软件控制

- 用于系统控制、数据获取、成像分析和数据库管理的综合软件包
- 随机分布测量模式
- 日历化时间调度
- 单独物种单独分析
- 开放数据库结构
- 远程访问
- 自动邮件通知服务
- 在线环境实时监控：温度 / 湿度 / 光照



## 生长环境的准确控制

高通量、可重复的表型研究需要一个稳定、可控的生长环境，保持准确的灌溉和施肥机制，并在表型测量之前进行有规律的光暗适应。

在表型测量之前，植物对环境条件的适应非常重要，因为植物叶片的温度和叶绿素荧光的测量与环境中的光辐射之间有直接的关系。



### 环境控制

- 表型系统可以装配在大容量生长室内，保证生长环境得到稳定控制
- 准确测量和控制温度、灌溉周期和相对湿度
- 可附加 LED 光源用于增加生长室或温室内光照条件



### 光照控制

- 光 / 暗适应室用于表型参数测量前的光条件适应
- 可编程多波段 LED 灯，用户可设定光 / 暗程序和光谱质量
- 无极光强控制，最大光强达  $1500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

### 灌溉和称量

- 可编程灌溉系统满足浇水和施肥需求
- 浇水体积准确控制至预设的重量



## 非损伤性记录方式

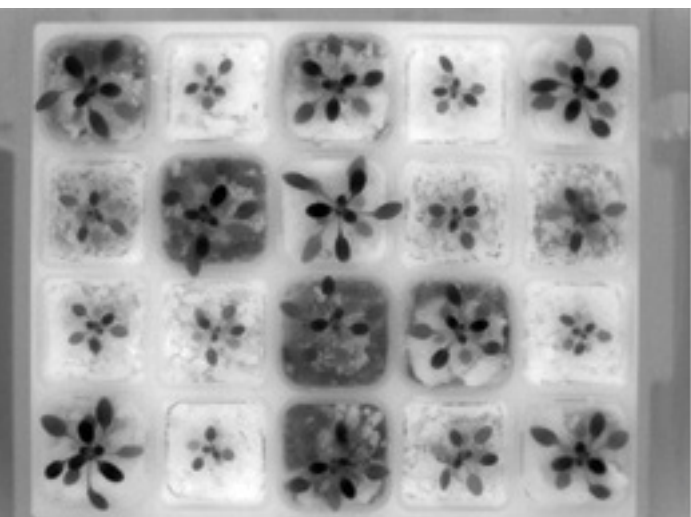
PlantScreen 植物表型成像系统开发配置了多个非侵入性植物成像技术，用于研究植物生长和生理研究。每个成像传感器都配有密闭的自动开关门的测量室，保证内部有最佳的成像条件。测量室内根据需求配有升降装置和旋转平台，可将测量对象抬高或进行 0-360° 旋转。



传感器	应用
热成像	叶片和冠层温度
RGB 和形态学成像	地上部分生物量，生长动态，外部形态、颜色指数等级等
3D 成像	地上部分结构，叶倾角分布，地上部分生物量
叶绿素荧光动态成像	光合状态，光合量子产量，非光化学淬灭，电子传递速率等
高光谱成像	色素组成，氮含量，叶片水分状态，生化物质元素组成等
近红外成像	叶片和冠层水分状态

### 热成像

热成像是判断植物叶片对热负荷和水分亏缺的重要方式。气孔开度是植物在极端环境下平衡干旱和自我冷却的重要手段。自我冷却机制帮助某些植物更好的渡过强辐射和低水分等特殊时期。



### 技术参数

- 电磁波的长波长红外光的测量
- 植物激发出的近红外辐射动态测量
- 植物表面的气孔导度及蒸腾的时空动态测量分析
- 植物表面温度自动精确测量计算
- 叶温反映叶片水分含量，用于气孔导度和突变体选择，可作为干旱环境中植物抗旱性的指标

### 主要特点

- 植物及叶片温度的非侵入性测量
- 高均匀度 LED 灯板用于热胁迫成像
- 俯视和测试观察成为可能
- 旋转盘实现多角度热成像图片获取
- 测量程序可编程
- 自动数据分析





## 3D 扫描

植物表型系统配置了 3D 激光扫描仪，用于植物外形结构的精确测量。通过从顶部和侧面扫描，然后组合成 3D 模型。基于网状模型，自动数据分析提供一系列的植物表型参数的计算。为了更好的理解植物生理，在 3D 扫描的同时，将叶绿素荧光测量整合到 3D 模型中。系统可以根据用户的需求进行特殊的单独设置。

### 主要特点

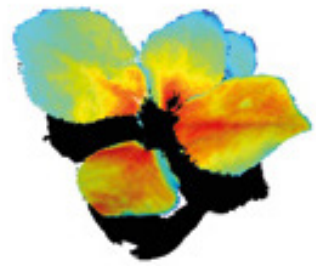
- 分辨率小于 1mm
- 3D 模型快速高效的测量
- 俯视 - 扫描距离高达 60 cm
- 侧视 - 用户自定义扫描距离
- 激光仪 - 660 nm
- 3D 云点原始数据
- 网状模式自动分析
- 叶绿素荧光成像到 3D 模型投射
- 其他模型图片到 3D 模型投射
- 自动分析

### 分析参数

- 植物构型评估
- 生物量评估
- 叶片数量
- 单个叶片面积
- 叶倾角测量

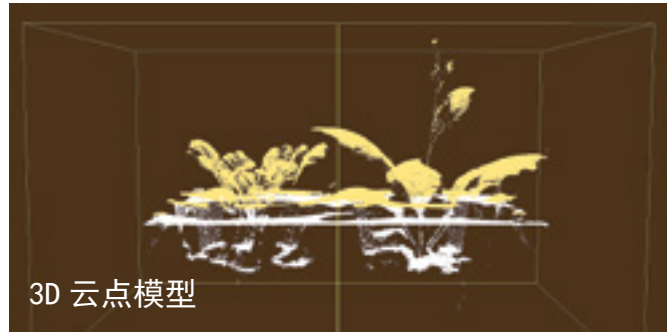


结合到 3D 模型中的叶绿素荧光成像



### 主要特点

植物旋转进行顶部和侧面扫描，用于创建 3D 模型。660nm 激光经植物反射后被照相机获取。所有的扫描图片组成在一起构成 3D 云点模型。



## 叶绿素荧光成像

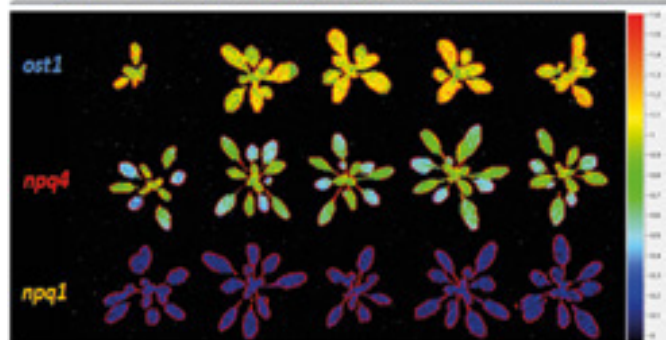
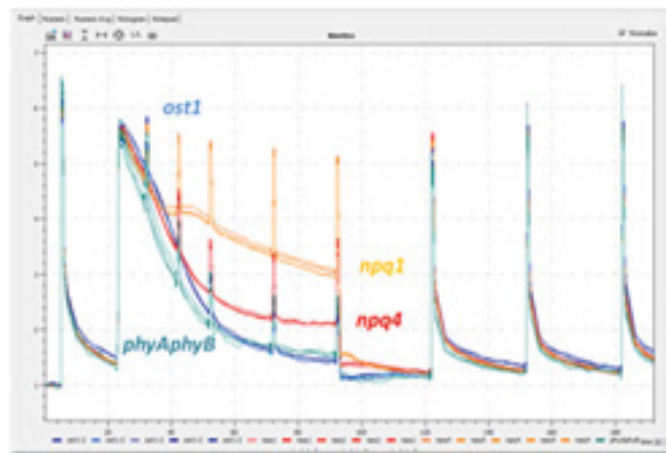
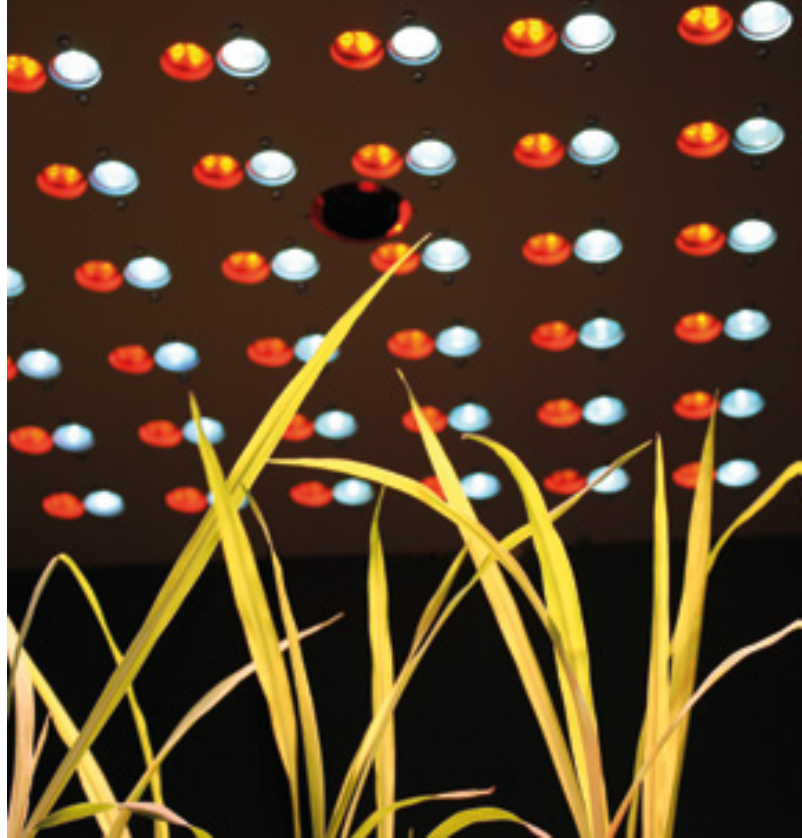
叶绿素荧光是一种快速、非损伤性测量植物光系统 II (PSII) 生理指标的技术。植物 PSII 对生物和非生物因素非常敏感，因此被用于植物不同生长发育阶段或不同环境条件下反映植物生理生态状态的指标。叶绿素荧光采用调制脉冲技术，提供很多关于植物光合能力、新陈代谢以及对各种胁迫敏感性的各种信息。



玉米幼苗最大量子产量 (FV/FM) 的伪彩图像

### 主要特点

- 高分辨率 CCD 相机
- 多彩色 LED 灯板
- 短时间脉冲闪光测量最小荧光  $F_o$
- 两种光化光用于光适应和淬灭分析，最大光强达  $2000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- 饱和脉冲光用于最大荧光  $F_m$  测量，最大光强达  $6000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- 用户可自定义测量程序
- 自动数据分析和参数计算
- 测量和计算的参数达 50 多种



光暗适应状态下植物荧光淬灭曲线测量。

### 分析的参数

- 测量的参数  
 $F_o$ ,  $F_m$ ,  $F_v$ ,  $F_o'$ ,  $F_m'$ ,  $F_v'$ ,  $F_t$
- 计算的参数  
 $F_v/F_m$ ,  $F_v'/F_m'$ ,  $\Phi_{PSII}$ , NPQ,  $q_N$ ,  $q_P$ , Rfd, ETR

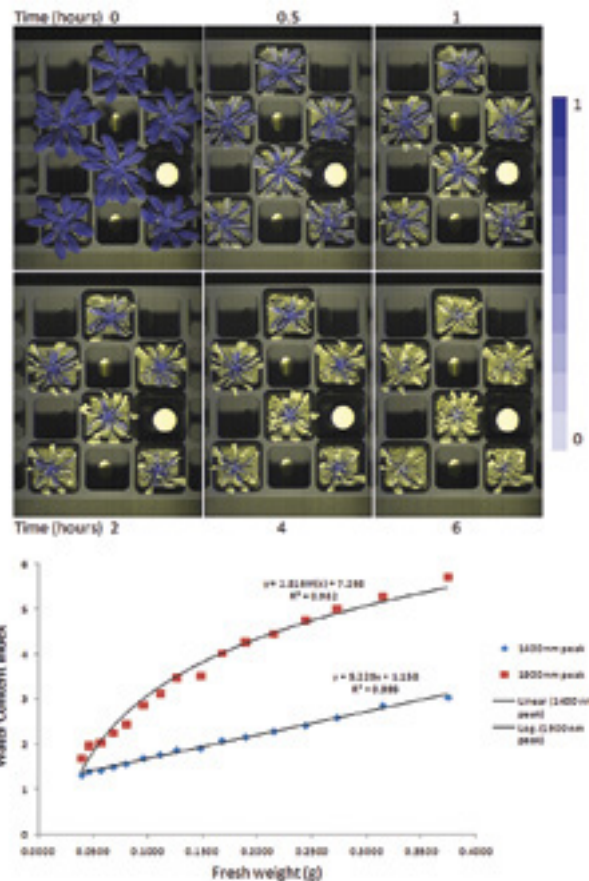
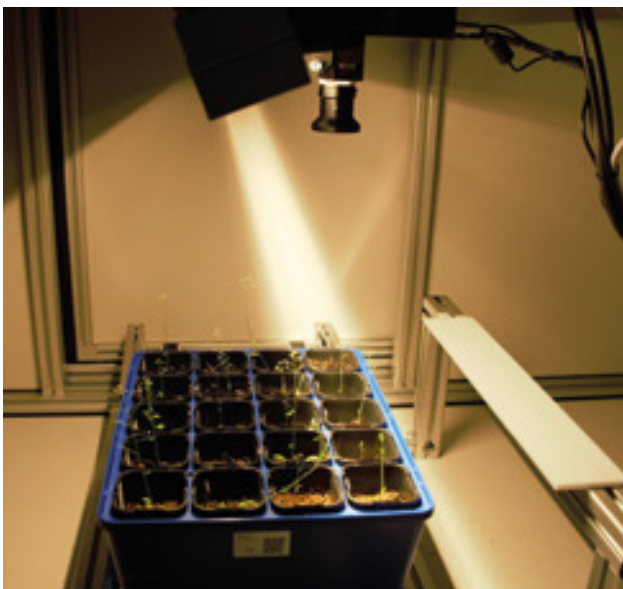
## 高光谱成像

高光谱成像多年来一直被用于植物生长的研究。这个技术在植物表型成像系统中得到很好的应用，可以测量400–2500nm范围内的光谱。系统采用高光谱相机和图像分析软件，将植物反射指数可视化。这些反射指数与植物的生理条件、植物的状态、叶片叶绿素含量、色素组成及水分状态等都有一定关系。

PlantScreen 植物表型系统中的高光谱成像单元可以获得相机光谱范围内的全部光谱数据，并对每个像素点成像，或者根据用户的研究需要选择特定的波长范围内的光谱反射，比如，可以选择特定的光谱范围研究叶片氮含量水平、用于高光保护的花青素产量等。

### 分析的参数

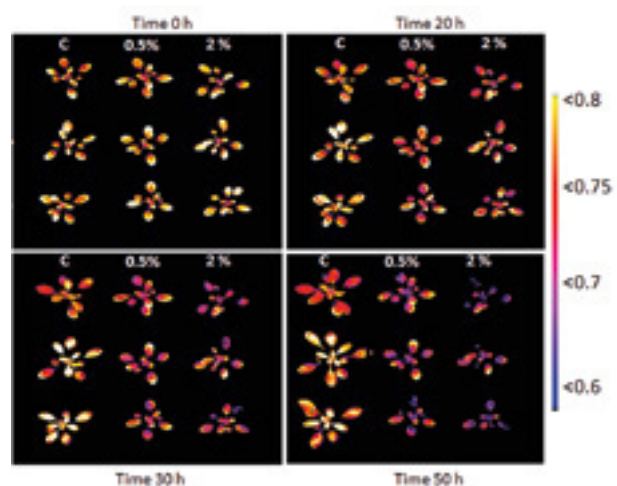
- 归一化植被指数 NDVI
- 光化学反射指数 PRI
- 调整后土壤植被指数 OSAVI
- 改进的叶绿素吸收反射指数 MCARI1
- 叶片水含量
- 叶片氮元素含量状态



植物水分含量指数，高光谱相机在1400nm处拍摄的伪彩色图形。经不同程度干旱胁迫后拟南芥水分含量状态。

### 主要特点

- 光谱范围广，400–2500nm，可见光、近红外光、近红外区域短波光
- 特殊的照明光源
- 俯视和侧视观察视角
- 线性扫描操作
- 可编程测量程序
- 设定参数自动分析



## 部分用户单位列表

- 美国杜邦先锋国际良种公司
- 美国孟山都公司
- 澳大利亚国立大学
- 英国威尔士生物研究所
- 斯洛伐克农业生物技术中心
- 帕拉茨基大学
- 国际水稻研究所
- 韩国大邱庆北科学技术院
- 中科院遗传研究所（杨凌）
- 比利时巴斯夫公司
- 美国合成基因公司
- 以色列特拉维夫大学
- 中科院植物所（北京）



## 部分参考文献

1. Monya Baker, THE 'OMES PUZZLE, Nature, 2013, 494: 416-419
2. A Aharoni, O Vorst, 2002, DNA microarrays for functional plant genomics, Plant Mol. Biol., 48(1-2): 99-118
3. Tim Brown, et.al, TraitCapture: genomic and environment modelling of plant phenomic data, Current Opinion in Plant Biology, 2014, 18: 73-79
4. Jan Humplík, et.al, High-throughput plant phenotyping facility in Palacky University in Olomouc, International Symposium on Auxins and Cytokinins in Plant Development, 2014
5. Jan Humplík, et.al, Automated phenotyping of plant shoots using imaging methods for analysis of plant stress responses – a review, Plant Methods, 2015, 11: 29
6. 玉光惠, 方宣钧, 表型组学的概念及植物表型组学的发展, 分子植物育种, 2009, 7 (4) : 639-645
7. Jan Humplík, et.al, Automated integrative high-throughput phenotyping of plant shoots: a case study of the cold-tolerance of pea (*Pisum sativum* L.), Plant Methods, 2015, 11: 20

# 心系点滴，致力将来！



## 点将集团销售及技术服务网络



### 香港服务中心

地址：香港新界沙田安心街 19 号汇贸中心 15 楼 1510 室

电话：852-36901588 email:Hongkong@Dianjiangtech.com

### 上海服务中心

地址：上海市松江区车墩泖亭路 188 弄财富兴园 42 号楼

电话：021-37620451/37620452/37620453/37620454

传真：021-37620450 email:Shanghai@Dianjiangtech.com

### 北京服务中心

地址：北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 C 座 4 单元 11F

电话：010-58733447/58733448

传真：010-58731059 email:Beijing@Dianjiangtech.com

### 昆明服务中心

地址：昆明市高新区海源中路 1666 号汇金大厦 B 座 1815 室

电话：0871-68215582/15308891524/13099969882

传真：0871-68215582 email:Kunming@Dianjiangtech.com

### 合肥服务中心

地址：合肥市瑶海区铜陵路桥中天左岸写字楼 B 座 1306 室

电话：0551-63656691/63656250/63656260

传真：0551-63656697 email:Hefei@Dianjiangtech.com



官方微信



官方微博