

inspeXio SMX-225CT FPD HR 检测植物 叶片内部结构

SMX-009

摘要： 本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统检查圆叶椒草盆景叶片内部结构。先扫描整个圆叶椒草叶片，再通过岛津独有技术——对感兴趣区域进行放大扫描，观察植物叶片用专用 3D 软件呈现叶片立体图像和观察内部结构。通过专用软件计算叶片灰度值和孔隙率。

关键词： 微焦点 X 射线 CT 系统 叶片 甜菜 黄瓜叶片 叶片孔隙率

叶的基本结构是叶片、叶柄和托叶。叶片又包括表皮、叶肉和叶脉。叶肉一般分为栅栏组织和海绵组织。

被子植物叶片特点：表皮分为上表皮和下表皮，一般由一层细胞组成。在表皮上分布有气孔，气孔一般由两个肾形的保卫细胞组成。叶肉是叶片最发达、最重要的组织，由含有许多叶绿体的薄壁细胞组成，在有背腹之分的两面叶中、叶肉组织分为栅栏组织和海绵组织。叶脉由维管束和机械组织组成。

其中单子叶的禾本科植物叶的结构与一般 被子植物基本相同。但表面有长方形和方形两种细胞，气孔的保卫细胞为哑铃形，在保卫细胞外侧还有副卫细胞。

在叶肉方面，没有明显栅栏组织和海绵组织之分，为等面叶。

利用显微 CT 无损扫描可以清晰观察植物叶片的结构，农作物研究者根据植物生长的不同阶段获取叶片的不同状。例如甜菜转研究者可以根据显微 CT 扫描叶片获取灰度值比较不同条件下甜菜的糖分，黄瓜研究者可根据显微 CT 追踪霜霉病菌侵染黄瓜叶片的过程等。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR 的微焦点 X 射线 CT 系统检测植物叶片，用专用 3D 软件呈现叶片立体图像和观察内部结构。通过软件计算叶片灰度值和孔隙率。

■ 实验部分

1.1 仪器

inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统



1.2 分析条件

X 射线 CT 检查分析条件 1:

测试电压：100KV

测试电流：100μA

图像尺寸：1024pixels*1024pixels

扫描时间：10min

SDD：1200mm

SRD：185.471mm

Number of Views：2400

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.062mm/voxel

Exposure(ms)：250.000

Acquisition Mode：Fine

X 射线 CT 检查分析条件 2:

测试电压：100KV

测试电流：100μA

图像尺寸：1024pixels*1024pixels

扫描时间：10min

SDD：1200mm

SRD：51.491mm

Number of Views：2400

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.017mm/voxel

Exposure(ms)：250.000

Acquisition Mode：Fine

■ 结果与讨论

2.1 样品外观图

本次检测的是一种市面上购买的圆叶椒草盆景中的叶片，如图 1。外观尺寸：L60mm X W40mm。本次测试分两次：第一次测试是对圆叶椒草盆景叶片整体扫描；第二次测试是放大检测叶片中的一部分。



图 1 圆叶椒草叶片外观图



图 2 圆叶椒草叶片立体图

2.2 圆叶椒草叶片 CT 观察

通过 Shimadzu 微焦点 X-ray CT 系统 inspeXio SMX-225CT FPD HR CT 扫描获得 CT 数据，使用 3D 处理软件 VGSTUDIO MAX (Volume Graphics GmbH) 显示 CT 图像的立体渲染图 (VR) (图 2)。调整灰度对比看到叶片内部的叶脉分布 (图 3)。

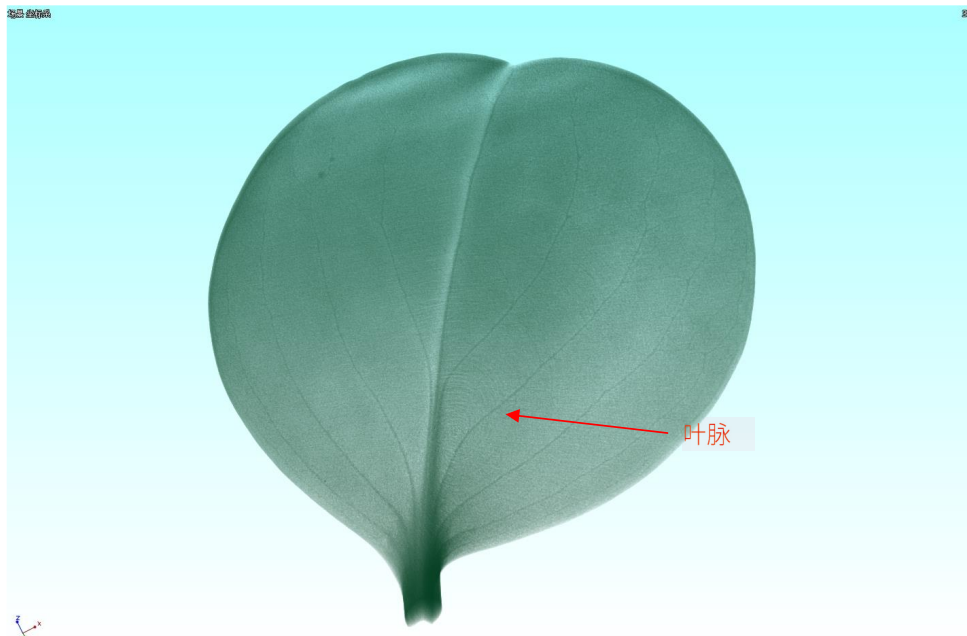


图 3 圆叶椒草叶片立体图 (显示叶脉)

通过放大扫描后，清晰得出圆叶椒草叶片的内部结构。在图 4 CT 图像中，叶片的表面有气孔，显示为黑色，叶肉和叶脉显示灰色。通过灰度显示，清晰呈现叶片结构。

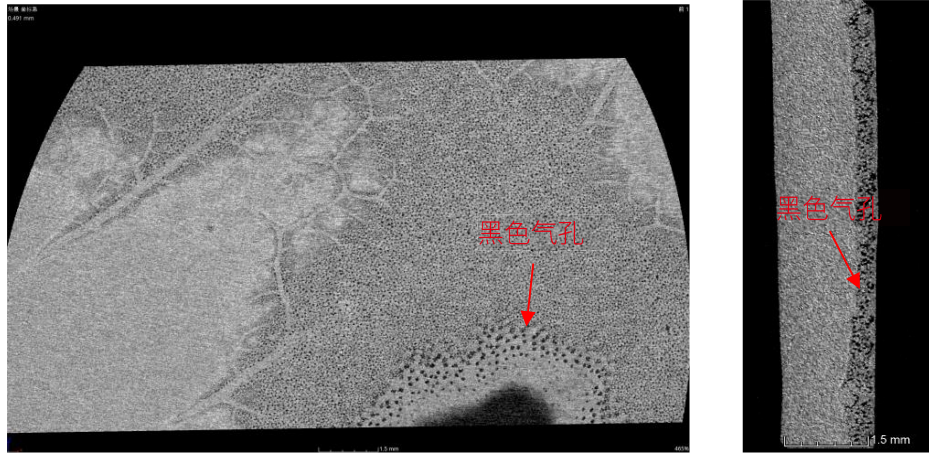


图 4 圆叶椒草叶片结构图

2.3 圆叶椒草叶片分析

灰度值分析

通过专用分析软件对圆叶椒草叶片进行灰度值分析，密度越大，灰度值就越大。通过灰度值分析可对叶片的水分进行定量分析。通过不同条件培育出的农作物，可以用灰度值分析比较不同条件下叶片中成分的变化，比如甜菜叶片中的糖分含量。图 5(1)(2) 通过不同颜色区分叶片中灰度值，可区分叶片中不同部分的密度。图 5(3) 横截面中显示了中间是红色，上下表面为绿色，通过色柱图比较，红色数据比绿色数据大。因此叶片中间部分密度最大。图 5(4) 统计了叶片的灰度值，其中最小灰度值是 34946，最大灰度值是 37973，平均灰度值是 35381.176，灰度值标准差是 76.267。

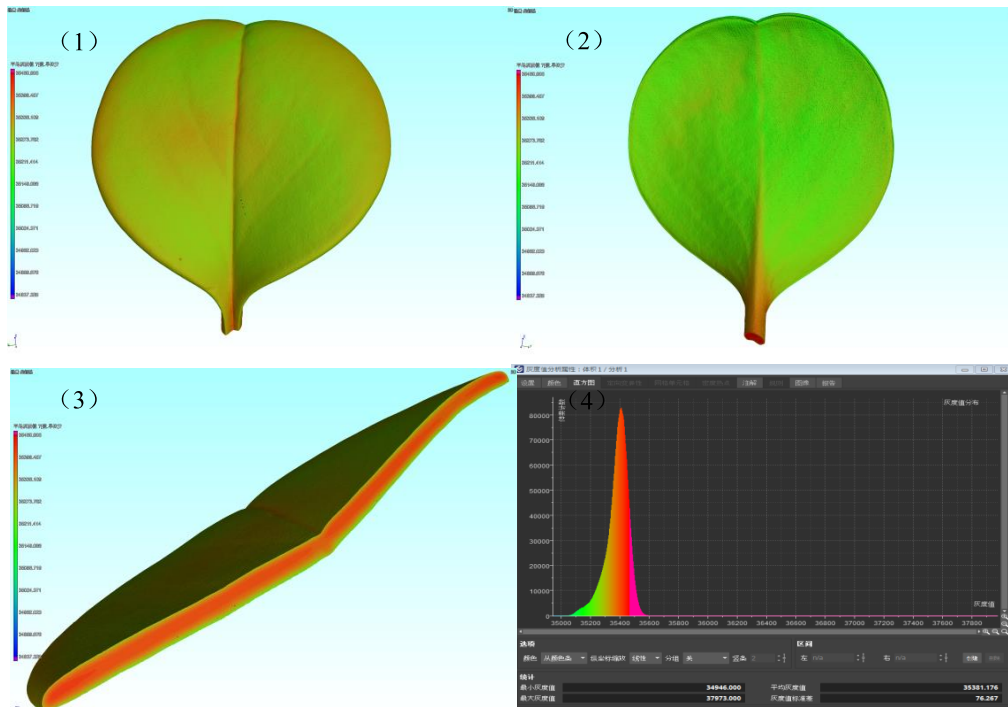


图 5 圆叶椒草叶片灰度值分析

孔隙率分析

使用专用软件对叶片中的气孔进行分析统计，可测量出气孔的体积及百分比率，并标注出最大的五个气孔体积，通过此方法可追踪霜霉病菌侵染黄瓜叶片的过程。图 7 测出气孔的百分比为 3.09%，最大的五个缺陷体积分别是 0.0221mm^3 、 0.0206mm^3 、 0.0152mm^3 、 0.0195mm^3 、 0.0139mm^3 。

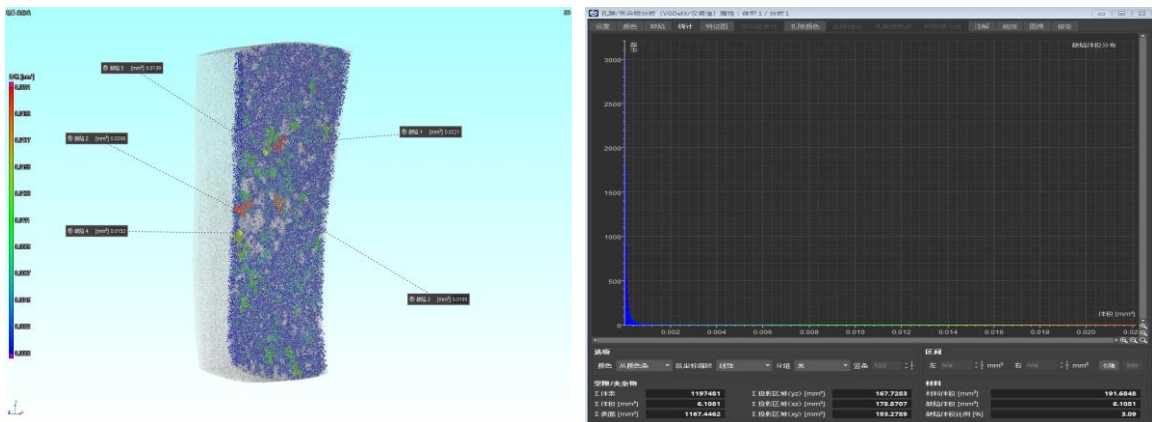


图 6 圆叶椒草叶片孔隙率分析

■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统检测圆叶椒草叶片，利用岛津独有技术——对感兴趣区域进行放大扫描，观察叶片内部结构，可看到叶肉、叶脉和叶表皮的气孔。通过专用软件对叶片进行灰度值和孔隙率分析，定量统计灰度值和孔隙率。并用颜色标准不同密度的叶片结构。农作物研究者通过此方法研究观察不同阶段及不同方法培育的农作物，为研究者提供详实有力的数据。

岛津应用云

