

SMX-225CT FPD HR 检测植物根系分布

SMX-008

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。先扫描整个圆叶椒草盆景，再通过岛津独有技术——对感兴趣区域进行放大扫描，观察植物根系。根据灰度对圆叶椒草根系进行提取，把根系和土壤分开，呈现根系的立体 3D 图像。可清楚观察根系的分布状态，并对不同粗细根系进行尺寸测量。

关键词：微焦点 X 射线 CT 系统 植物根系 农作物转基因 植物胁迫研究

决定植物生命力的因素是植物根系的分支结构，根系的生长形态与植物的土壤环境和植物的基因息息相关，根系的 3D 形态学分析是评估不同植物竞争优势的重要工具。由于植物的根生长在各种不透明的媒介中，这限制了观察植物根系在土壤中的生长情况。传统的洗根扫描法能够清晰的展现根系，但是破坏了其原有的状态，微根窗法能够解决原位测量的问题，却无法展示探索土壤内部的根系分布。

利用显微 CT 无损扫描可以原位观察土壤中不同植物的根系变化，根据灰度提取根系，显示根系 3D 结构，获取根系的形态学以及剖面等内部形状，是根系原位研究的重要工具。显微 CT 无损检测综合了传统洗根法和微根窗法的所有优点，可完全替代这两种分析方法。对于农作物转基因研究、植物不同环境下的胁迫研究，具有重大意义。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR 的微焦点 X 射线 CT 系统检测植物的根系，用专用 3D 软件呈现根系立体图像和根系的分布状态。

■ 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: 160KV

测试电流: 70 μ A

图像尺寸: 1024pixels*1024pixels

扫描时间: 5min

SDD: 800mm

SRD: 500mm

Number of Views: 1200

Number of Averages: 1

Voxel Spacing: 0.246mm/voxel

Exposure(ms): 250.000

Acquisition Mode: Fine

X 射线 CT 检查分析条件 2:

测试电压: 160KV

测试电流: 70 μ A

图像尺寸: 1024pixels*1024pixels

扫描时间: 10min

SDD: 800mm

SRD: 138.766mm

Number of Views: 2400

Number of Averages: 1

Voxel Spacing: 0.068mm/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，如图 1。外观尺寸： $\phi 260\text{mm} \times \text{H}180\text{mm}$ 。本次测试分两次：第一次测试是对圆叶椒草盆景整体扫描；第二次测试是检测盆景中的根系部分。



图 1 圆叶椒草盆景外观图

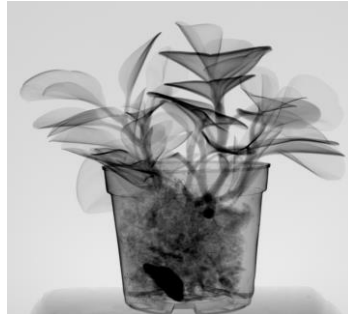


图 2 圆叶椒草盆景透视图



图 3 圆叶椒草盆景立体图

2.2 圆叶椒草盆景 CT 观察

由于 Shimadzu 微焦点 X-ray CT 系统 inspeXio SMX-225CT FPD HR 使用了 16 英寸平板检测器，整个圆叶椒草盆景可以放入设备中检测，通过 X 射线透视得出整个圆叶椒草盆景透视图（图 2），可清晰观察二维结构。通过 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 3）。

通过岛津独有技术—对感兴趣区域放大 CT 扫描（点击软件上 X、Y、Z 及 SOD 按钮，设备各轴相应运动，准确对准需要测试的位置，如虚线区域），更清楚关注区域细节。因此通过刚扫描的整体圆叶椒草盆景，对根系部分单独放大扫描，观察根系部分的结构（图 4）。

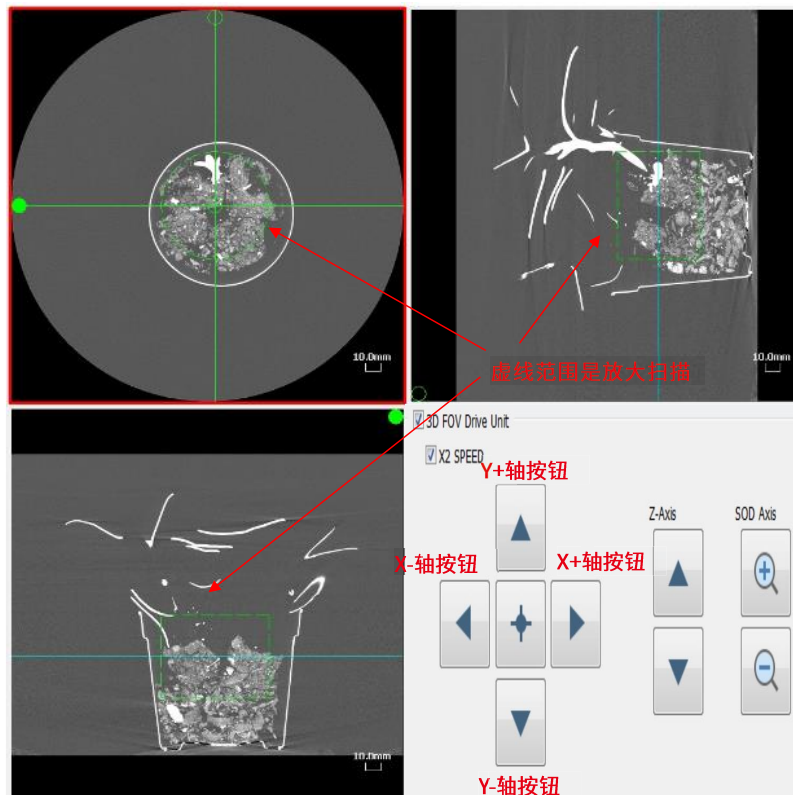


图 4 感兴趣区域放大 CT 扫描

通过放大扫描后，清晰得出圆叶椒草盆景的根系图像。

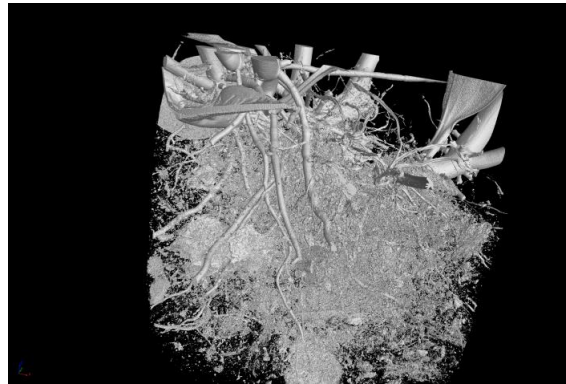


图5 根系部位立体图

2.3 圆叶椒草根系分析

通过 VG 软件根据灰度对圆叶椒草根系进行提取，把根系和土壤分开，呈现根系的立体 3D 图像。通过 3D 图像可清楚观察根系的形貌特征，并统计出根系数。图 6 显示了根系部分不同角度的形貌，清晰的显示了根系的分布状态。

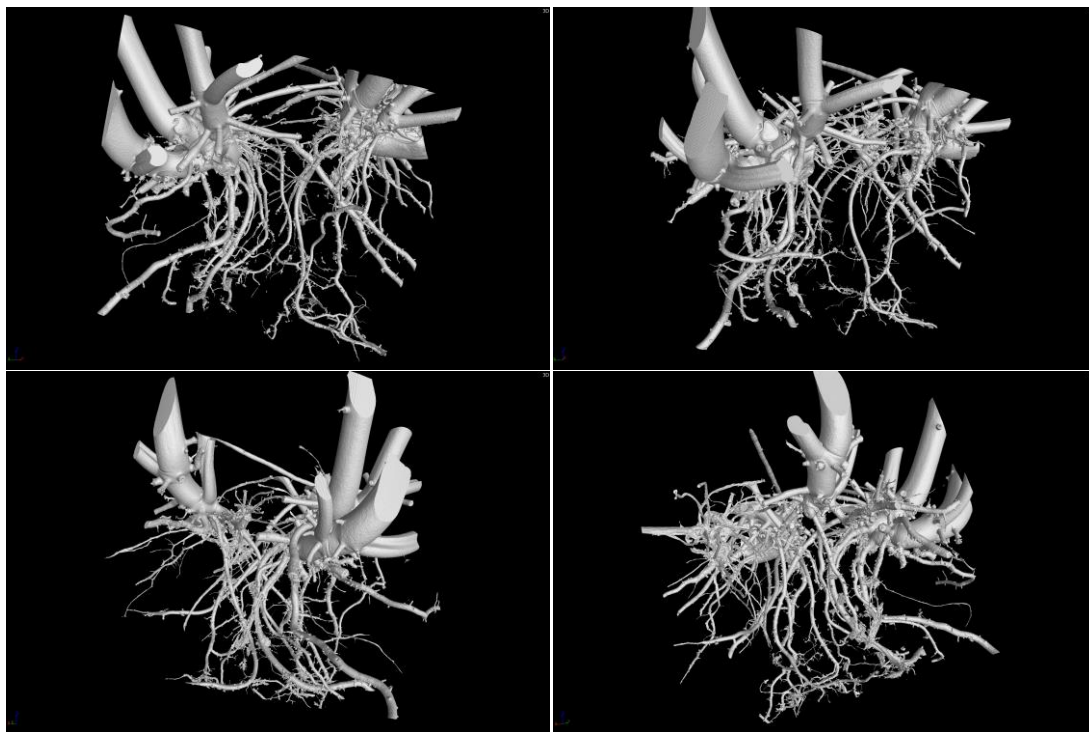


图6 根系立体图（不同角度的状态分布）

使用专用软件对不同粗细根系进行测量，可测量出尺寸大小。图 7 分别测量了三种尺寸的根系，大小分别是 1.399mm、0.943mm、0.818mm。

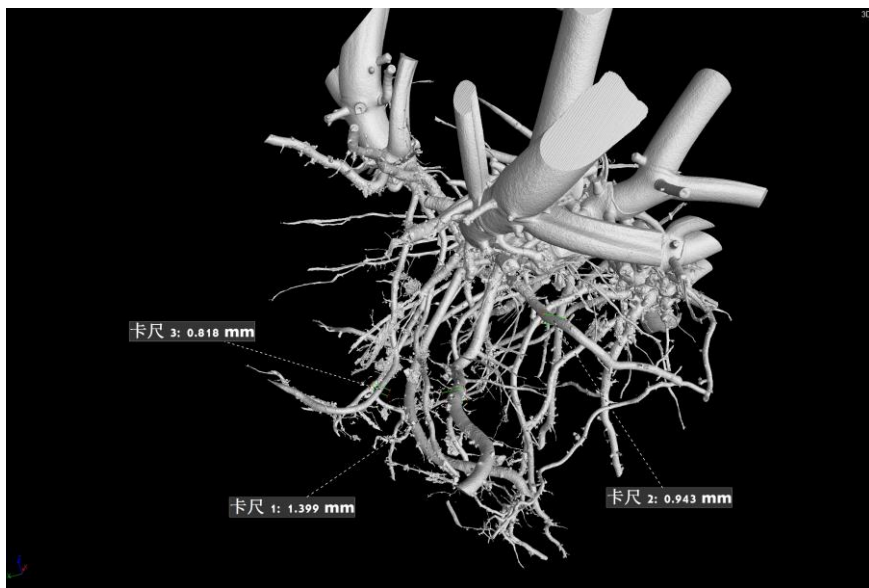


图7 根系立体图（尺寸测量）

■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统检测圆叶椒草盆景，利用岛津独有技术——对感兴趣区域进行放大扫描，观察植物根系。通过 VG 软件根据灰度对圆叶椒草根系进行提取，把根系和土壤分开，呈现根系的立体 3D 图像。可清楚观察根系的分布状态，并对不同粗细根系进行尺寸测量。利用 CT 扫描观察植物根系，可克服传统的洗根法和微根窗法的缺点，为农作物研究者提供详细真实的数据。

岛津应用云

