

植物根系研究技术的发展及应用

陈彦昌

Yanchang.chen@zealquest.com

上海泽泉科技股份有限公司

Zealquest Scientific Technology Co., Ltd.

上海乾菲诺农业科技有限公司

Zealquest AgriPheno Co., Ltd.

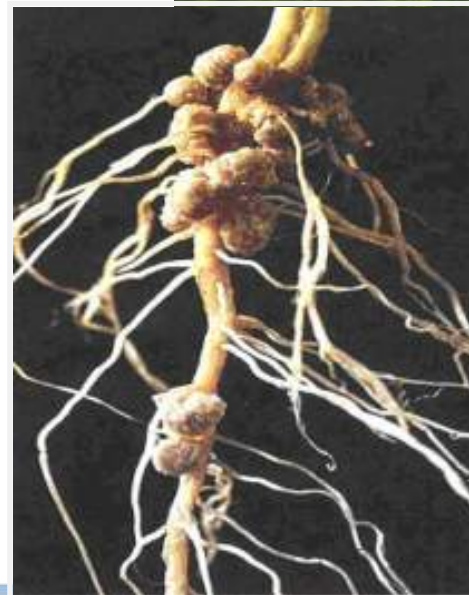
我们从上海 北京 成都 武汉为您提供产品与系统解决方案的全方面服务

- 为什么要研究植物根系
- 研究根系的传统的方法
- 根系研究的技术发展
- 微根窗技术及应用
- X-光根系技术及应用
- 未来根系的技术发展探讨



为什么要研究植物根系

- 根系是植物、土壤和微生物及其环境相互作用的中心，在生态系统的生物地球化学循环中发挥重要作用
- 吸收水份
- 吸收矿物质、氮等
- 支撑植物主干作用



研究根系的传统方法

挖掘法：直接测定，因而可信度较高。但挖掘采样费时费力，对实验地和样品造成严重破坏，不适宜时间上的动态观测。



研究根系的传统方法

土钻法:田间取样速度快,可分层分析根系分布,不足在于对土壤有伤害,根系密度小的会因土样直径小,造成误差。也不适于根系形态学方面的研究。



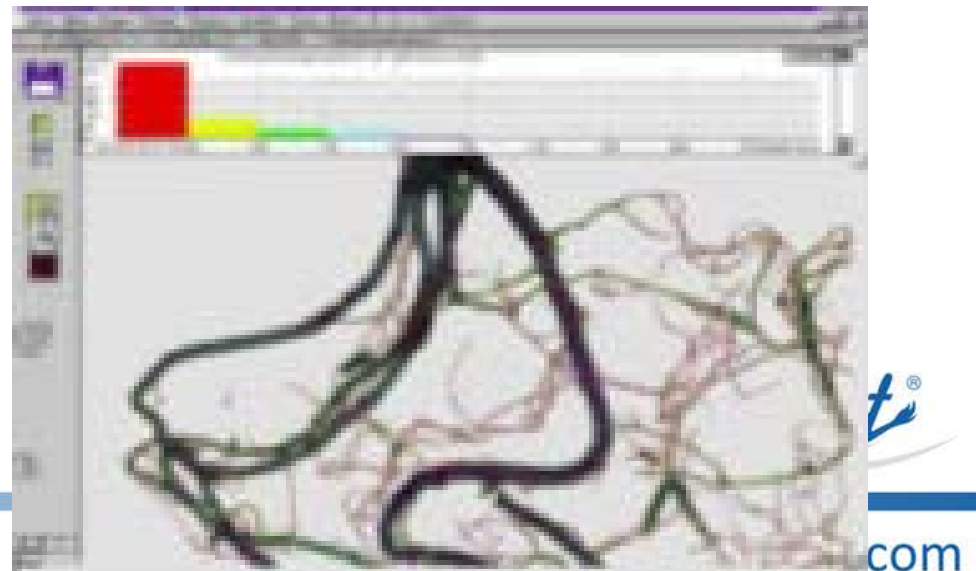
研究根系的传统方法

容器法：为非自然条件，体积往往会限制根的生长，且缺少田间根的竞争用剪刀剪破容器，将根系取出费时费力。



研究根系的传统方法

- 土柱法：费时费力，模拟土壤环境，非原位，不能动态观测。
- 剖面法：原位观察，有破坏，费时费力，不能动态观察。
- 根窖法：耗时、工程量大
- 洗根法：需要挖出根系，需要通过扫描&软件分析



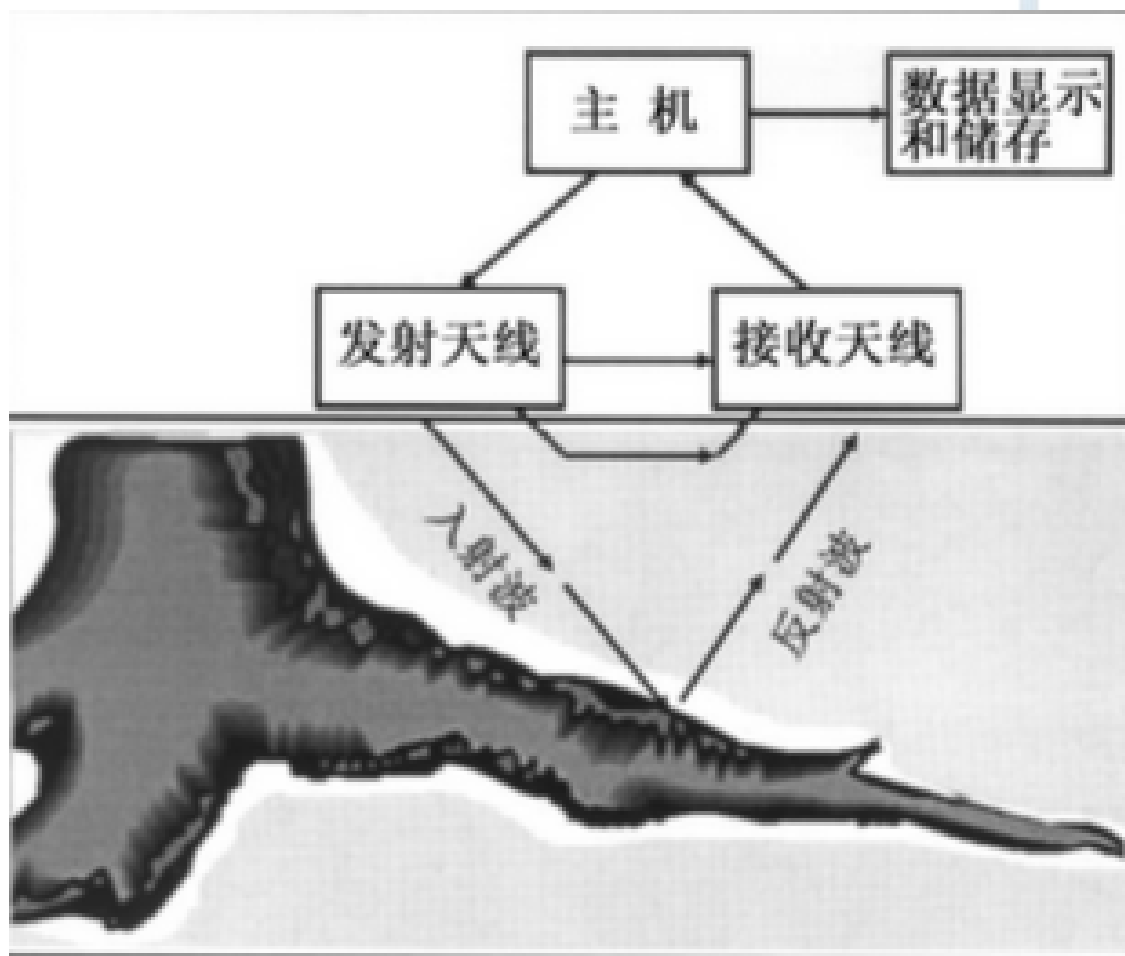
根系研究的技术发展

随着光学和微电子技术的发展,根系观测研究进入一个崭新阶段。由于 CCD 技术的不断成熟,并配合计算机及控制技术,使得直接进行根系观测成为可能;随着CIS传感器的出现,接触扫描方式提供了对根系扫描的可能。如玻璃壁管和微根管技术出现,将CIS传感器结合到柱形扫描器上,可以很好的观测到微根管外的根系生长;随着X光被应用在根系的研究领域,观测整体的根系成为可能。同时,在根系的研究也引进雷达、CT、MRI/PET技术的应用

传统的→微根窗技术→X光根系→地质雷达→ CT扫描技术→ MRI/PET



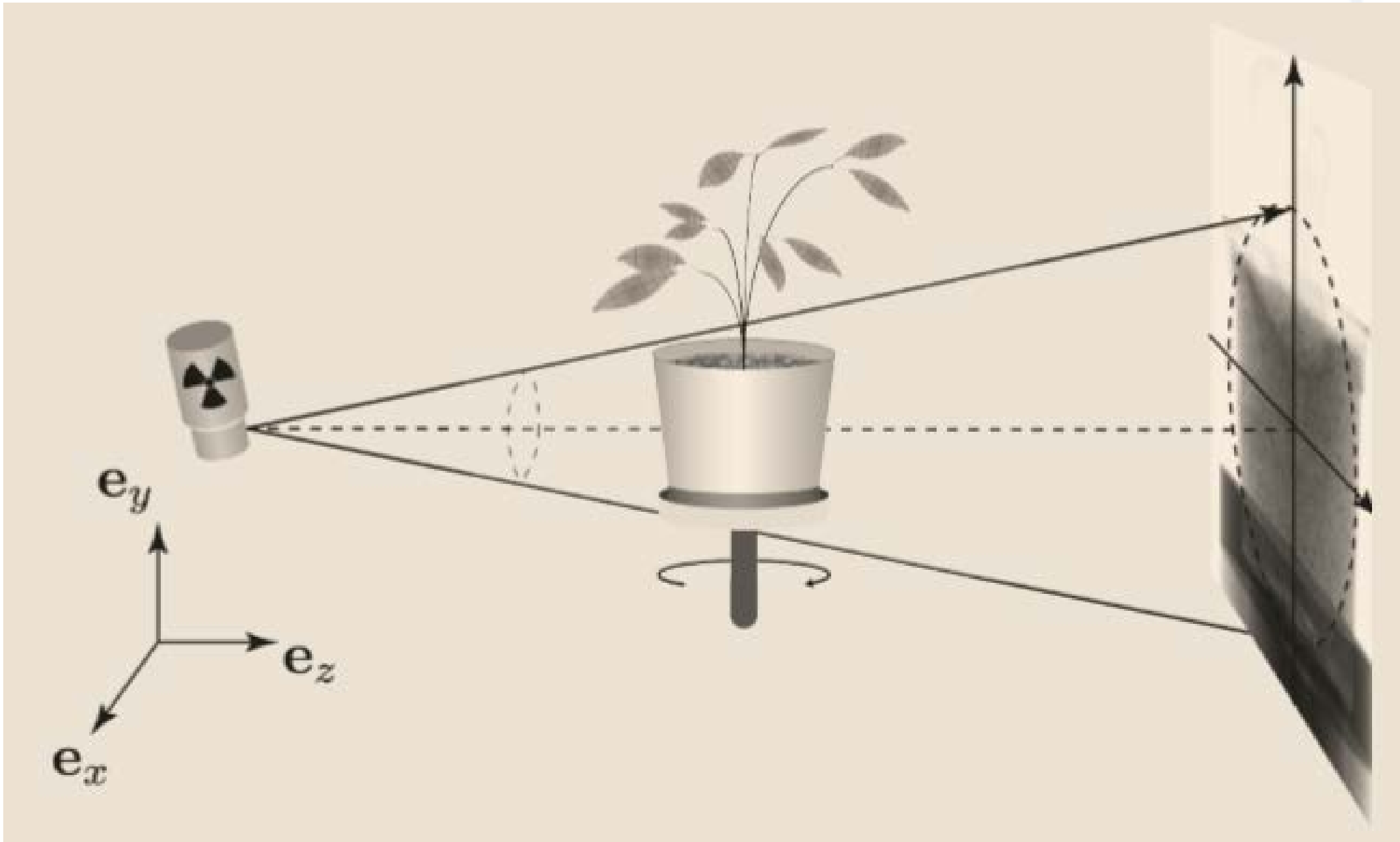
地质雷达在根系中的应用



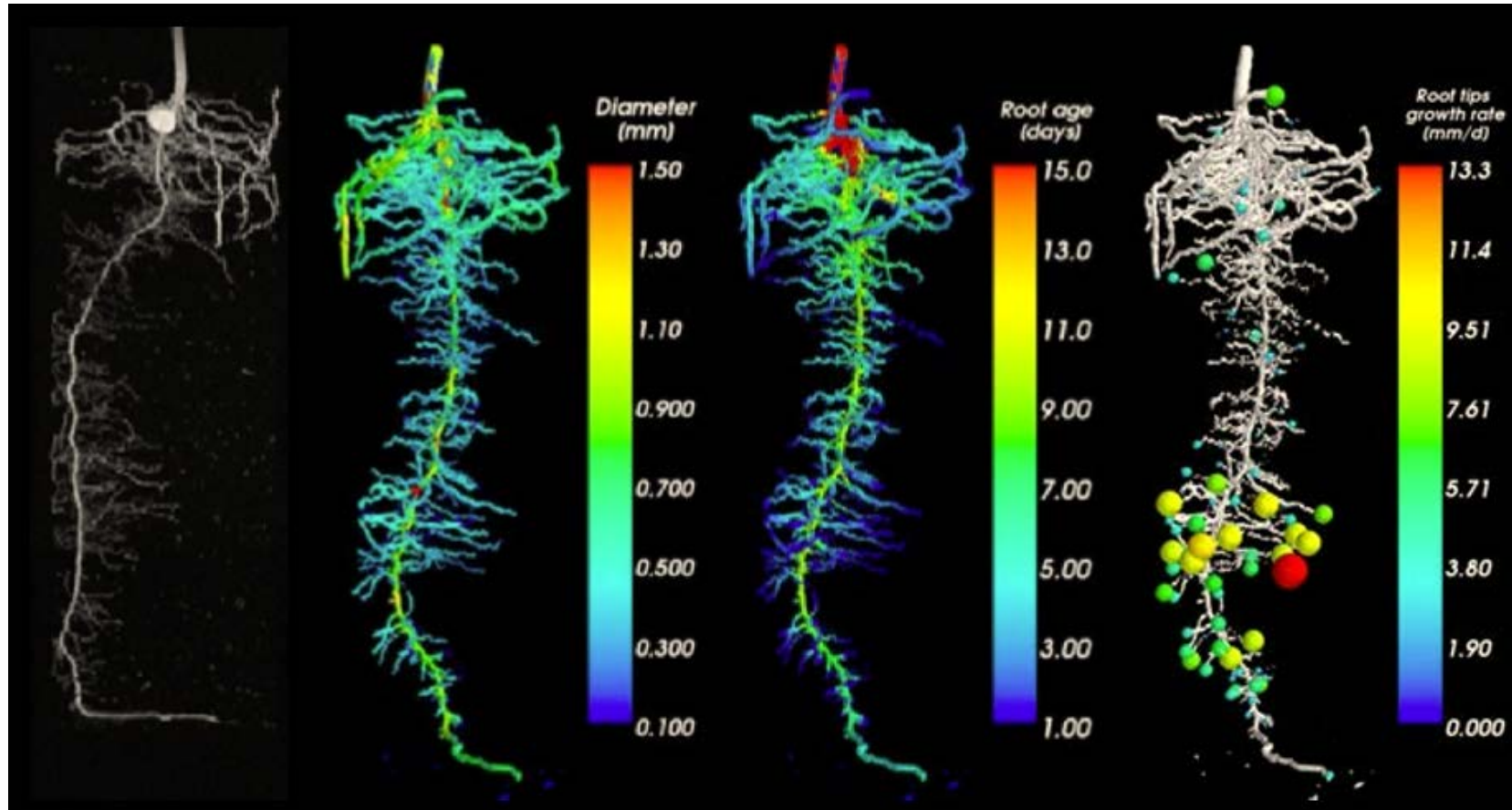
泽泉
Zealquest®

www.zealquest.com

CT技术在根系研究中的应用



MRI/PET技术在根系研究中的应用



Images: D. Pflugfelder, 2015, unpublished
Reconstruction: Modified from Schulz et al, VISAPP, 2012

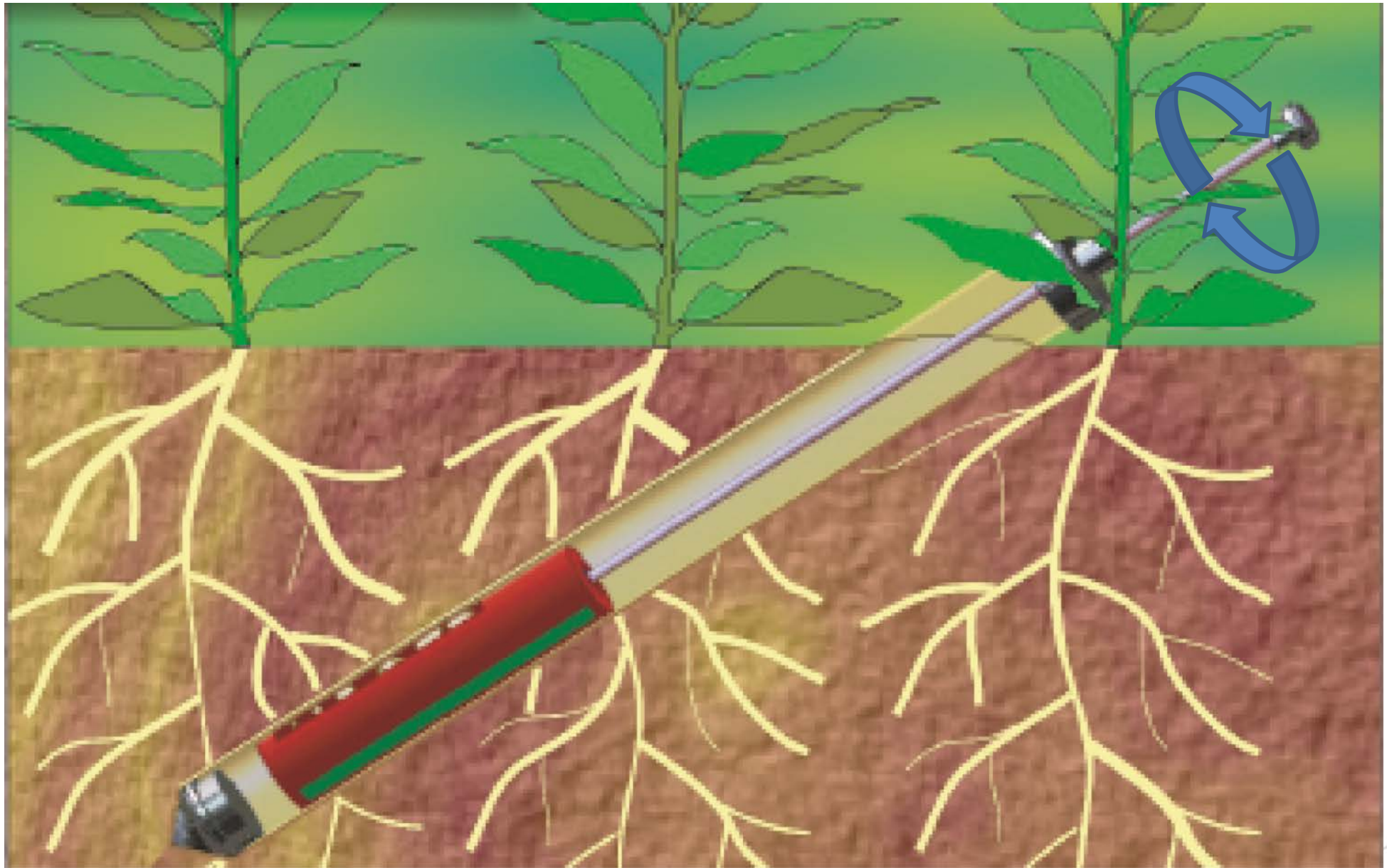


微根窗技术CI-600&CI-602



Zealquest[®]

www.zealquest.com

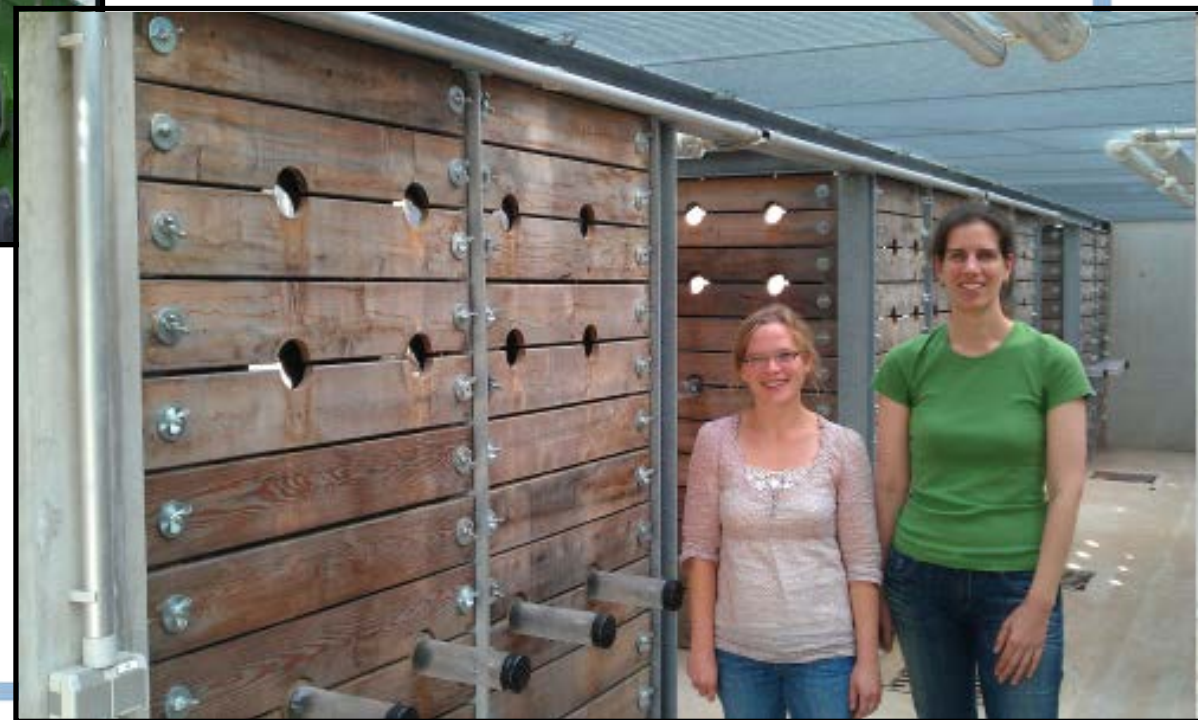


根系研究应用-根窖



Göttingen University, Germany

Radboud University, The Netherlands



根系测量应用-盆栽



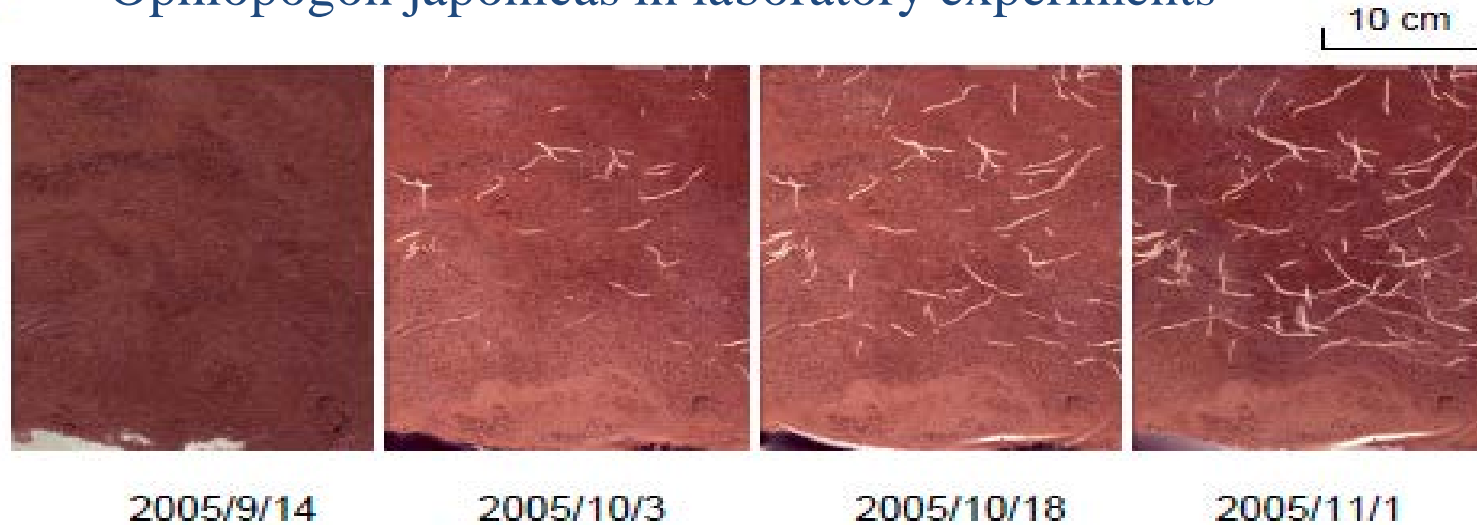
来源吉林农大

泽泉
Zealquest®

www.zealquest.com

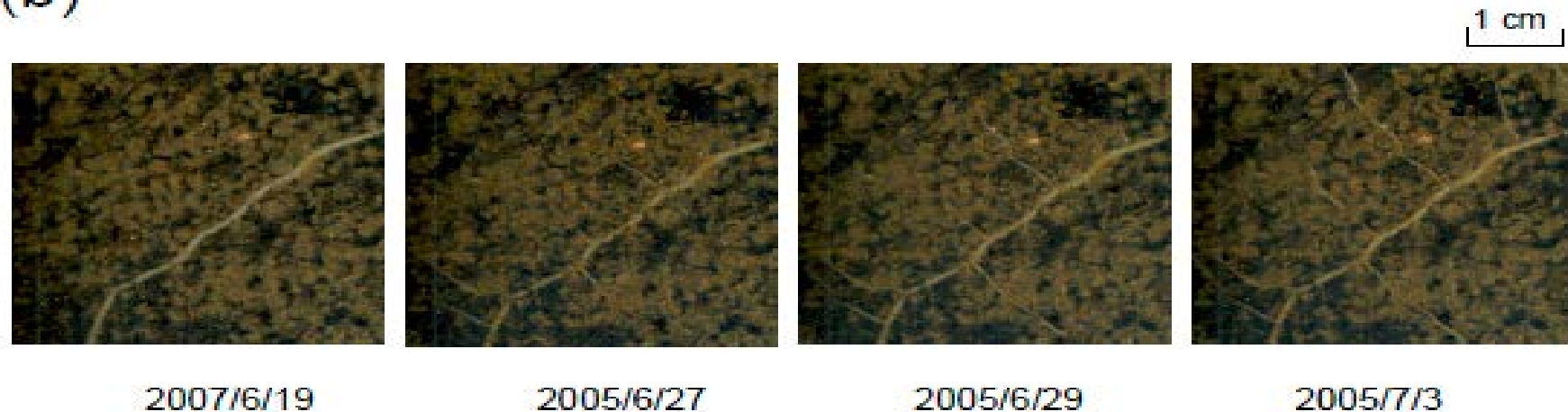
根系的测量方案-野外

(a) *Ophiopogon japonicus* in laboratory experiments



Quercus serrata in field experiments

(b)



zealquest

根系测量解决方案-野外

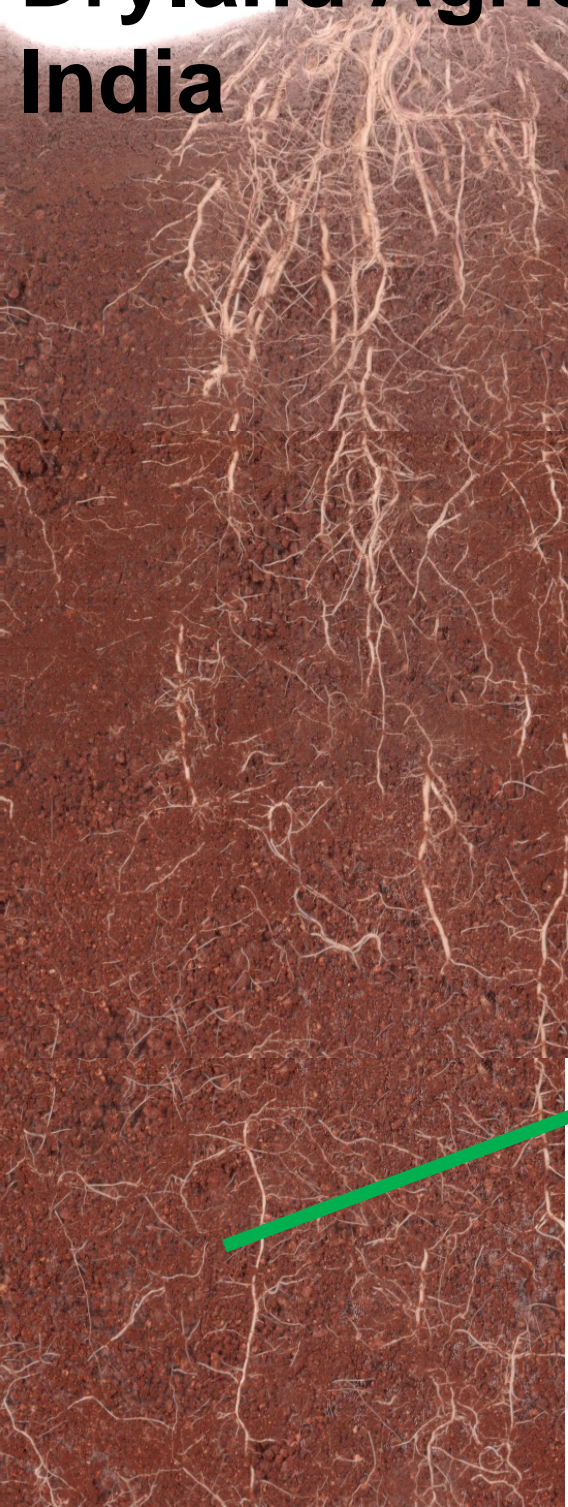


中国科学院水土保持研究所，黄土高原

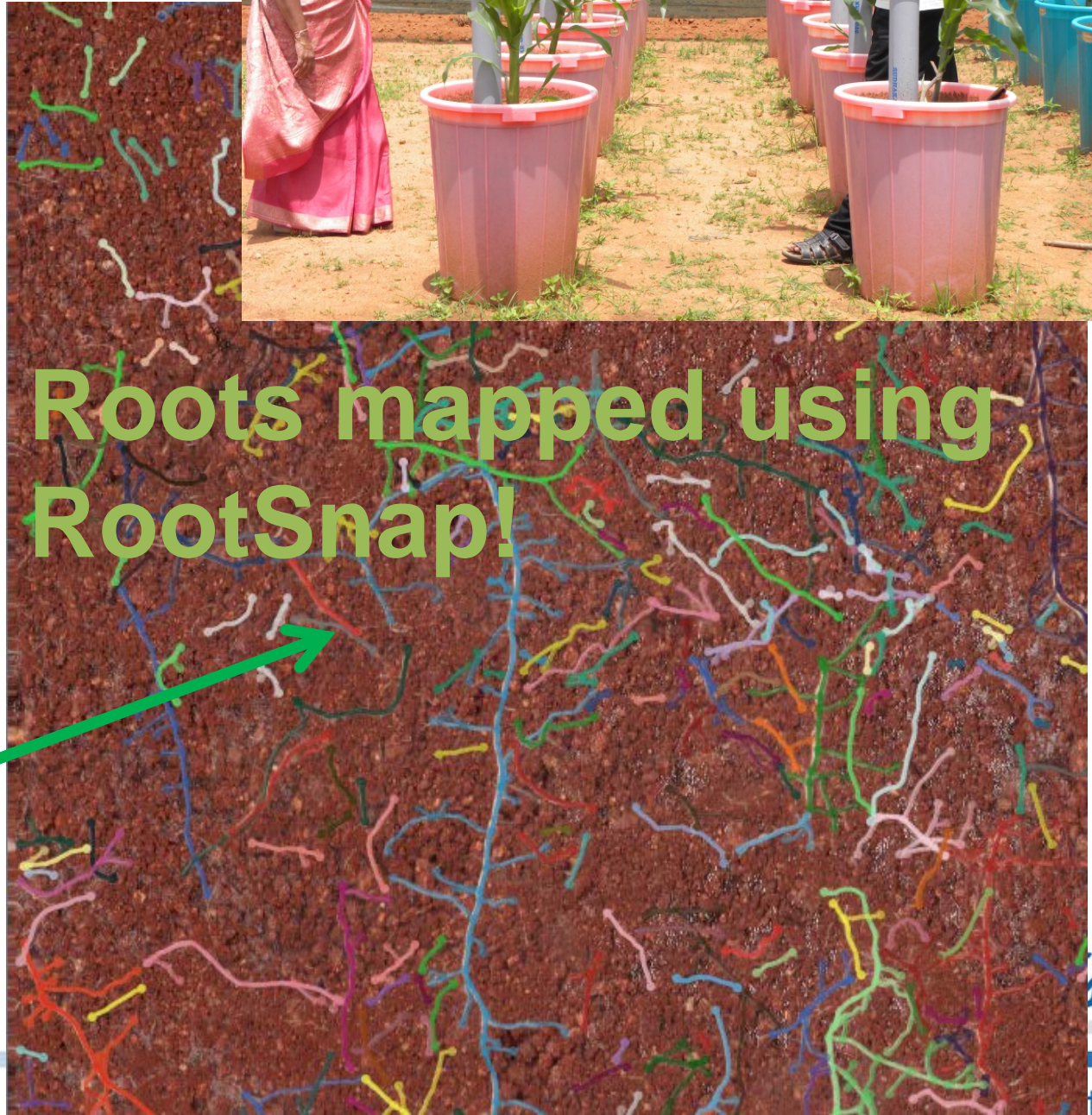
泽泉
Zealquest®

www.zealquest.com

Dr. Maruthi with the Central Research Institute for Dryland Agriculture (CRIDA) India



Roots mapped using RootSnap!



RootSnap®

X-光根系分析系统RootViz FS

- 全球第一款为植物根系拍摄X-光照片的系统
- 美国Phenotype Screening公司
- 在美国能源部创新项目资助下研发成功



“one of the 100 most technologically significant products introduced into the marketplace over the past year.”

RootViz FS wins 2007 R&D 100 Award

泽泉
Zealquest®

www.zealquest.com



根系研究方案的特色

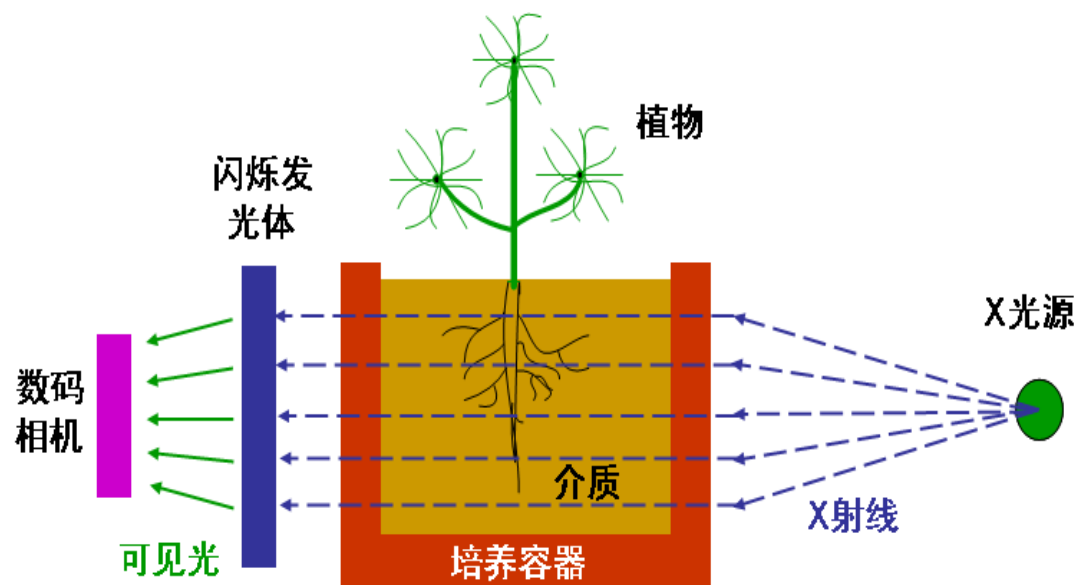
- 非入侵性
- 非破坏性
- 高效率
- 高精度
- 信息量大
- 长期监测根系生长动态



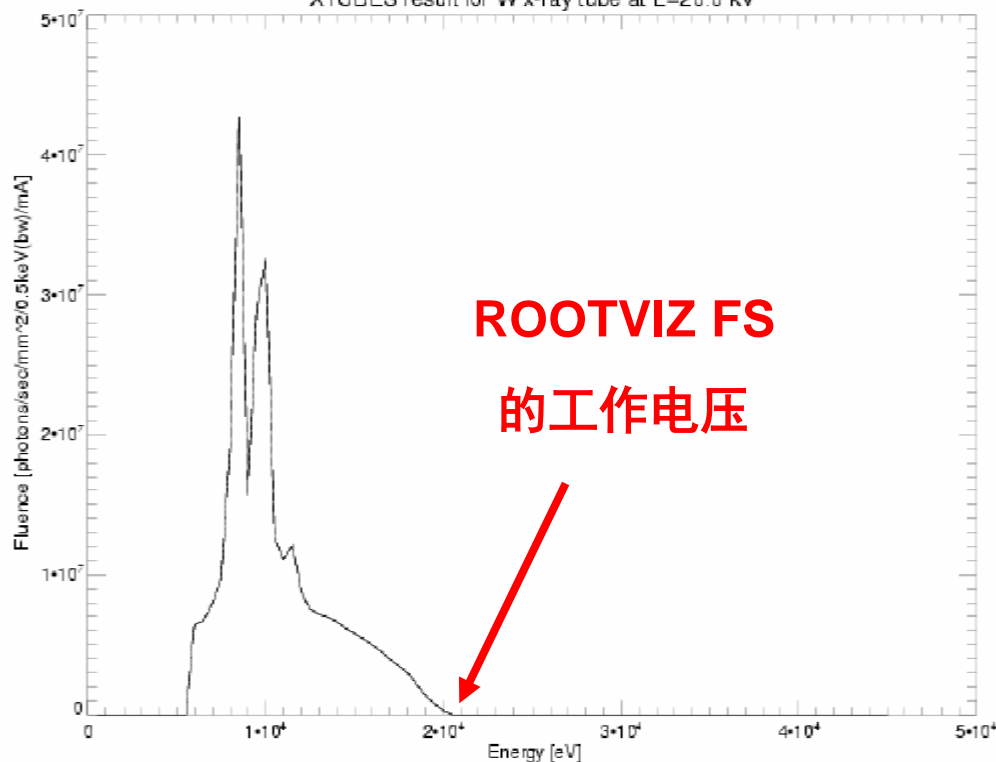
泽泉
Zealquest®

Phenotype Screening Corporation

www.zealquest.com

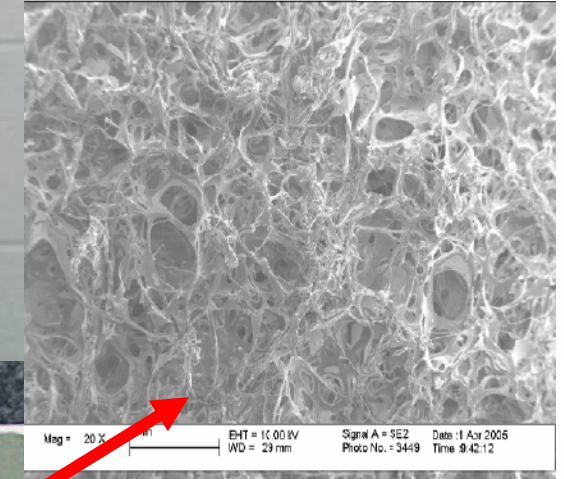
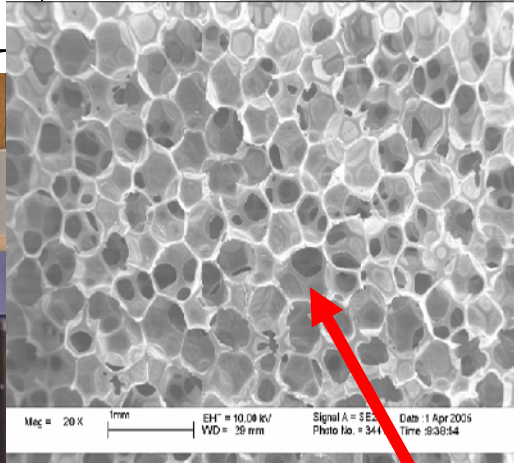


XTUBES result for W x-ray tube at E=20.0 kV



RootViz FS的组成

60 cm
特制培养介质



Medium Water Retention Foam

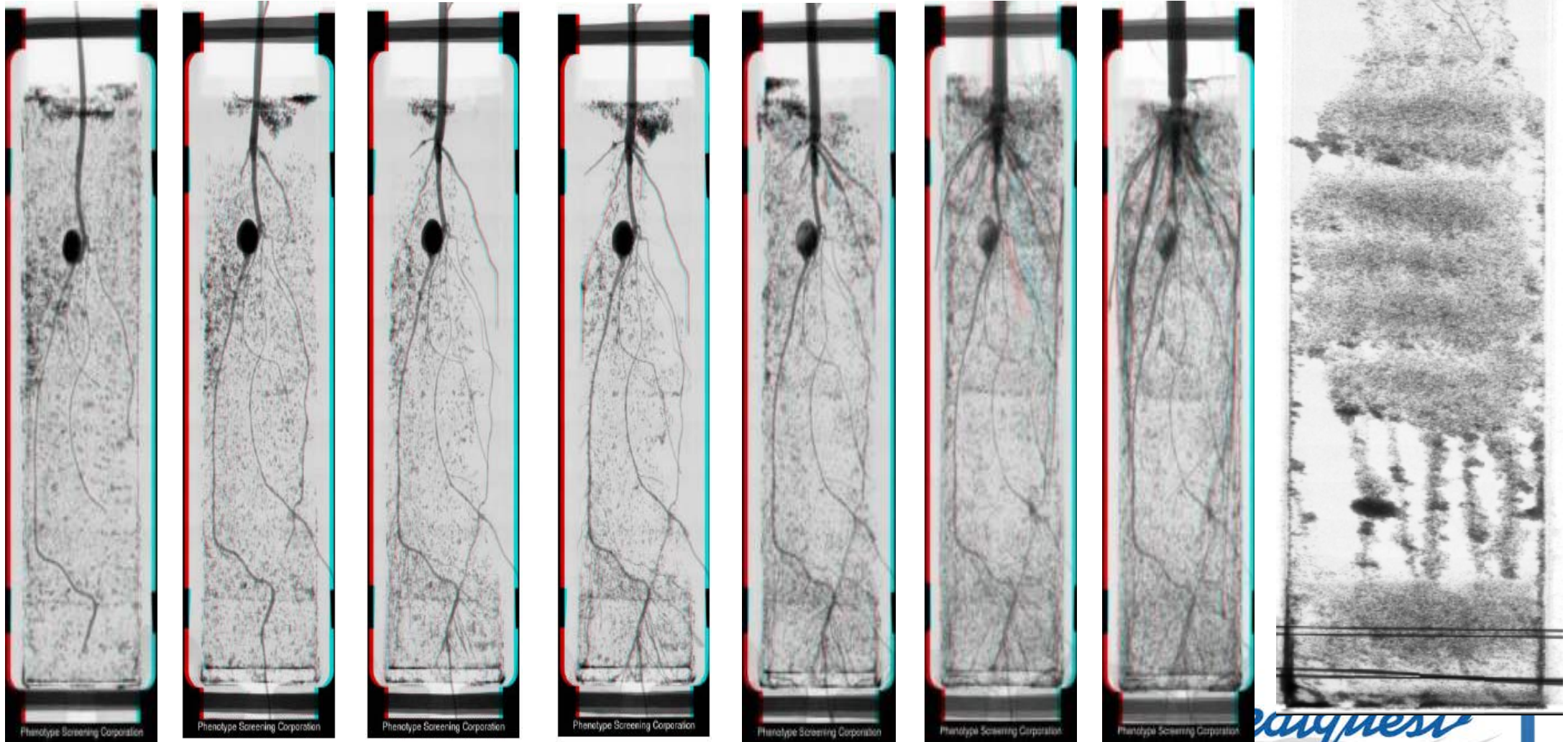
Low Water Retention Foam

20 cm

特制培养容器

RootViz FS的特性

高分辨率的X-光成像 分辨率5000 x 20000像素



第4天

第7天

第10天

第13天

第16天

第28天

第40天

根系X-光照片

www.zealquest.com

RootViz FS的特性

独特的角度分析



R013



R015



R027



R030

Ra4993

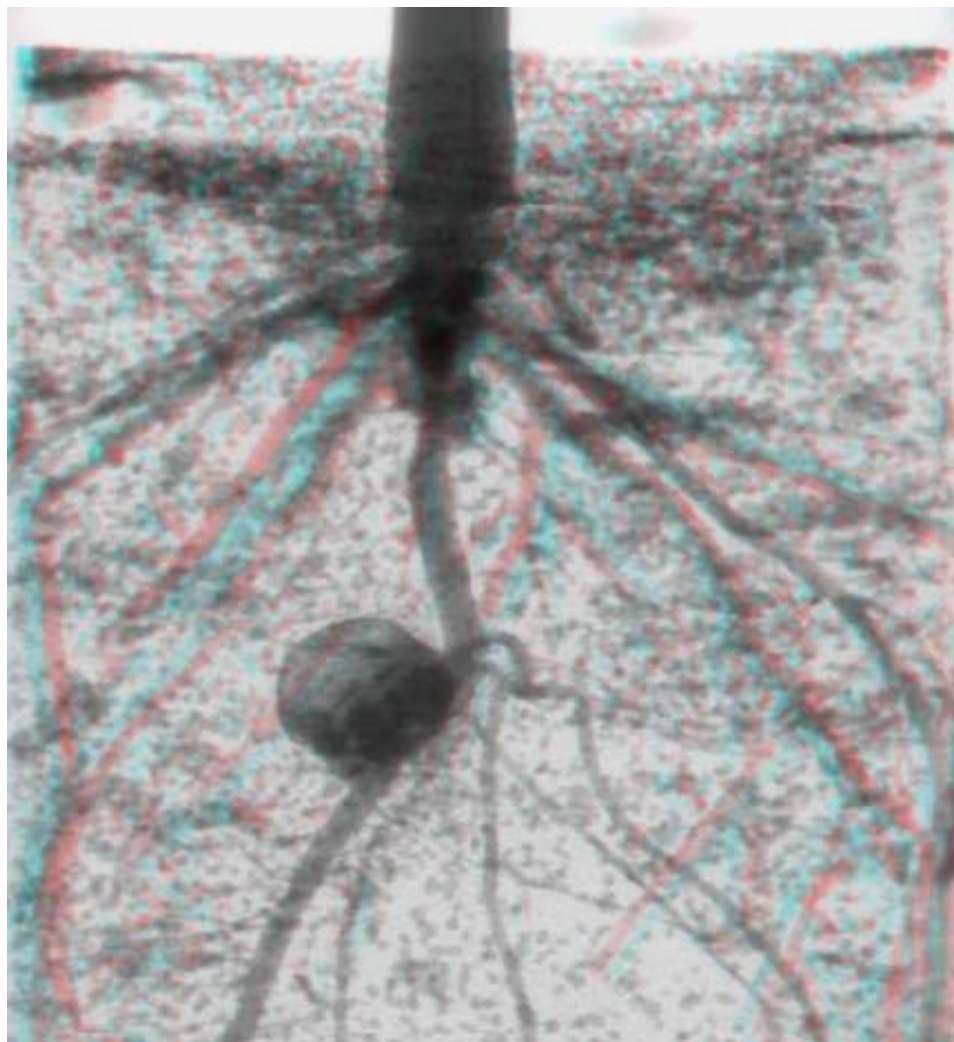
相对较大的角度分布，
相对较短、较粗的根

Ra5531

相对较小的角度分布，
相对较长、较细的根

RootViz FS的特性

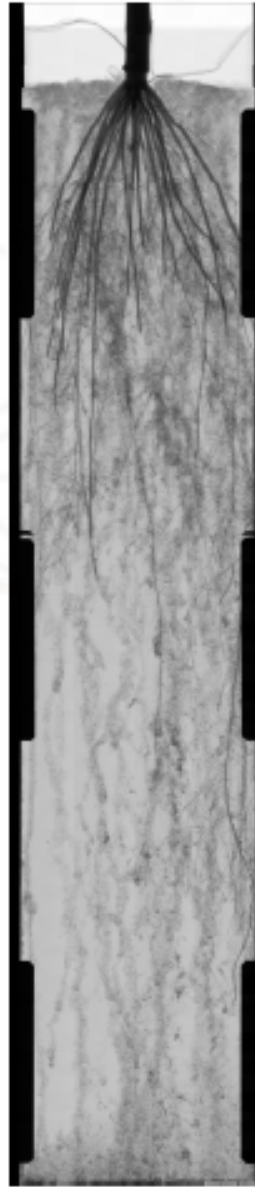
➤ 3D立体照片



玉米苗16天分辨率2000 x 7000像素

利用红/蓝立体眼镜可以观看立体效果

分析软件特点



Original X-ray Image



Large Roots



Course Roots



Medium Roots



Fine Roots

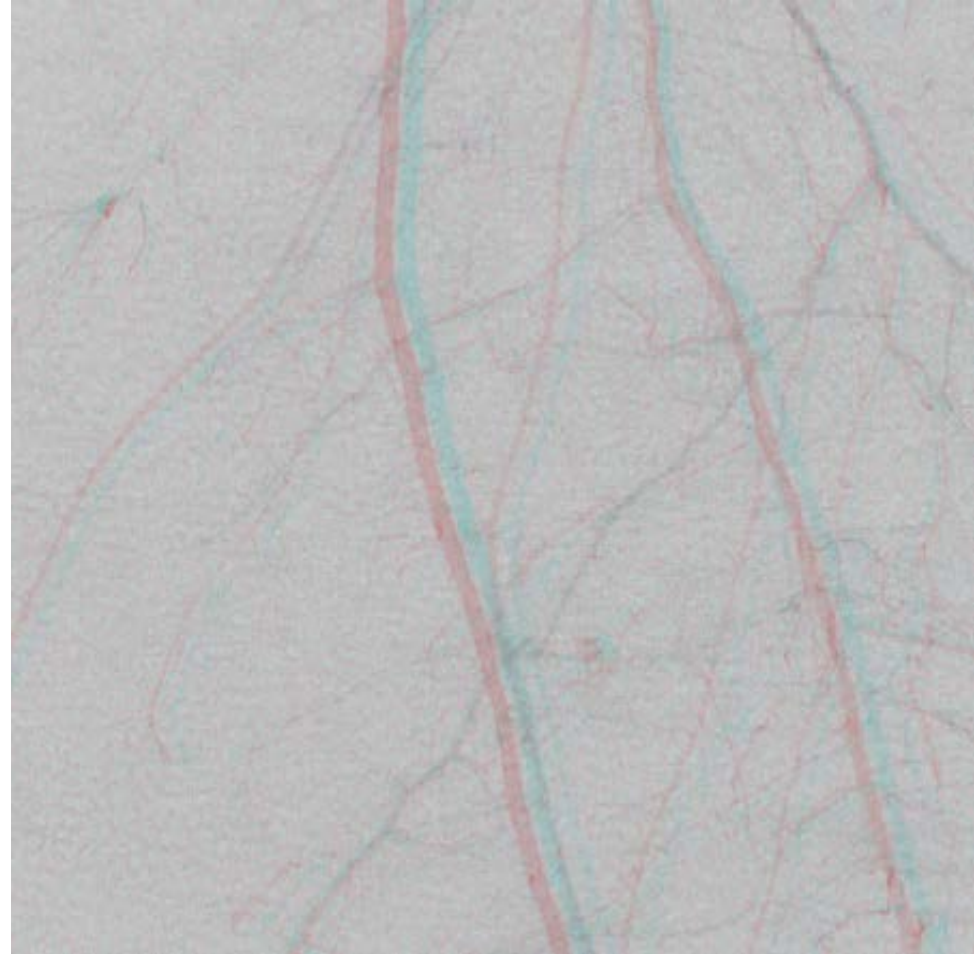


Ultra-fine Roots



Reconstructed Composite Image

Poplar 白杨



Data generated in collaboration with:
Dr Alex Friend, Northern Research Station
US Forest Service Houghton, MI





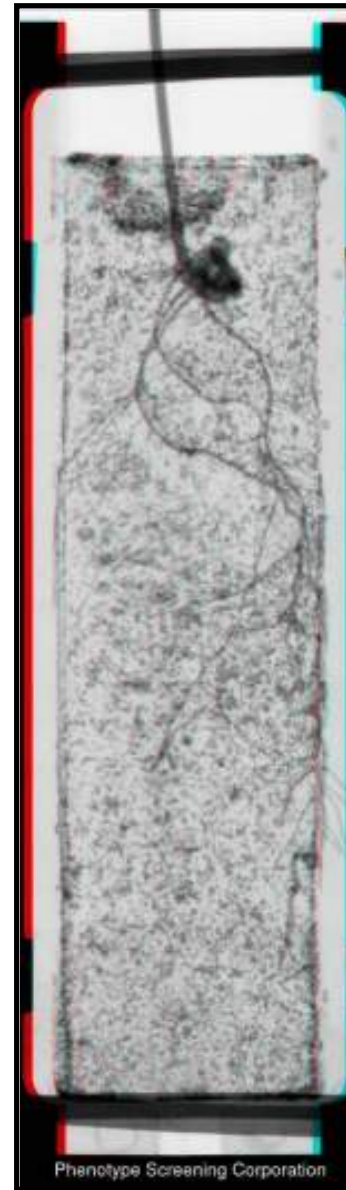
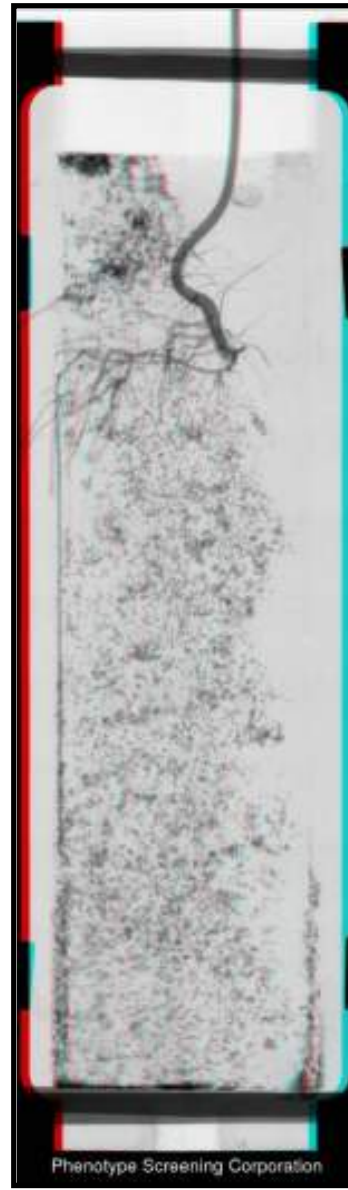
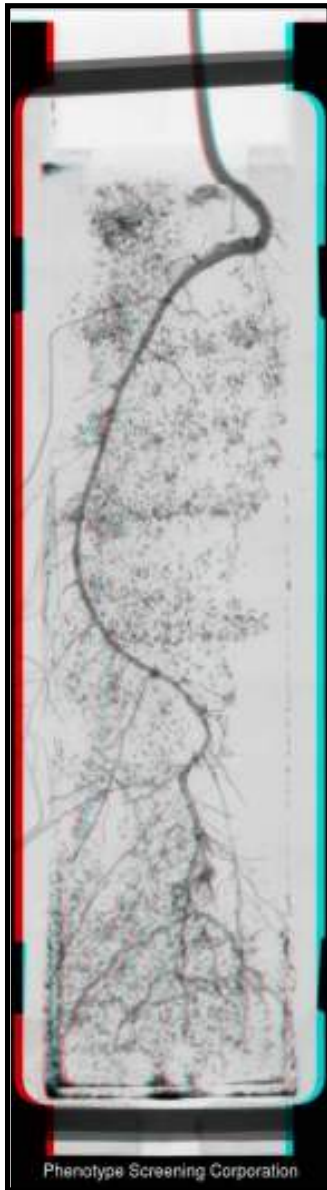
Willow 柳树



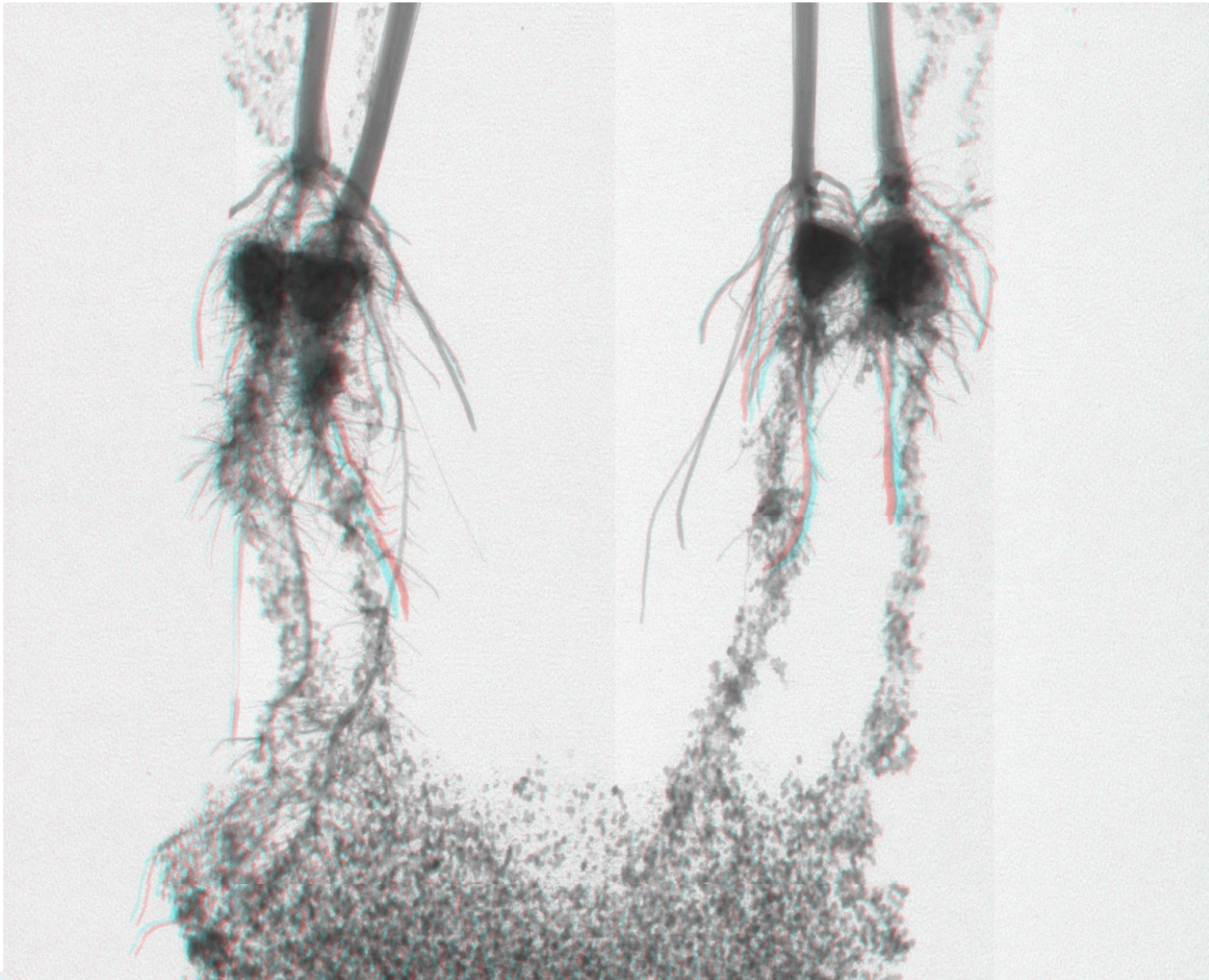
Soybeans Taproots

Normal

Stunted



Root Competition



Rootworms



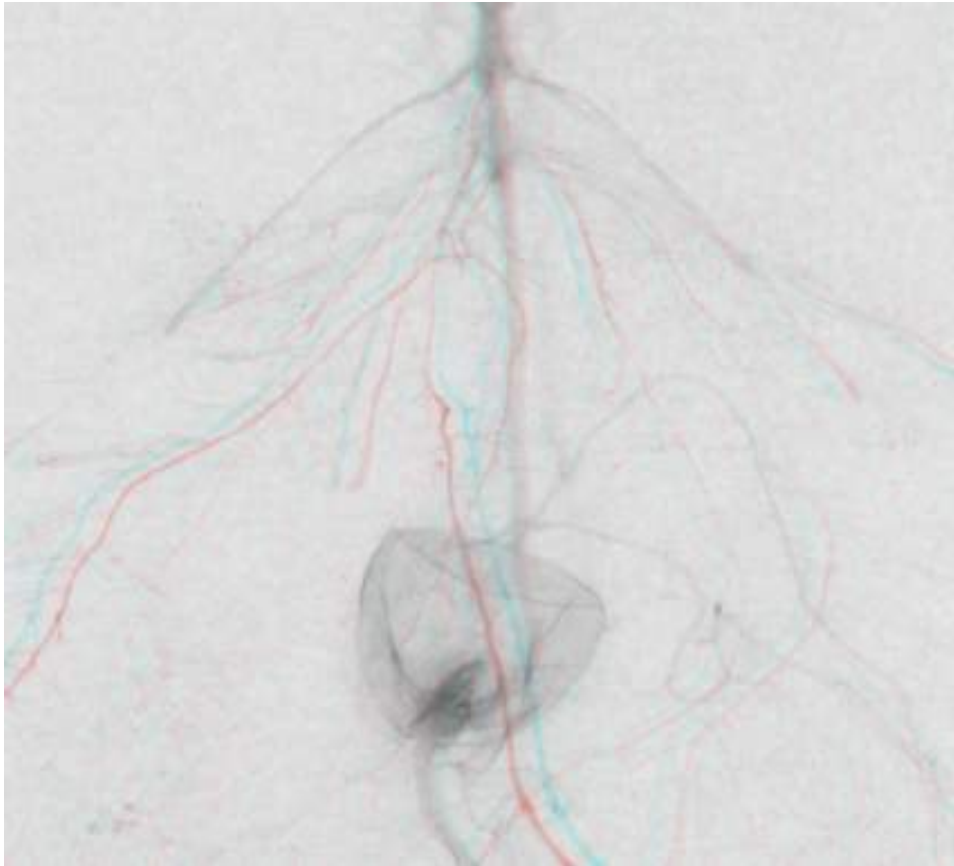
Cost U.S. Farmers \$1B



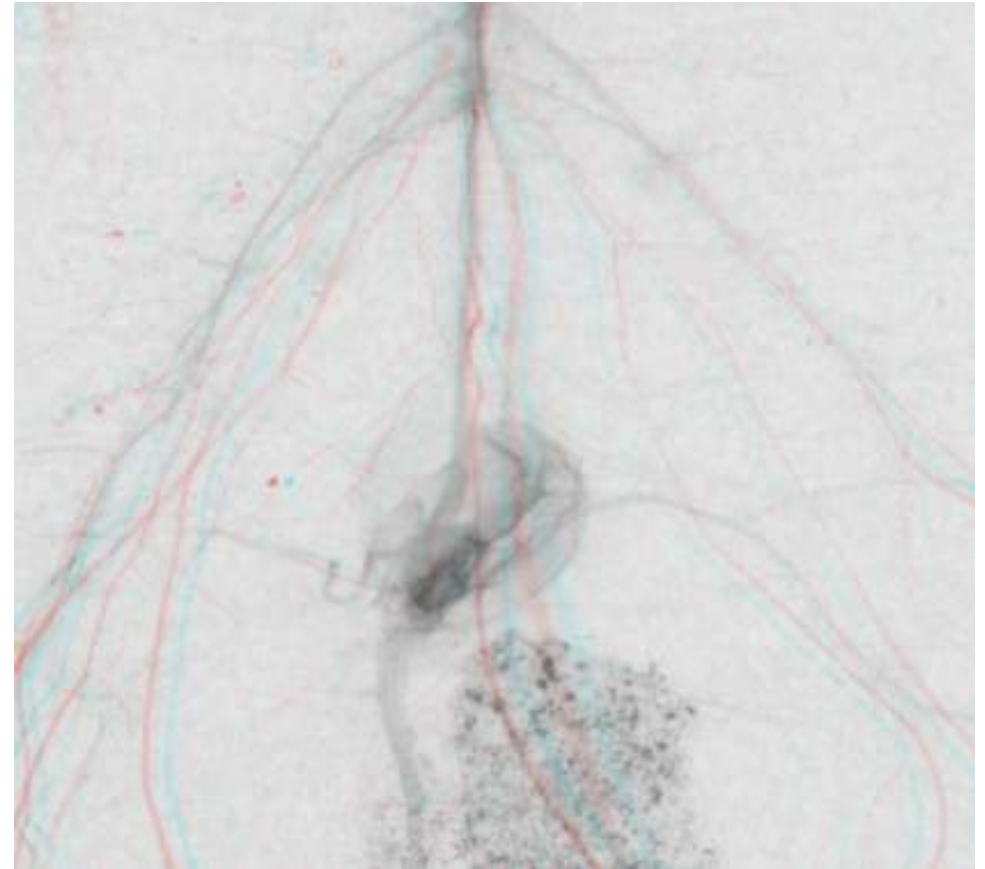
人工介质中养出了幼虫



Corn 3D Radiographs



Control

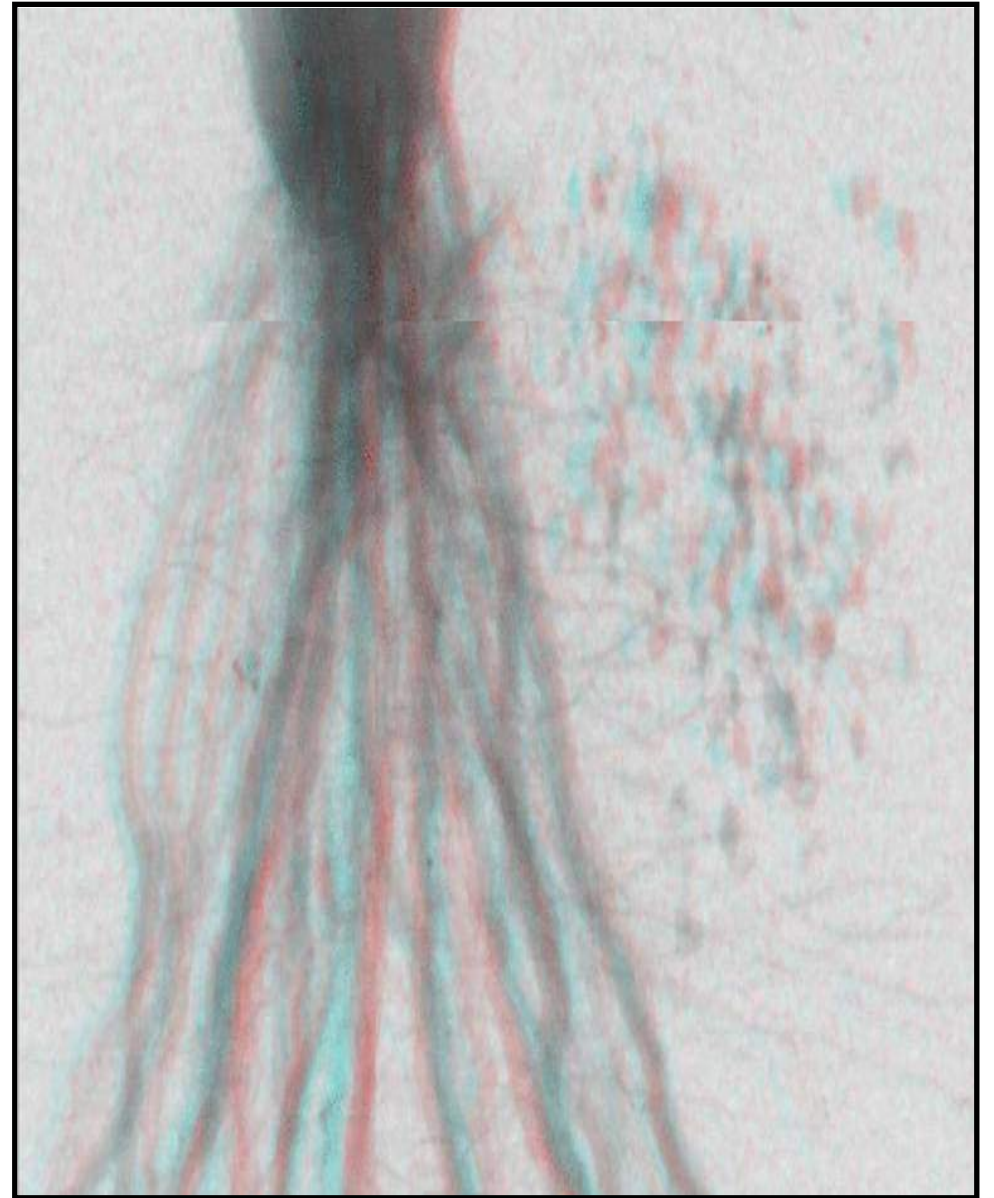
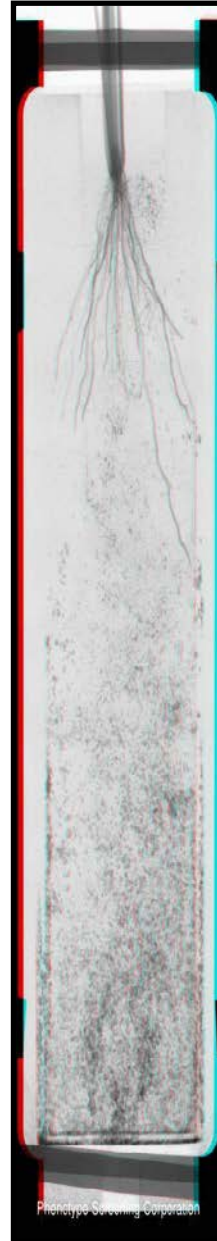


Infected

Rice: “3D” Full Resolution



Data generated in collaboration with: Dr Susan Mc Couch, Dept of Plant Biology, Cornell University, Ithaca, NY Dr Philip Benfey, Dept of Biology, Duke University, Durham, NC



Sorghum高粱

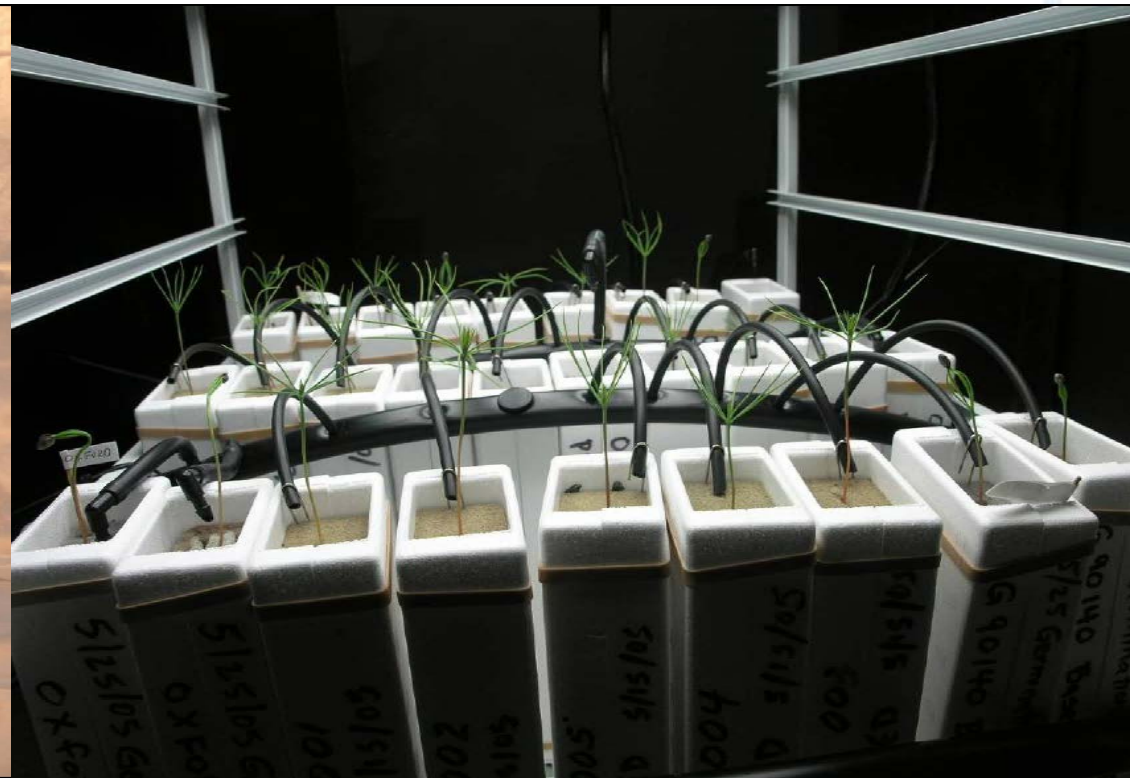


Data generated in collaboration with: Dr Robert Auge, Department of Plant Sciences
University of Tennessee, Knoxville, TN



www.zealquest.com

Loblolly Pine 火炬松



Data generated in collaboration with: ArborGen LLC, Summerville, SC

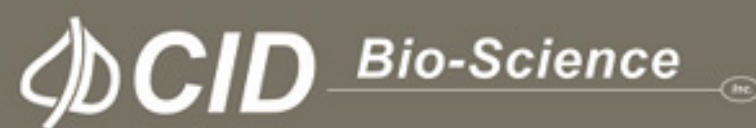
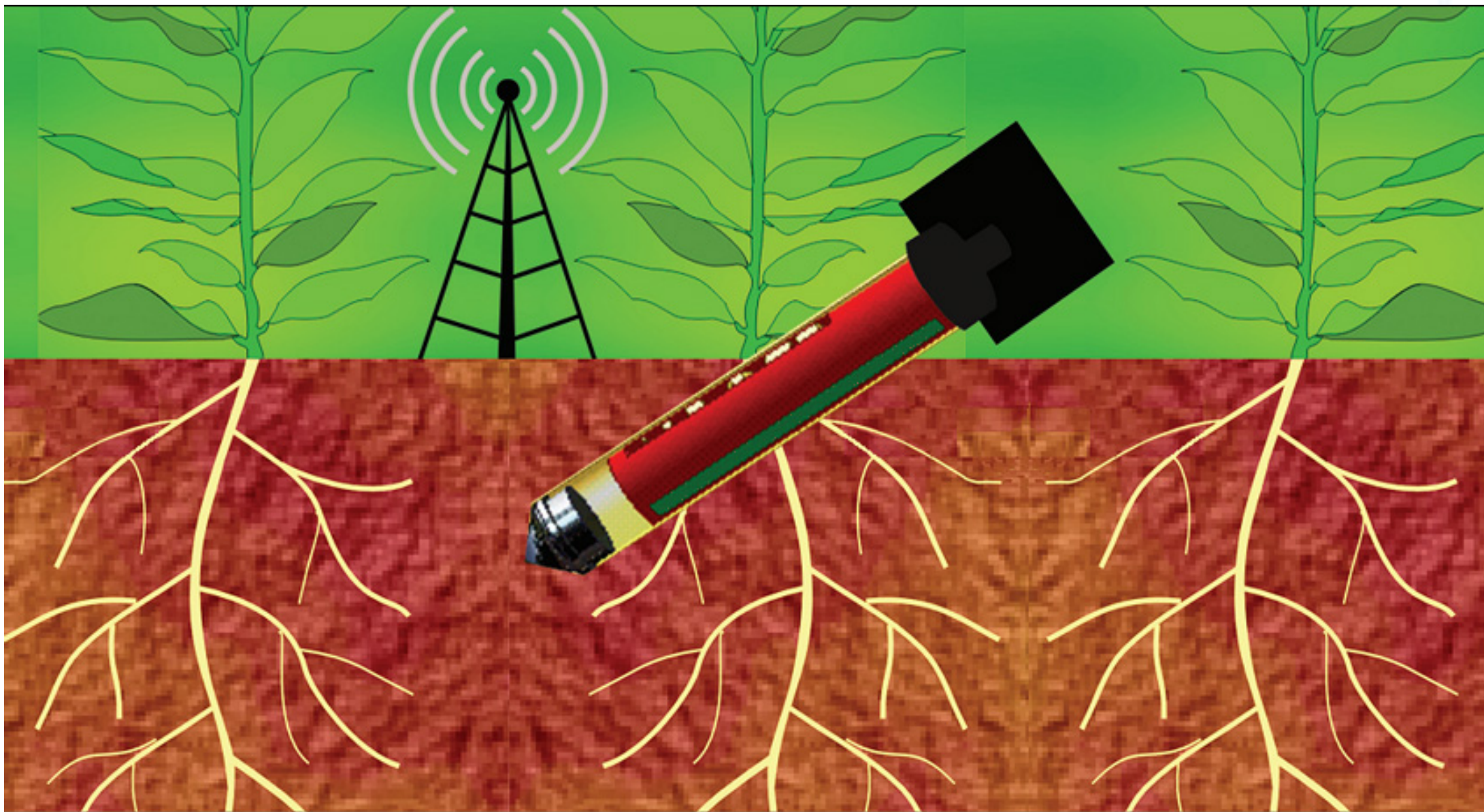


未来根系的技术发展展望

大多研究是基于实验室培养(人工 基质)或均匀基质条件下对根系成像的研究。 培养 基质需过筛颗粒均匀,且一般选择与根系密度差异 较大的基质(如细沙、石英沙等),基质中且不存在 孔隙。 因此,所获取的根系 CT 图像质量较好,图像 对比度较高,根系识别算法较易实现。

但是,从自然土壤结构方面看,自然土壤介质结 构复杂,是土壤中原生颗粒和次生颗粒以及土粒间 所构成孔隙的不同排列形式。 一般包括土粒、石砾、 动物体、孔隙和水分等物质。 其中,土壤大孔隙(直 径 >1 mm)是影响根系识别的主要干扰因素,植物根 系的腐烂与伸展,以及土壤动物的运动等生物因素 是土壤大孔隙形成的最主要因素。因此,有必要开展自然土壤介质下的原位根系 观测识别技术研究,准确识别自然土壤介质下的根 系,尤其要能够精确识别被大孔隙包络的根系。 通 过原位根系识别技术研究可为根系三维构型定量化 分析、生物量计算、碳计量的研究提供有力技术支 撑,对研究根系在生态系统的作用具有重要意义。(参考Observation and measurement of plant root architecture in situ)

未来根系的技术发展探讨



Thank you for your attention!

上海 : 021-32555118

北京 : 010-88824075/76/77, 62304952

广州 : 020-62819720, 62819932

成都 : 028-86722096 , 86719836

销售 : sales@zealquest.com

技术 : service@zealquest.com

网址 : <http://www.zealquest.com>

微博 : <http://weibo.com/zealquest>

技术交流QQ群 :

陆地环境应用 154 279 317

水环境应用 222 678 293

