

通过拉曼成像分析木材细胞和组织中的成分和代谢产物

生物学

植物的细胞壁形成多功能的复杂结构，使各种植物功能得以实现。这些功能不仅限于运输营养物质，还包括机械耐久性，以及对分解和其他形式的生物攻击的抵抗性。木材组织是复杂天然复合材料中一个很好的例子。它的结构主要由纤维素、半纤维素和木质素组成，形成树的外壳。木材组织通过其次生代谢产物（称为“提取物”）来抵抗分解和其他形式的生物攻击。

拉曼成像是在细胞水平上空间解析化学信息的理想技术。通过研究新鲜和腐烂的欧洲赤松木，可揭示细胞结构和腐烂过程的生物化学信息。使用inVia™ Qontor®共焦显微拉曼光谱仪，在不破坏样品的情况下，生成了高空间分辨率生物化学图像。

轻松分析

使用配备532 nm和785 nm激光激发波长的雷尼绍inVia Qontor共焦显微拉曼光谱仪，分析了新鲜和腐烂的欧洲赤松木切片。由于只需要极少样品制备，而且是无损分析，因此可以如同在自然环境中一样分析样品。通过雷尼绍StreamHR™扫描成像技术采集了拉曼数据，然后使用雷尼绍WiRE™软件，以选定的拉曼谱带的强度为参数生成了生物化学图像。

通过生物化学图像揭示细胞结构

拉曼图像有助于深入了解木材细胞壁的结构和组织构造。该结构的主要成分是纤维素、半纤维素和木质素。然而，细胞壁层内及各层之间的聚合物组成存在显著差异。此外，细胞壁层内的某些成分（例如纤维素）显示出分子取向变化。采用拉曼成像技术能够观察和跟踪这些差异。

图1是新鲜欧洲赤松木切片的两张高分辨率图像。图像(A)显示了位于 1595 cm^{-1} 、木质素相关的拉曼谱带强度变化。该图像突出显示了由胞间层和相邻的初生壁组成的复合胞间层(CML)以及细胞角隅(CC)，这里的木质素浓度高于次生壁中层(S2)。图像(B)显示了位于 1095 cm^{-1} 、取向敏感的纤维素谱带的强度变化。与次生壁(S2)相邻的两个薄层表现出高强度的纤维素谱带，可将复合胞间层分解为由胞间层隔开的两个相邻的初生壁层(S1)。

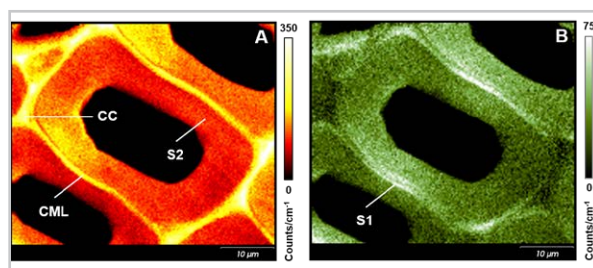


图1. 欧洲赤松木横截面的拉曼图像，显示出位于 1595 cm^{-1} 的拉曼谱带 (A, 木质素) 和位于 1095 cm^{-1} 、取向敏感的纤维素谱带 (B, 纤维素) 的强度变化。

应力和降解研究

提取物属于次生代谢产物，是木材细胞中含量较低的生物活性化学成分。这些化合物的含量虽低，但是会显著影响木材的性能，特别是对腐烂和其他形式的生物攻击的抵抗性¹。拉曼光谱对化学成分具有高度特异性，因而我们能够记录腐烂过程中提取物的分布变化。赤松素是存在于欧洲赤松木中的一种抗真菌酚类提取物，它决定木材的天然耐久性。图2为腐烂的欧洲赤松木切片中木质素和赤松素分布的拉曼图像。

图像 (A) 通过位于 1595 cm^{-1} 的拉曼谱带强度展示了腐烂木材切片中的木质素分布。这与图1A相仿，但是细胞分解影响了图像清晰度。同新鲜木材一样（图1A），复合胞间层 (CML) 和细胞角隅 (CC) 中的木质素浓度最高。图像 (B) 通过位于 1634 cm^{-1} 的拉曼谱带强度变化展示了赤松素分布。这种抗真菌酚类化合物与木质素位于同一位置，并且在细胞角隅 (CC) 和复合胞间层 (CML) 中明显浓度更高。赤松素与木质素的潜在结合之前已在参考文献¹中讨论过。

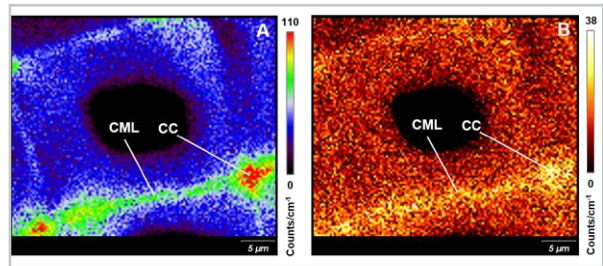


图2. 腐烂的欧洲赤松木横截面的拉曼图像，显示出A — 木质素的浓度变化（位于 1595 cm^{-1} 的拉曼谱带的强度变化），以及B — 赤松素的浓度增加（位于 1634 cm^{-1} 的拉曼谱带）。

植物生物学研究的理想工具

新鲜和腐烂的木材细胞的高分辨率拉曼图像提供了木材中主要和次要成分的组成、结构和取向信息。拉曼因其高特异性而能够区分复杂多功能结构中的不同成分。研究提取物有助于了解天然木材的耐久性。据此，我们可以开发出更有效、毒性更小的木材防腐剂。inVia光谱仪具有快速成像能力，检测效率和灵敏度经过优化，非常适合植物生物学研究应用。inVia可提供研究这些关键生物材料所需的化学和空间细节信息。



inVia™ Qontor共焦显微拉曼光谱仪

致谢

雷尼绍感谢芬兰阿尔托大学 (Aalto University) 提供样品并帮助解释结果。

参考文献

(1) T. Belt, T. Keplinger, T. Hänninen, L. Rautkari, *Cellular level distributions of Scots pine heartwood and knot heartwood extractives revealed by Raman spectroscopy imaging*, **Industrial Crops & Products** 108 (2017) 327–335 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.056>)

雷尼绍提供各种相关资料。更多信息，请咨询当地的雷尼绍业务代表。

雷尼绍拉曼领域的创新者

雷尼绍生产一系列高性能光谱产品，包括采用高速化学成像技术的共焦显微拉曼光谱仪、专用拉曼分析仪、扫描电镜和原子力显微镜接口、光谱仪用固体激光器、以及先进的冷却式CCD探测器。

这些产品为不同的领域和应用提供最高水平的性能、灵敏度和可靠性，满足用户的需求，帮助用户轻松自信地应对最具挑战性的分析难题。

遍布世界各地的子公司及经销商为用户提供优质服务和技术支持。

详情请访问 www.renishaw.com.cn/bio。



扫描关注雷尼绍官方微信

RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

© 2020 Renishaw plc. 版权所有。
Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。
RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案，以及Qontor为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。
apply innovation及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。
本文档中使用的所有其他品牌名称和产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



AN231-01-A

文档编号：AN231(ZH)-01-A
发布：2020.07