

小细菌，大作用！Nature Communications 在树干甲烷排放中的新发现！

Picarro G2201-i 与 Picarro G4301 共同助力墨尔本大学 Luke C. Jeffrey 团队，在树干甲烷排放研究中取得新发现：甲烷氧化菌减少了树木的甲烷排放



ARTICLE

Check for updates

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22333-7>

OPEN

Bark-dwelling methanotrophic bacteria decrease methane emissions from trees

Luke C. Jeffrey ^{1,2✉}, Damien T. Maher ^{1,2}, Eleonora Chiri ³, Pok Man Leung ³, Philipp A. Nauer ^{4,5}, Stefan K. Arndt ⁵, Douglas R. Tait ^{1,2}, Chris Greening ³ & Scott G. Johnston ^{1,2}

文章来源: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22333-7>

下文简要介绍文章内容，希望为各类学者提供有价值的参考

一、研究简介：

树干是甲烷的一个重要排放来源，但对树皮内部的微生物活动（即甲烷氧化菌）是否可以减少甲烷排放的研究还存在空缺。本研究中基于现场的甲烷氧化抑制实验表明，树皮中的甲烷氧化菌（MOB）可将甲烷排放量减少 $36 \pm 5\%$ 。因此，树皮中的 MOB 是一个潜在重要的甲烷汇，值得对其深入研究。MOB 已经发现在多种自然环境中减少甲烷排放，在该研究中扩展性地确定了树干树皮包含以前未表征的微生物群和独特的 MOB，从而大大减少树干甲烷排放，进而帮助调节地球气候。该研究结合使用在甲烷排放领域有成熟应用的碳稳定同位素分析、原位甲烷氧化抑制剂和分子群落分析。在此基础上，该研究提供了多个生物地球化学和微生物证据，最终证明树皮中有大量的 MOB 并成为一个非特征甲烷汇。

二、研究方法

原位树干甲烷通量速率和树皮制备

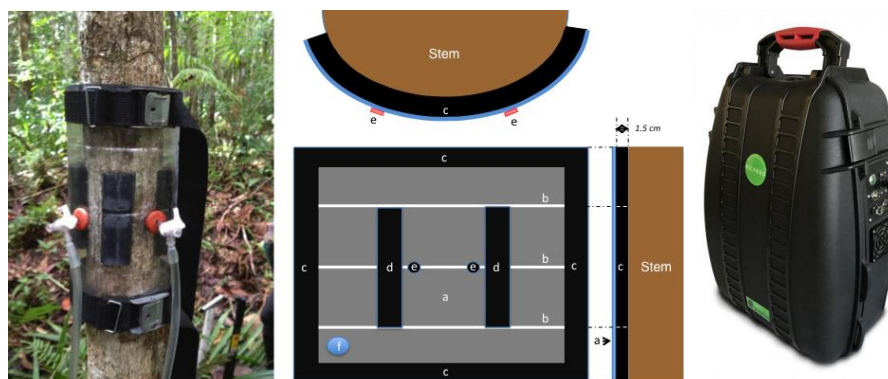
使用直接连接到树木上的小腔室测定澳大利亚新南威尔士州（NSW）亚热带东北部森林中的五叶木下茎甲烷通量。利用“小型灵活原位细尺度通量”（S.N.I.F.F.）方法与便携式腔衰荡光谱仪（CRDS, G4301-GasScouter, Picarro）相

结合进行研究。（一个 50 毫米宽的 PVC 小室固定在树干上，以形成与树干表面的气密封。然后使用 2 m 长的气管（Bev-A-line IVTM）通过干燥剂（Drierite）将嗅探杆室连接到 CRDS 入口，最后气流从 CRDS 出口返回嗅探室，以关闭回路。孵育 2 分钟后，CH₄ 通量（ppm s⁻¹）转化为面积 CH₄ 通量（mmol m⁻² d⁻¹）。

使用通量方程如下：

$$F = [s(V/RT_{air}A)]t \quad (1)$$

其中 s 是回归斜率（ppm s⁻¹）， V 为闭环体积（m³）， R 为通用气体常数（8.205×10⁻⁵m³atm K⁻¹mol⁻¹） T_{air} 是腔室内的空气温度（K）， A 是每次测量后测得的粘土环表面积（m²）， t 是从秒到天的转换。



树干通量测量示例图

同位素时间序列接种实验。

使用 CRDS 对接种树皮瓶、中和树皮瓶和空白样品的 CH₄ 和 δ¹³C-CH₄ 的顶空浓度进行采样，CRDS 的灵敏度为 5 ppb+0.05% 读数（¹²C）和 1 ppb+0.05% 读数（¹³C）（Picarro, G2201-i）。每隔 3 至 24 小时，记录每个瓶子处理的样品浓度 CH₄（ppm）、δ¹³C-CH₄（‰）和相关的 ±SD。随后，通过质量平衡对每个瓶顶空间中 60 mL CH₄ 和 δ¹³C-CH₄（‰）的混合添加进行说明，以计算 CH₄ 和 δ¹³C-CH₄（‰）随时间的变化。最初 24 小时内 CH₄ 的减少转化为吸收，作为每个瓶子内每个树皮处理的原始表面积的比例。分馏系数（α）定义为 ¹²CH₄ 与 ¹³CH₄ 的氧化速率系数之比，并使用已建立的方法进行计算。



Picarro G2201-i 主机外观

用 DFM 进行的原位甲烷氧化菌抑制剂试验。

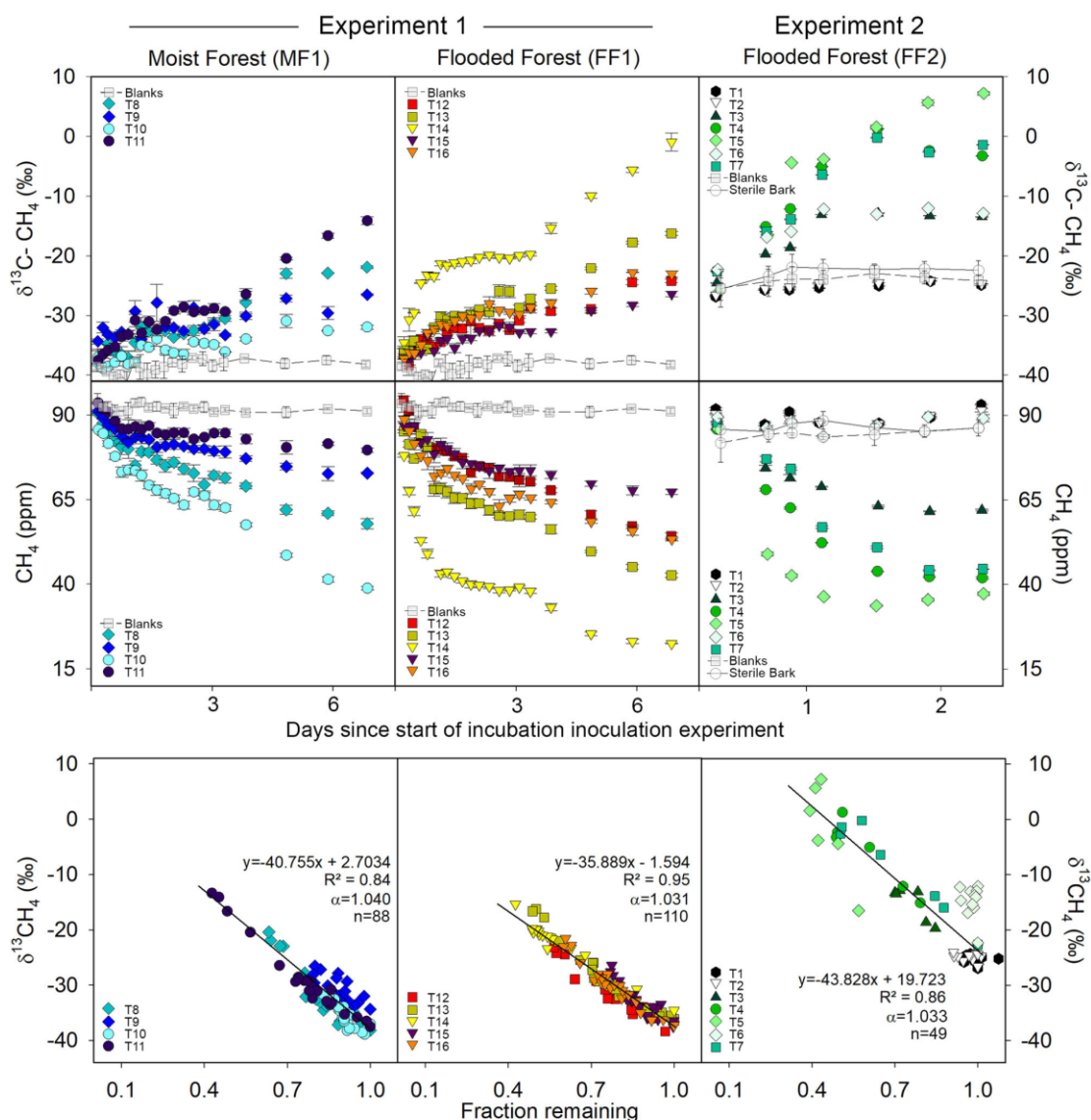
在实验室进行的涵盖甲烷浓度（1.8–400 ppm）光谱的闭环实验表明，当使用 CRDS

测量时，添加 2%DFM 甲烷浓度没有增加（Picarro，GasScouter G4301）。偶尔可以观察到对 H₂O 传感器的干扰，但在 DFM 处于孵化和扩散状态时，在现场条件下从未观察到这种干扰。

结果和讨论

1. 树皮培养过程中的甲烷氧化和分馏

为了检测 MOB 活性，该实验监测了甲烷接种气密瓶中的甲烷浓度和同位素分馏，气密瓶中装有从三个不同地点采集的树皮样品。由于较重的 ¹³C - CH₄ 同位素包含稍强的键，MOB 优先消耗 ¹²C - CH₄，从而触发同位素分馏。两个实验室时间序列实验均显示，甲烷消耗量与 δ¹³C - CH₄ 富集有关（图 1）。在第二次试验的取样树木之间，甲烷氧化速率存在显著差异。空白对照组和灭菌（微波）树皮处理组内未发生甲烷消耗或分馏（图 1）。

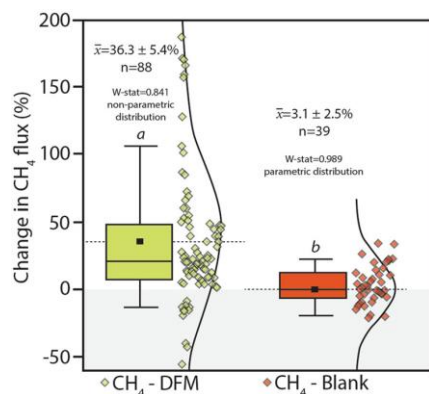


甲烷氧化菌(MOB)时间序列培养实验结果

2. 基于现场的 MOB 抑制证实树皮内的甲烷汇活动

为了确认和量化原位调节树干甲烷排放的 MOB 活性，该研究利用 DFM 抑制

实验对五脉木下茎 (n=88) 进行了抑制。在实验室和现场条件下, 使用特定的甲烷营养抑制剂可以通过 MOB 估算甲烷氧化速率。通过实验结果可以估计原位树皮中的 MOB 活动减少了约 36% 的五脉木树干甲烷排放量。



原位甲烷氧化抑制实验结果

研究展望

这项研究为广泛分布的低地树种树皮内独特的 MOB 群落提供了甲烷氧化活性的确凿证据。这一重要发现增加了我们对树木甲烷通量的理解。如果 MOB 是甲烷排放树木树皮中普遍存在的特征, 那么我们对全球甲烷循环的概念性理解可能需要修改。该前沿研究领域的未来工作还应侧重于 (i) 限制 MOB 在减少树木甲烷排放方面的重要性和规模, (ii) 通过宏基因组、成像和栽培研究调查 MOB 生态生理学, 以及 (iii) 确定从树木到全球范围内的 MOB 空间和地理分布。

Picarro 设备在温室气体监测方面的便捷性、准确性和稳定性的优点, 为科研领域高水平期刊的发表提供有利支持, 欢迎相关领域学者联系我们!

联系方式: 韩工 hyx@cen-sun.com
陈工 chenxf@cen-sun.com
高工 gaoch@cen-sun.com