

SynCom介导的除草剂降解进程 激活了土壤中的微生物碳代谢

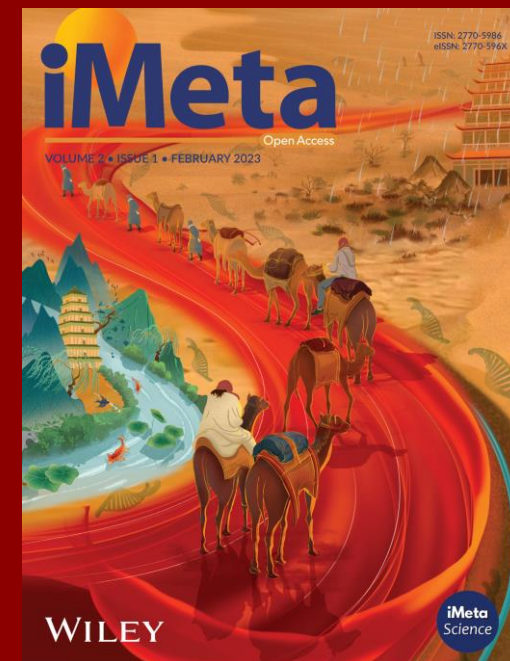
张玉潇¹, Jack A. Gilbert^{2,3}, 刘轩¹, 聂丽¹, 徐希媛¹, 高贵锋^{1,4}, 吕丽慧¹,
马玉颖¹, 范坤坤¹, 杨腾^{1,4}, 张雨濛¹, 张佳宝^{1,4}, 褚海燕^{1,4}

¹中国科学院南京土壤研究所

²加州大学圣地亚哥分校医学院

³加州大学圣地亚哥分校斯克里普斯海洋研究所

⁴中国科学院南京土壤研究所

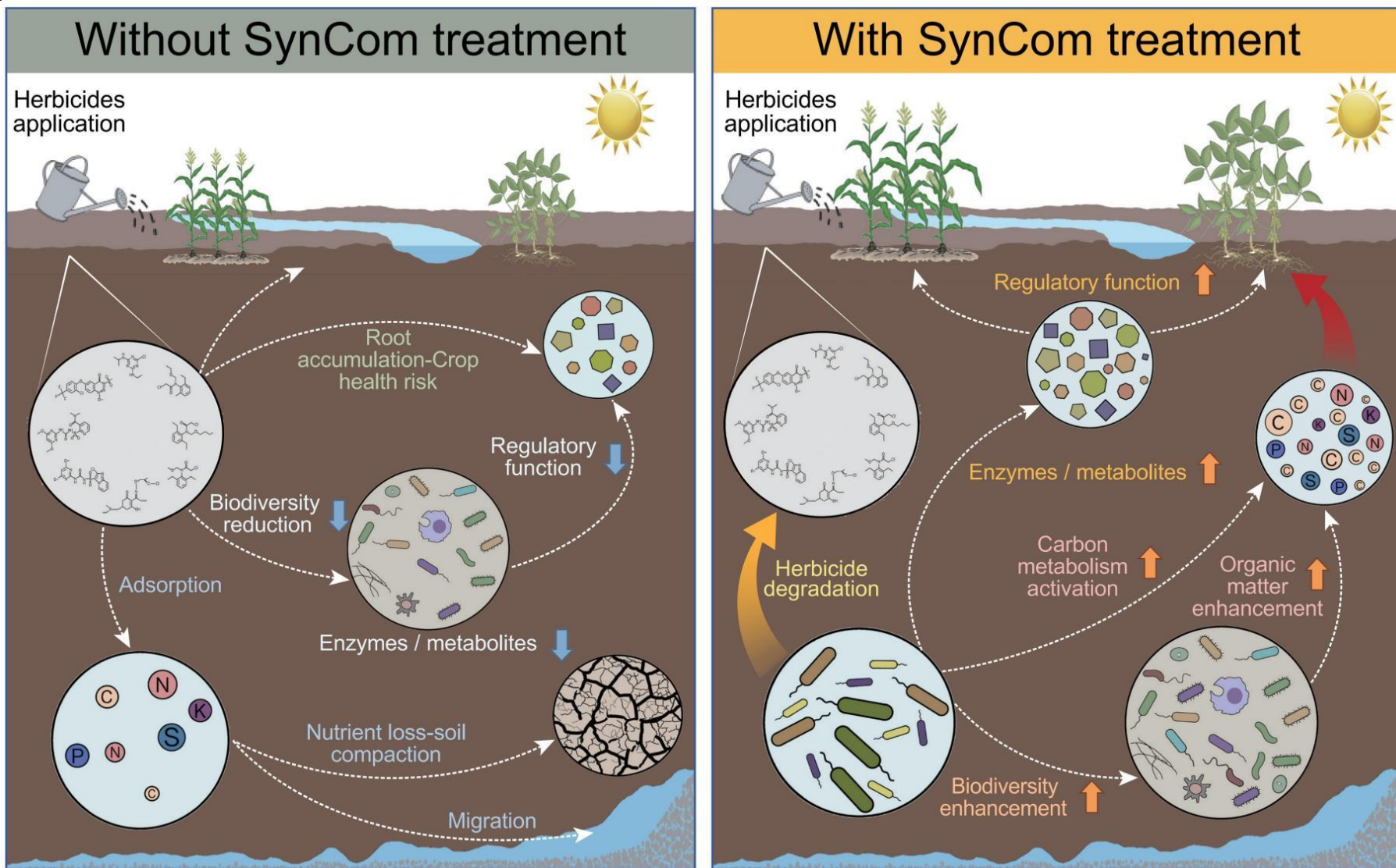


Yuxiao Zhang, Jack A. Gilbert, Xuan Liu, Li Nie, Xiyuan Xu, Guifeng Gao, Lihui Lyu, et al. 2025. SynCom Mediated Herbicide Degradation Activates Microbial Carbon Metabolism in Soils.

iMeta 4: e70058. <https://doi.org/10.1002/imt2.70058>



亮点



本研究提出了SynCom在土壤中的除草剂降解与生态系统调节模型。我们证明了SynCom“S1-S4”在修复8种复合除草剂、提升土壤生物多样性与碳代谢功能、以及增加土壤有机质含量方面的有效性。本研究为除草剂污染土壤的微生物修复提供了新见解，为农业可持续发展提供了切实可行的解决方案。



结果

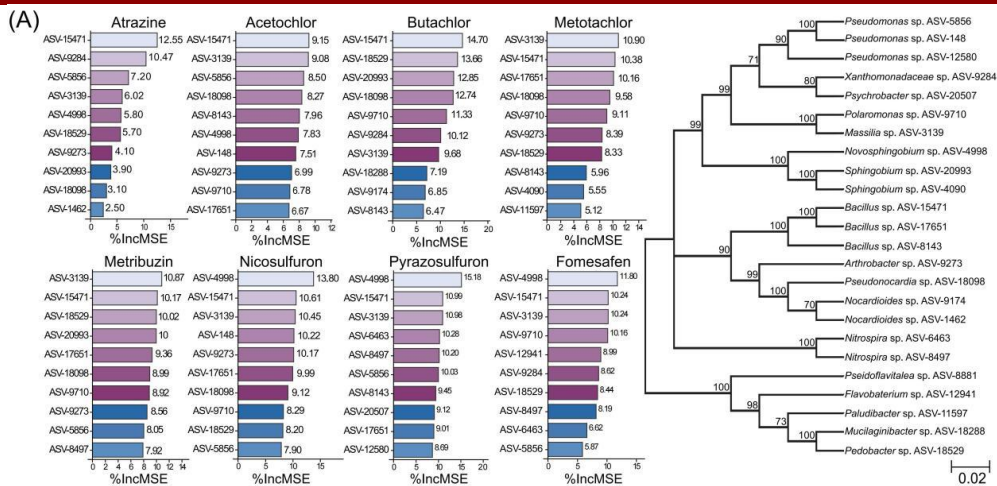
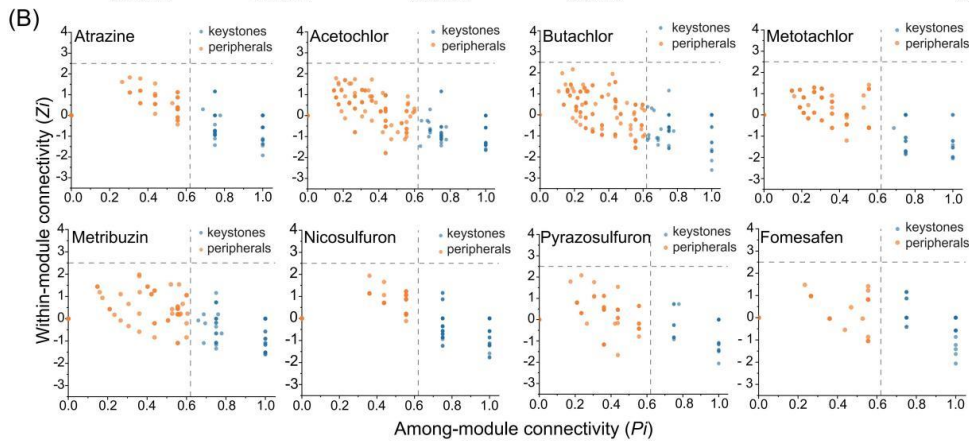
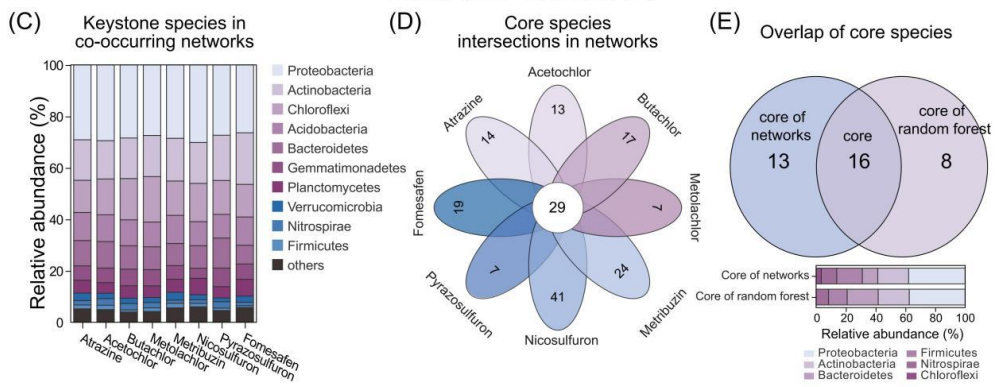


图1. 通过随机森林模型与共现网络筛选潜在除草剂降解关键物种

(A) RF模型预测细菌物种对除草剂残留水平的解释结果，以及基于16S rRNA基因序列构建的核心ASVs系统发育树(NJ树)。



(B) 基于共现网络的关键物种筛选。根据拓扑特征用虚线将节点属性分为关键类群(橙色)与边缘类群(蓝色)，关键类群包括模块中心、连接枢纽和网络枢纽。



(C) 共现网络中关键物种的门水平相对丰度。

(D) 8种除草剂构建的共现网络中关键物种的韦恩图。

(E) 共现网络关键物种与随机森林核心物种的韦恩图及门水平相对丰度。网络与随机森林的交集定义为潜在降解功能物种。



结果

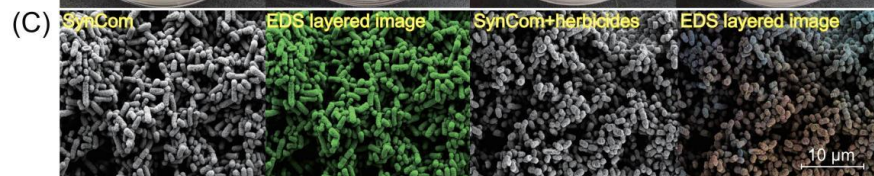
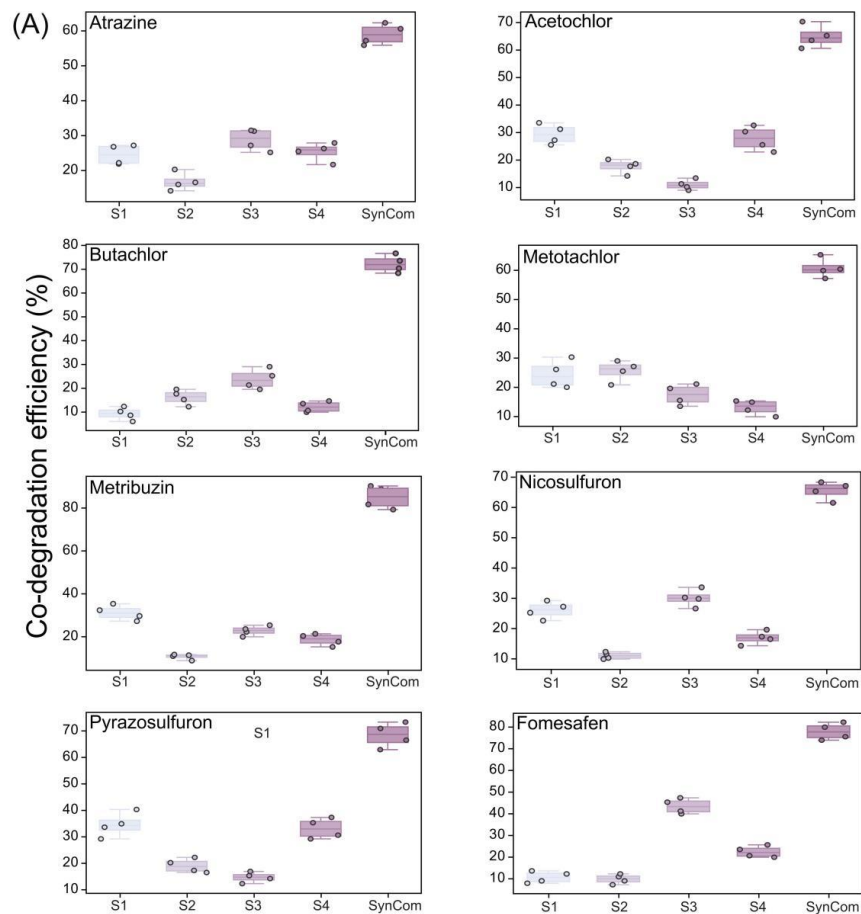


图2. 菌株S1-S4的形态特征及基因组功能注释

(A) 单一功能菌株与SynCom对8种除草剂的共降解效率。

(B) 功能菌株的菌落形态与SEM图像。

(C) 添加除草剂前后SynCom的SEM电镜图与EDS图像。



结果

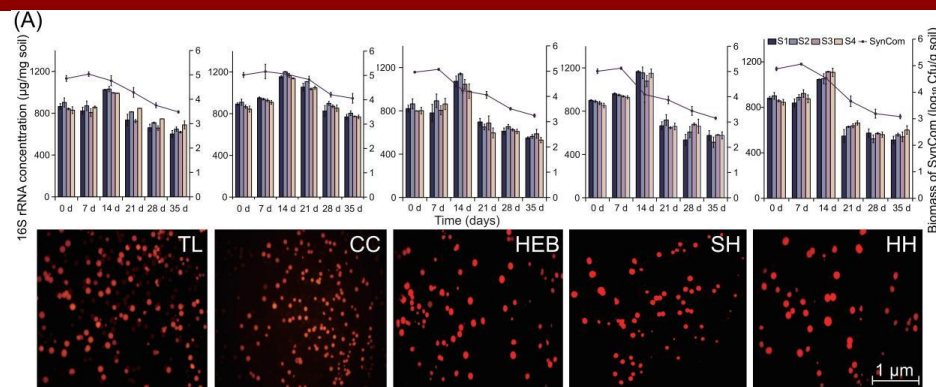
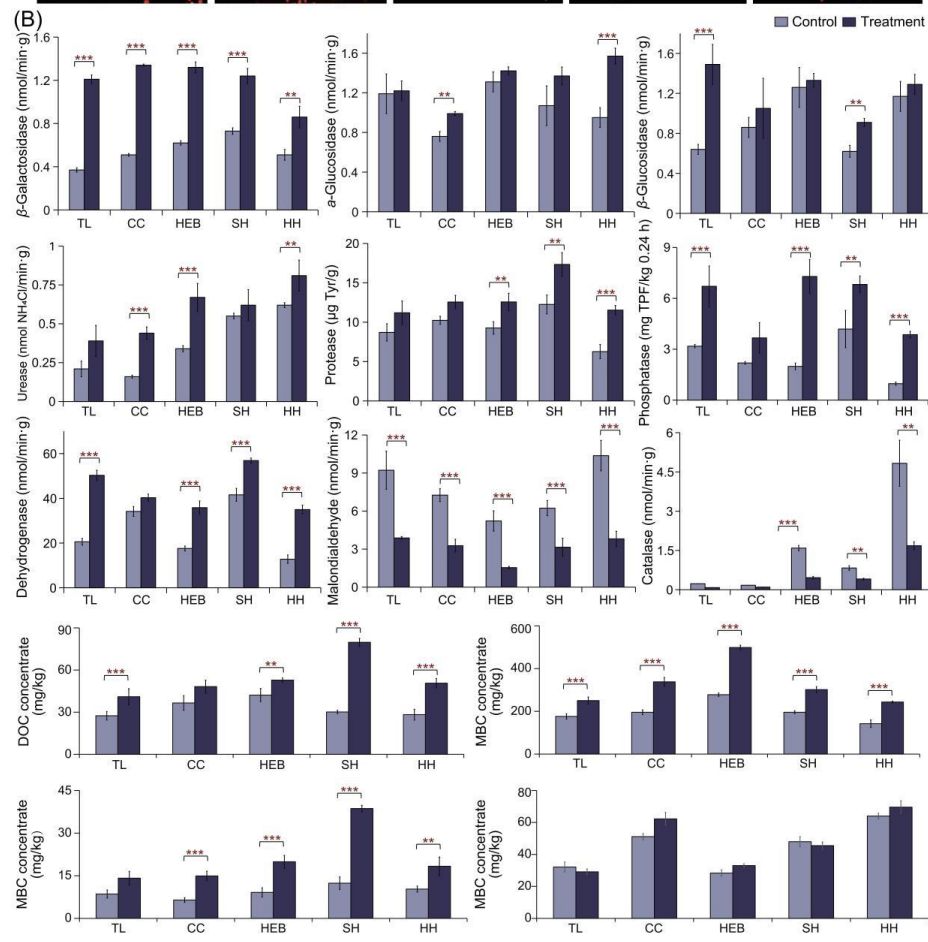


图3. SynCom对土壤除草剂降解、酶活性调控及养分提升的影响

(A) SynCom在土壤中的定殖能力。



(B) 处理组与对照组的土壤酶活性（第14天，平均最大降解斜率），土壤DOC、MBC、DON和AP浓度（第35天）。



结果

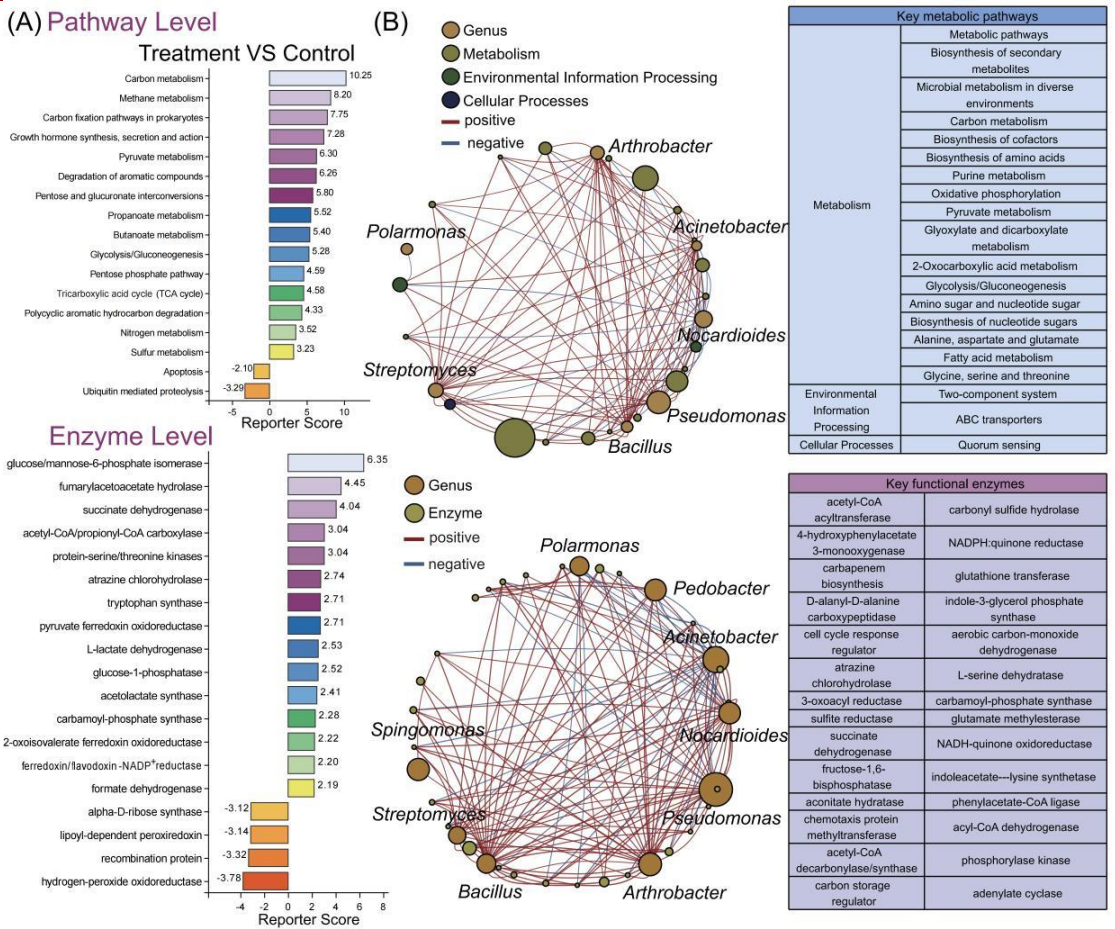
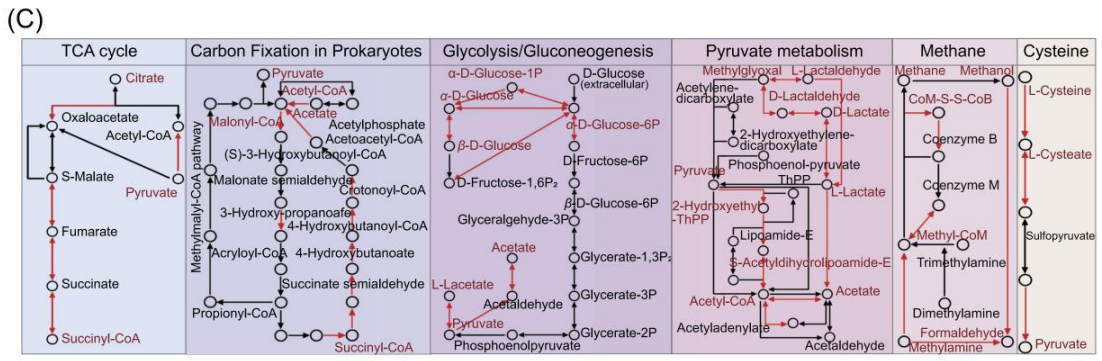


图4. SynCom对KEGG通路与酶水平土壤代谢功能的影响

(A) 处理组与对照组显著差异的KEGG通路及关键功能酶。

(B) 处理组物种与功能的关联网络。

(C) SynCom对土壤碳代谢主要通路的调控作用 (红色箭头表示该功能显著上调)。





结果

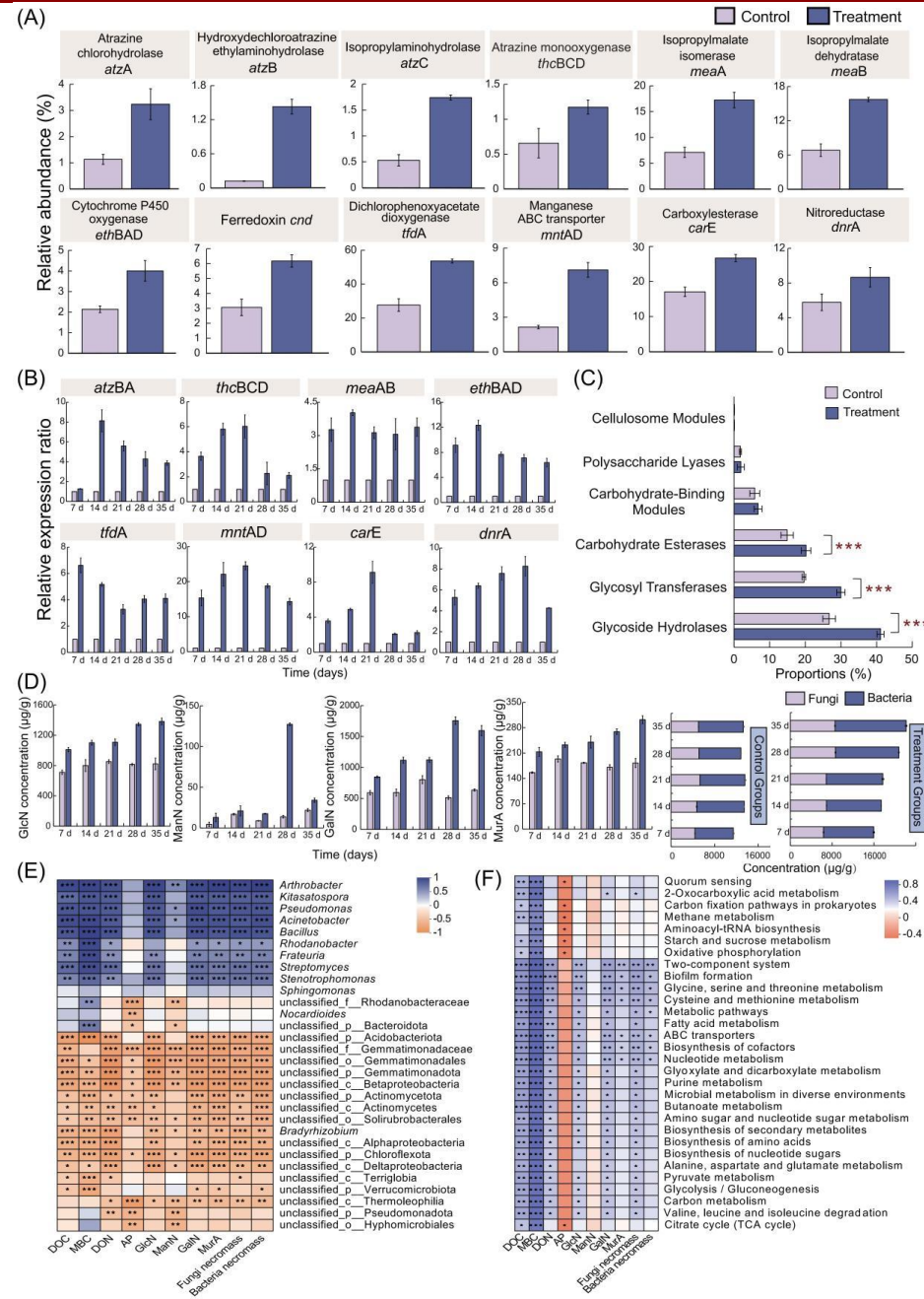


图5. SynCom对土壤除草剂降解及微生物碳库功能的影响

(A) 宏基因组注释下除草剂降解关键酶的表达水平。

(B) qRT-PCR检测土壤中除草剂降解功能蛋白表达水平。

(C) 宏基因组注释下碳水化合物活性酶 (CAZy) 的相对丰度。

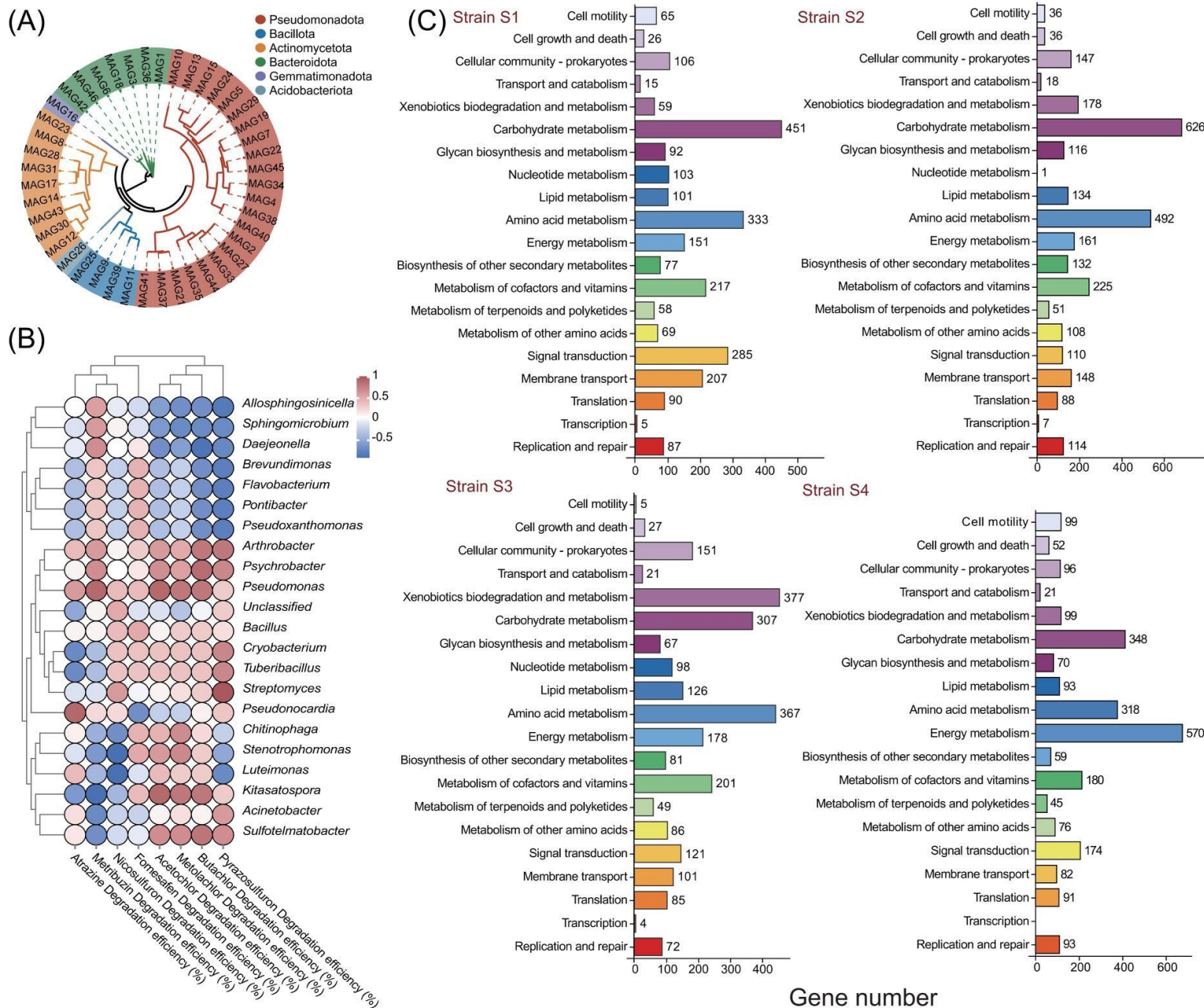
(D) 降解过程中土壤氨基糖与微生物残体碳的含量。

(E) 土壤活性组分、微生物残体与物种组成的Spearman相关性热图。

(F) 土壤活性组分、微生物残体与代谢功能水平的Spearman相关性热图。



结果



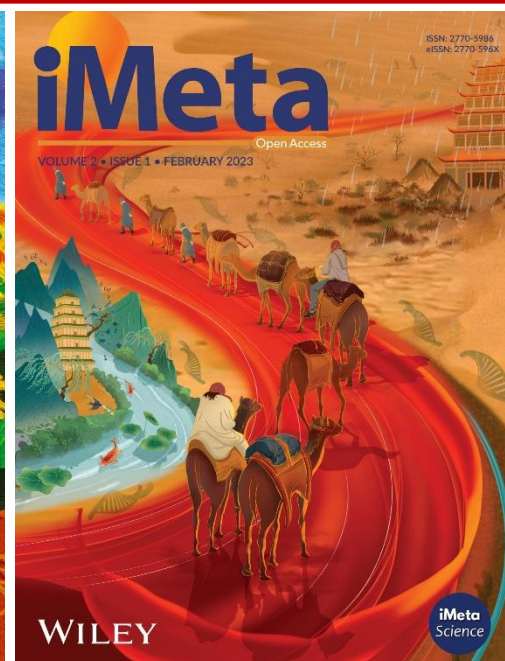


总结

- 通过随机森林模型与共现网络的交叉分析，筛选出了16种关键物种。
- 由4个成员组成的SynCom能降解多种除草剂、稳定定殖在土壤中并调控土壤酶活水平。
- 施用SynCom促进了土壤中碳水化合物活性酶CAZy的丰度和微生物残体碳的积累。
- SynCom促进了土壤中微生物的碳代谢功能，包括三羧酸循环、丙酮酸代谢和糖酵解等。
- SynCom成员占据了不同的生态位并实现“分工合作”。

Yuxiao Zhang, Jack A. Gilbert, Xuan Liu, Li Nie, Xiyuan Xu, Guifeng Gao, Lihui Lyu, et al. 2025. SynCom Mediated Herbicide Degradation Activates Microbial Carbon Metabolism in Soils.

iMeta 4: e70058. <https://doi.org/10.1002/imt2.70058>



iMeta期刊(影响因子**33.2**)由宏科学、千名华人科学家和威立出版, 主编刘双江和傅静远教授。目标为生物/医学/环境综合期刊群(对标Cell), 高影响力的研究、方法和综述欢迎投稿, 重点关注生物技术、大数据和组学等前沿交叉学科, 已被**SCIE**、**PubMed**等收录, IF 33.2位列全球SCI期刊第65(前千分之三), 微生物学研究类全球第一, 中国第5, 中科院生物学双1区Top; 外审平均21天, 投稿至发表中位数87天。

子刊**iMetaOmics**(主编赵方庆和于君教授)、**iMetaMed** 定位IF>10和15的综合、医学期刊, 欢迎投稿!



主页: <http://www.imeta.science>

出版社: <https://wileyonlinelibrary.com/journal/imeta>

iMeta: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMT2>

投稿: iMetaOmics: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMO2>

iMetaMed: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMM3>



office@imeta.science

imetaomics@imeta.science



宣传片



[iMeta](#)



更新日期
2025/6/18