



CO₂升高的条件下，作物通过改变根系性状和根际微食物网来挖掘磷营养以满足生长需求

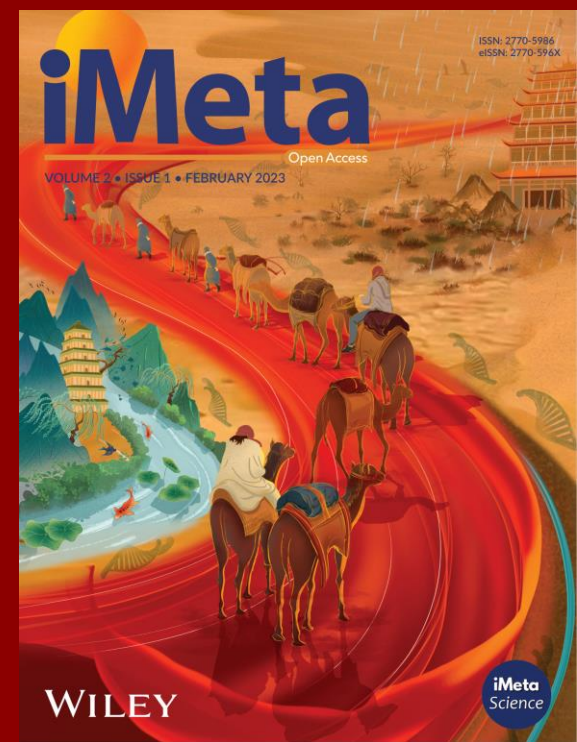
周娜¹、韩雪¹、胡宁²、韩硕¹、袁梦¹、李忠芳²、王素娟²、李迎春¹、
李洪波^{1*}、Zed Rengel³、蒋瑀霁^{4*}、娄翼来^{1*}

¹ 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

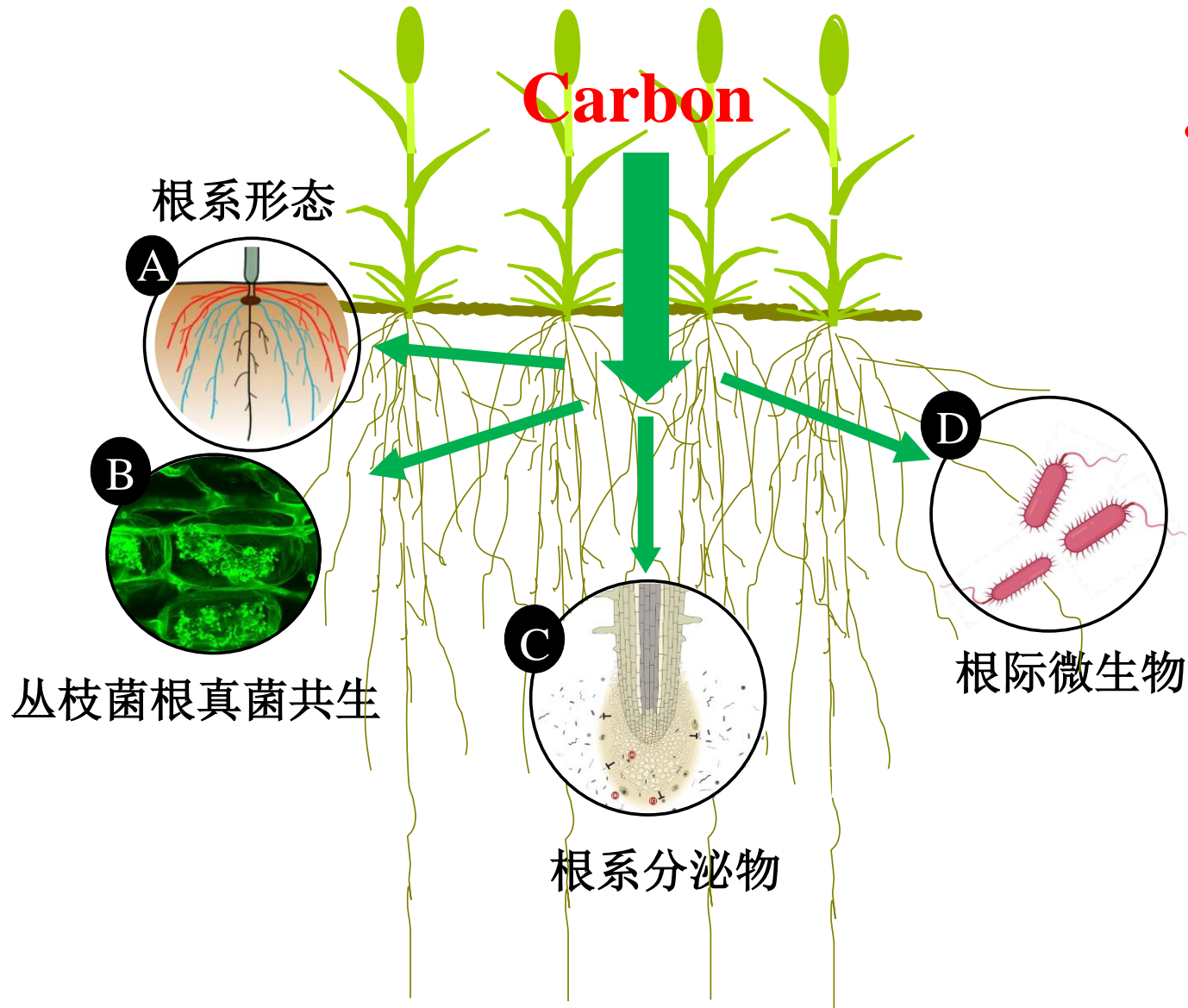
² 贺州学院

³ 澳大利亚西澳大学

⁴ 福建农林大学



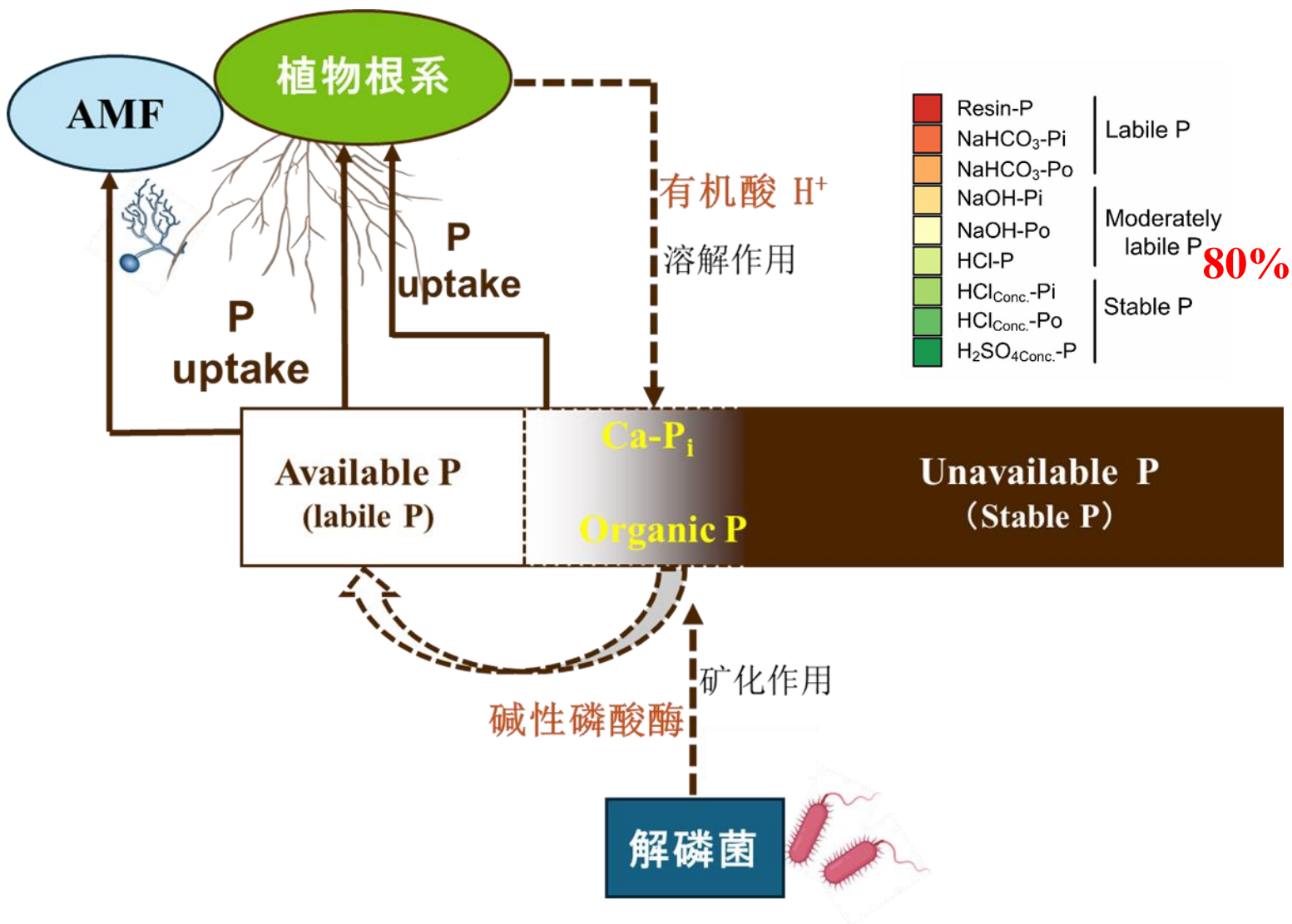
Na Zhou, Xue Han, Ning Hu, Shuo Han, Meng Yuan, Zhongfang Li, Sujuan Wang, et al. 2024. The crop mined phosphorus nutrition via modifying root traits and rhizosphere micro-food web to meet the increased growth demand under elevated CO₂. *iMeta* 3: e245. <https://doi.org/10.1002/imt2.245>



- **磷**是植物和土壤生物群生长所必需的元素，是植物能量代谢、光合作用和呼吸作用等众多生理过程的重要基础元素。
- 植物通过调节**根系形态**、**生理**、**菌根共生**及**根际微生物**变化获取土壤中的养分（如，磷）。



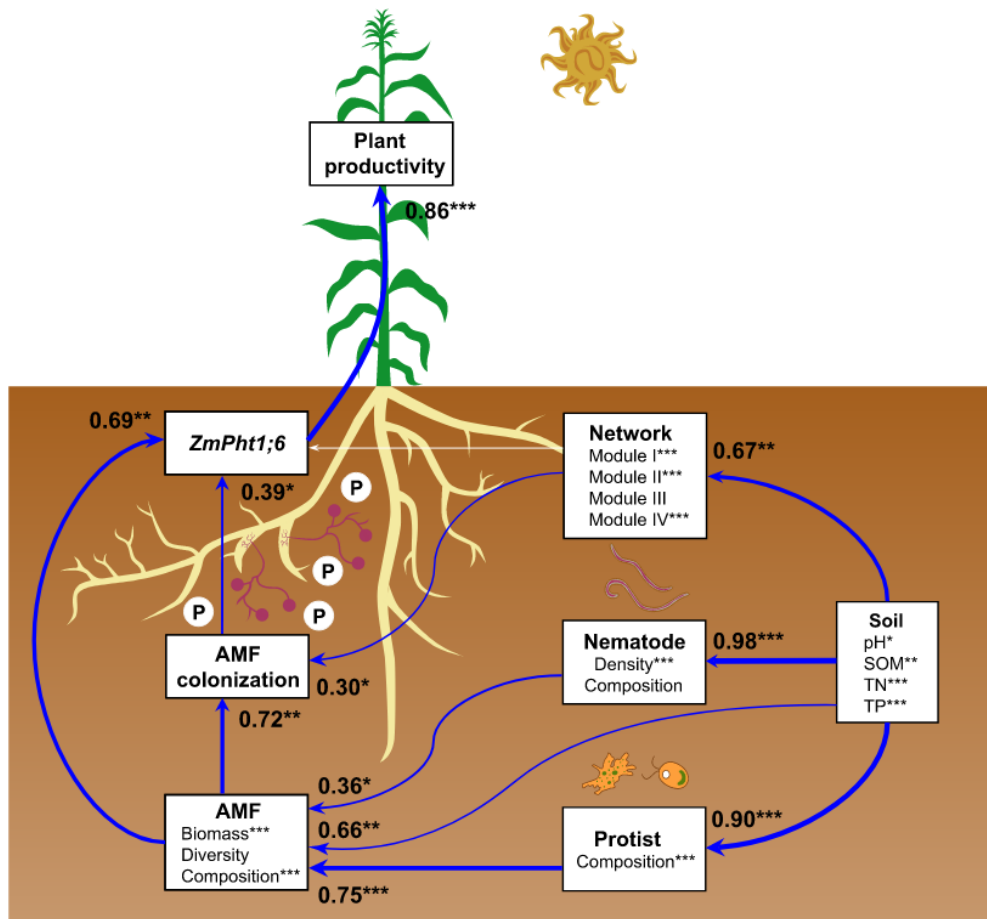
背景



- 植物根系和菌根真菌直接吸收土壤中的有效磷。
- 对于中度不稳定磷，植物根系通过分泌有机酸根离子，溶解无机磷。
- 土壤微生物能够通过分泌碱性磷酸酶等，矿化有机磷，补充有效态磷。

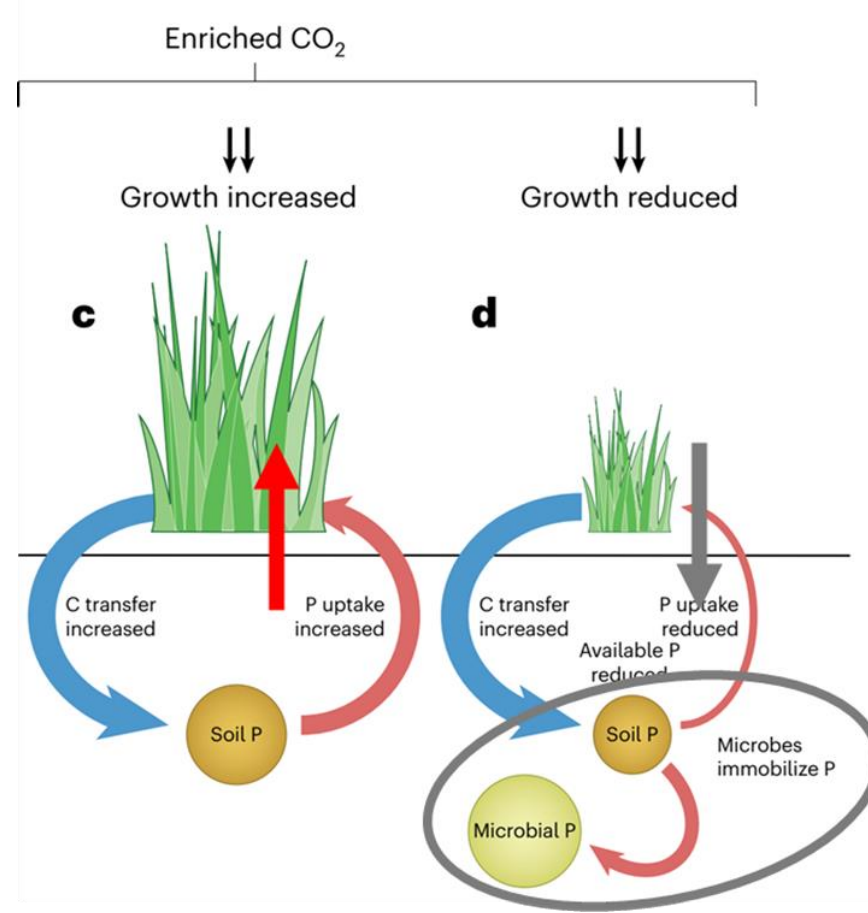


背景



“微生物-原生动-线虫”组成的土壤微食物网在促进磷循环，植物生长和生态系统功能方面发挥着关键作用。

Jiang *et al.* 2020



CO₂浓度提升，植物可以增加对地下部分的碳分配，进而调节植物和微生物之间对磷的竞争，这可能会进一步影响根际土壤微食物网的结构和功能。

Turner *et al.* 2023



科学问题

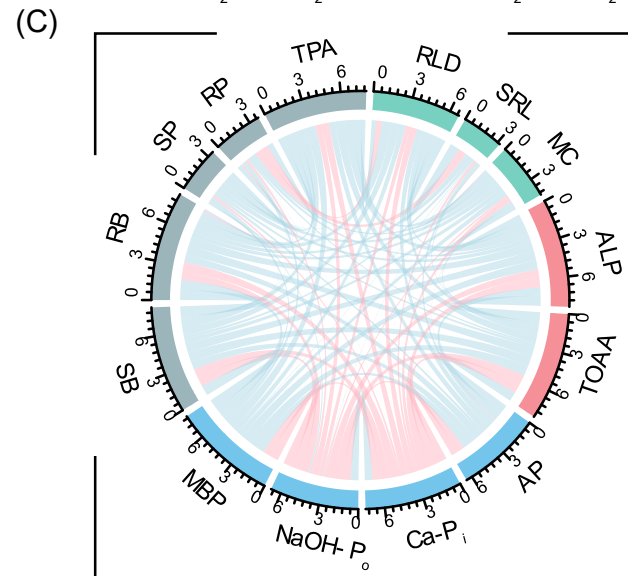
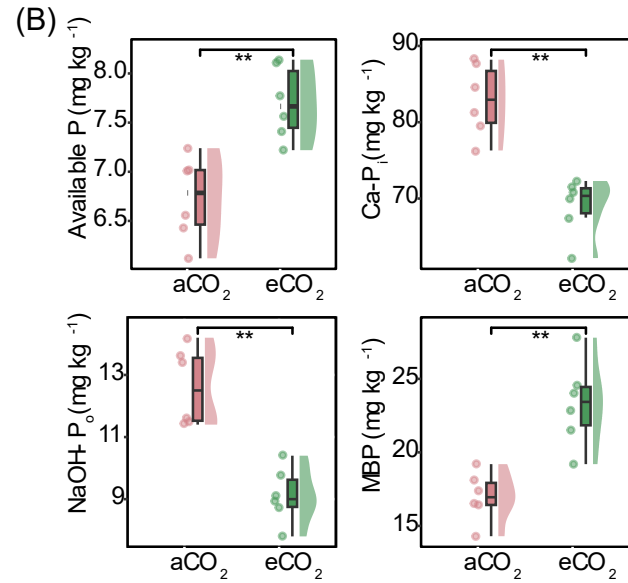
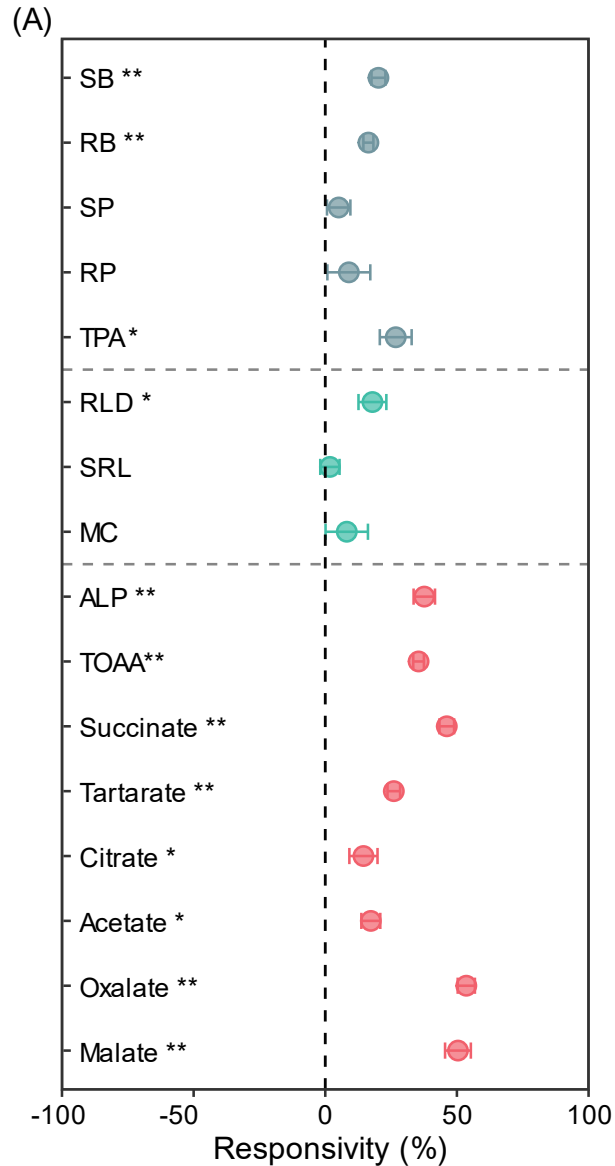
1. 二氧化碳浓度升高如何影响小麦生长、植株磷积累和根际磷组分？
2. 在二氧化碳浓度升高条件下，植物是否以及如何协调根系形态生理特征、产碱性磷酸单酯酶细菌和丛枝菌根真菌群落来捕获土壤有效磷？
3. 二氧化碳浓度升高，原生动物和线虫与其潜在猎物（产碱性磷酸单酯酶细菌和丛枝菌根真菌群落）在作物磷获取中的作用机制是什么？

- FACE系统建立在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所实验基地，位于北京市昌平区(116° 8' E, 40° 8' N)。

- 试验处理：
 - ✓ 种植模式为小麦-玉米轮作，包括两个处理：
 1. 环境CO₂ (**aCO₂**, $415 \pm 16 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)
 2. 升高CO₂ (**eCO₂**, $550 \pm 17 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)

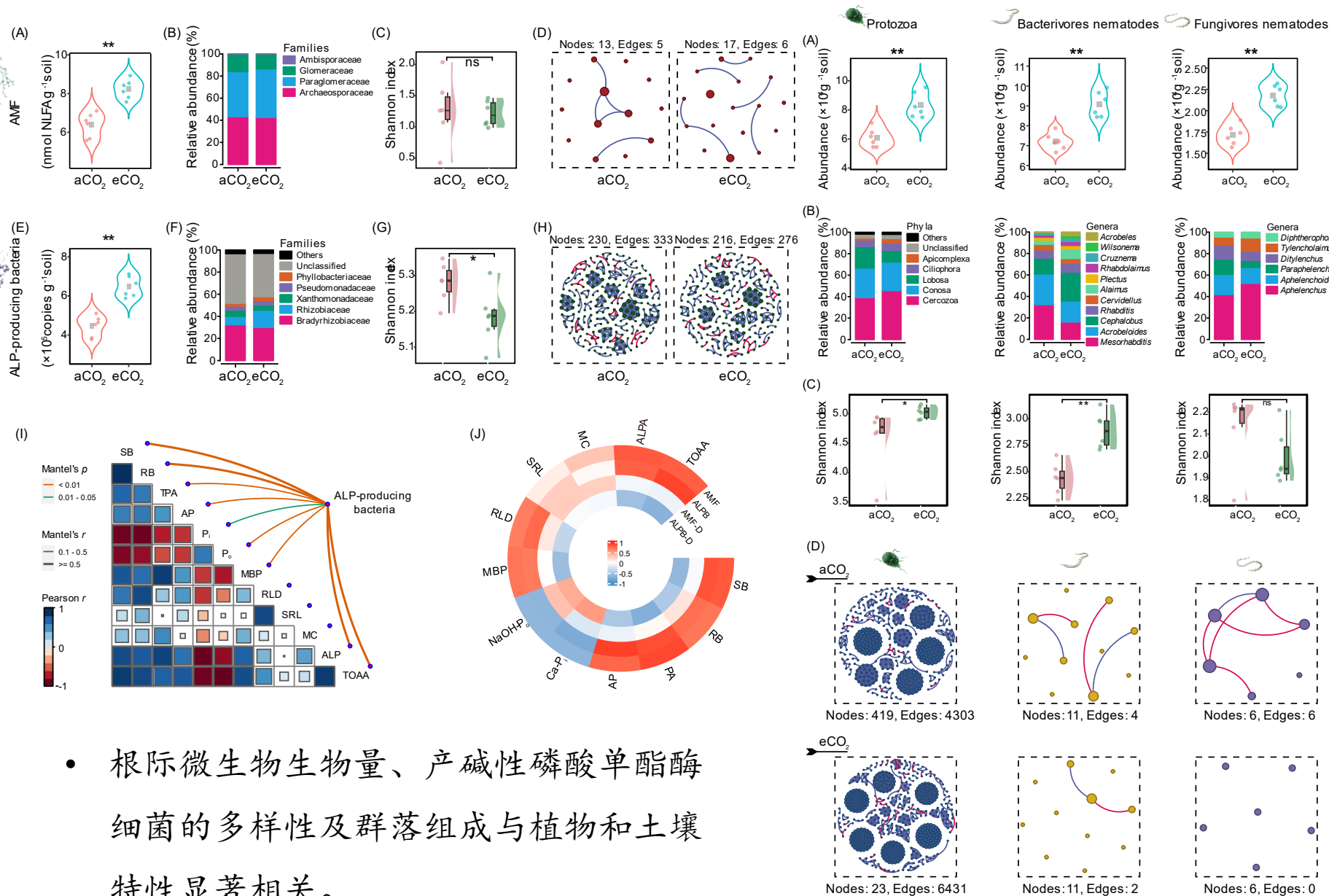


结果



- 二氧化碳提升促进了小麦地上部和根系生物量及磷积累量。
- eCO₂增加了小麦根长密度；提高了碱性磷酸酶活性和根系有机酸的分泌。
- eCO₂降低了Ca-P_i和P_o含量，提高了有效态磷和微生物量磷的含量。

结果



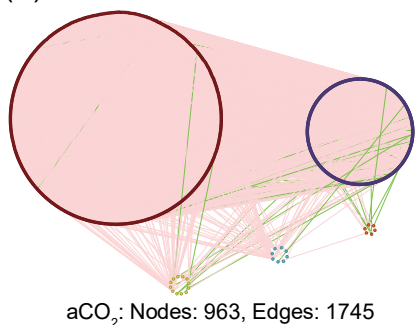
- ✓ eCO₂显著促进了根际微生物组的**生长**。
- ✓ eCO₂改变了产碱性磷酸单酯酶细菌（尤其是**根瘤菌科**），线虫优势种的相对丰度。
- ✓ eCO₂降低了产碱性磷酸单酯酶细菌的多样性，增加了原生动物和食细菌线虫的多样性。
- ✓ eCO₂降低了AMF、碱性磷酸酶细菌和线虫的**网络结构**，但增强了原生动物的网络结构。

• 根际微生物生物量、产碱性磷酸单酯酶细菌的多样性及群落组成与植物和土壤特性显著相关。

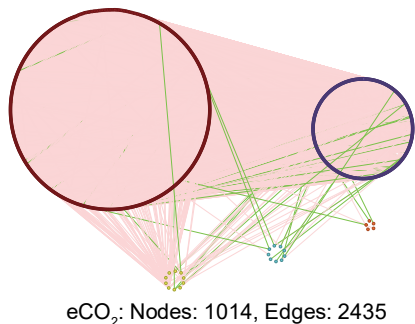


结果

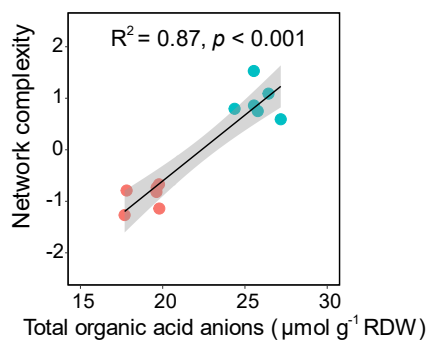
(A)



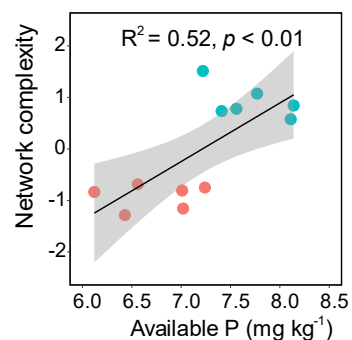
(B)



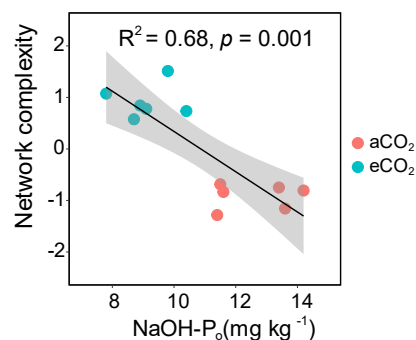
(C)



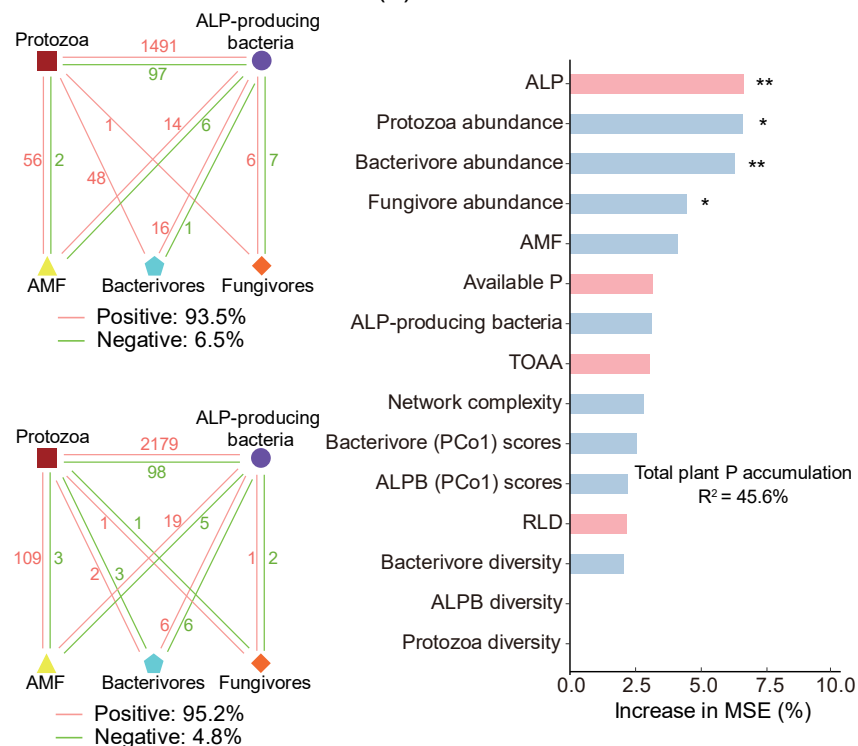
(D)



(E)



(F)

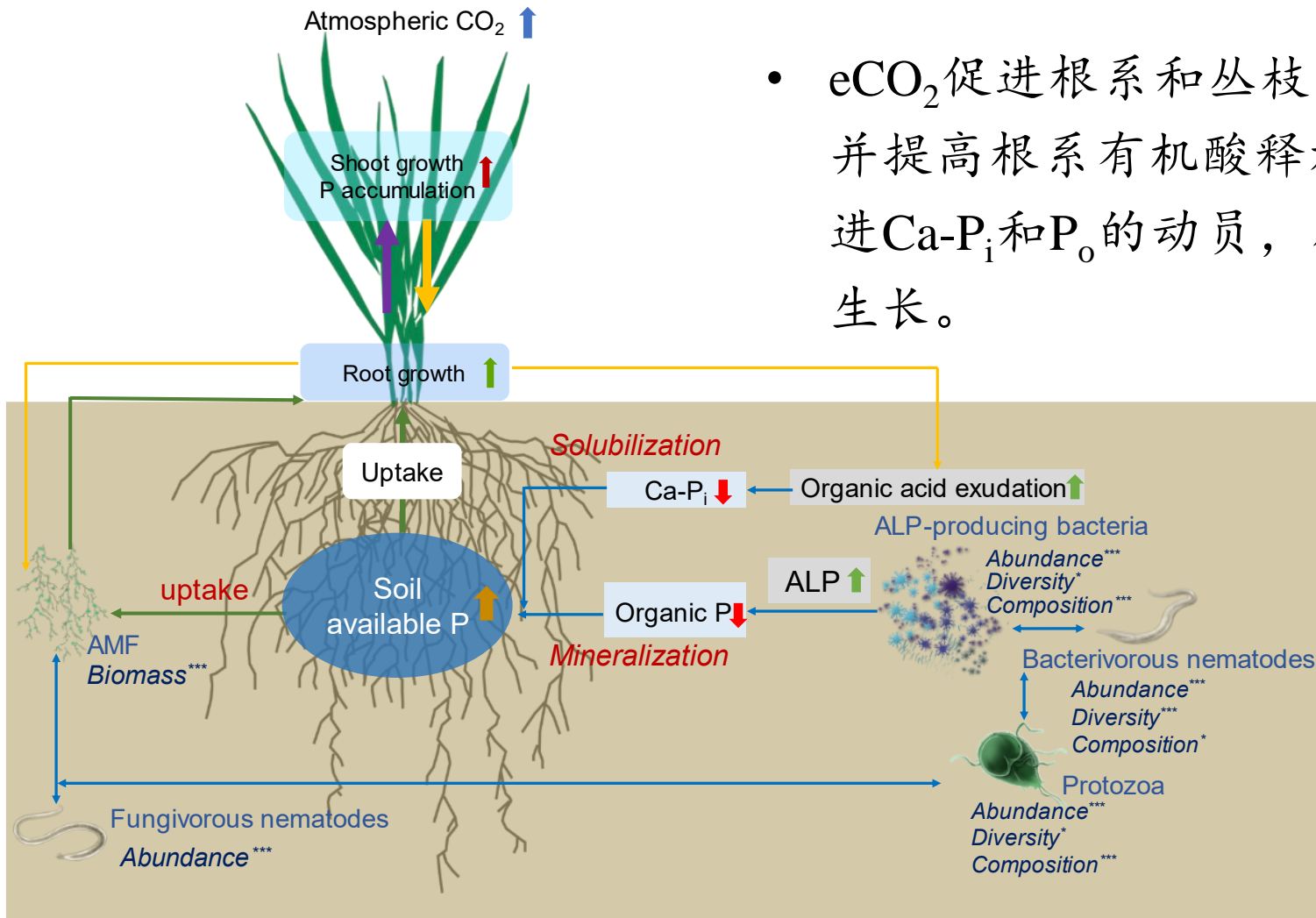


对于整体微生物网络:

- eCO₂显著增加了根际微生物组网络的点, 边, 平均度, 连通性; 显著改变了微生物之间的相互关系。
- 总有机酸和有效磷与根际微生物组的网络结构复杂度呈正相关, 与有机磷呈负相关。
- 植物磷累积总量显著受到碱性磷酸酶活性和微生物因素的影响。

结论

- eCO₂促进根系和丛枝菌根真菌生长以吸收有效磷，并提高根系有机酸释放和根际碱性磷酸酶活性以促进Ca-P_i和P_o的动员，从而**提高有效磷**的含量和小麦生长。



- eCO₂加强了土壤微生物组间的**相互关系**，进而调节产碱性磷酸单酯酶细菌和丛枝菌根真菌对土壤磷的矿化和吸收。

Na Zhou, Xue Han, Ning Hu, Shuo Han, Meng Yuan, Zhongfang Li, Sujuan Wang, et al. 2024. The crop mined phosphorus nutrition via modifying root traits and rhizosphere micro-food web to meet the increased growth demand under elevated CO₂. *iMeta* 3: e245. <https://doi.org/10.1002/imt2.245>



“**iMeta**” (影响因子**23.7**)由威立、肠菌分会和数千名华人科学家出版的期刊，主编刘双江和傅静远教授。收稿范围：任何领域高影响力的研究、方法和综述，重点关注微生物组、生物信息、大数据和多组学等；影响力：[ESCI/WOS/JCR](#)、[PubMed](#)、[Google](#)、[Scopus](#)收录，**IF 23.7**位列微生物学研究期刊全球第一；时效性：外审平均21天；投稿至发表中位数57天；“**iMetaOmics**”主编赵方庆和于君教授，定位**IF>10**的高水平交叉学科综合期刊，欢迎投稿！



主页: <http://www.imeta.science>

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



office@imeta.science

imetaomics@imeta.science



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

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



宣传片



iMeta

