

湿地植物根际微生物群落结构及其对土壤磷形态转化的影响

研究生：朱芸芸；导师：李敏 教授



研究背景

水体富营养化问题日益突出，我国25个湖泊的调查数据显示，23个湖泊水体超过了富营养化指标。在湿地中，作为水体富营养化的因子——氮、磷的最终去除，除了植物的吸收，主要靠微生物的作用。目前有关湿地的研究大多都集中在植物的筛选，去除污染物的能力大小方面，对于湿地植物根际微生物与植物间的相互作用，对去除污染物的影响机理的报道较少。

研究内容

- 根际/非根际土壤微生物含量及群落结构的季节分布特征
- 根际土壤中磷含量的季节分布特征
- 植物根际土壤中PLFA含量与土壤养分及各形态磷含量的相关性

研究方法

实验方法

- 磷脂脂肪酸分析技术测定微生物含量

抽提、分离、甲酯化，在GC-MS上测得不同的PLFA谱图，对照已识别的PLFA确定微生物的种类

- 化学连续提取法测定不同形态OP、IP

OP: L-OP, ML-OP, MR-OP, HR-OP

IP: Ex-P, Al-P, Fe-P, Oc-P, Ca-P

- 土壤熏蒸法测定土壤微生物量磷

土壤经氯仿熏蒸，导致微生物体内的磷释放，经NaHCO₃以一定的比例震荡提取来测定其含量

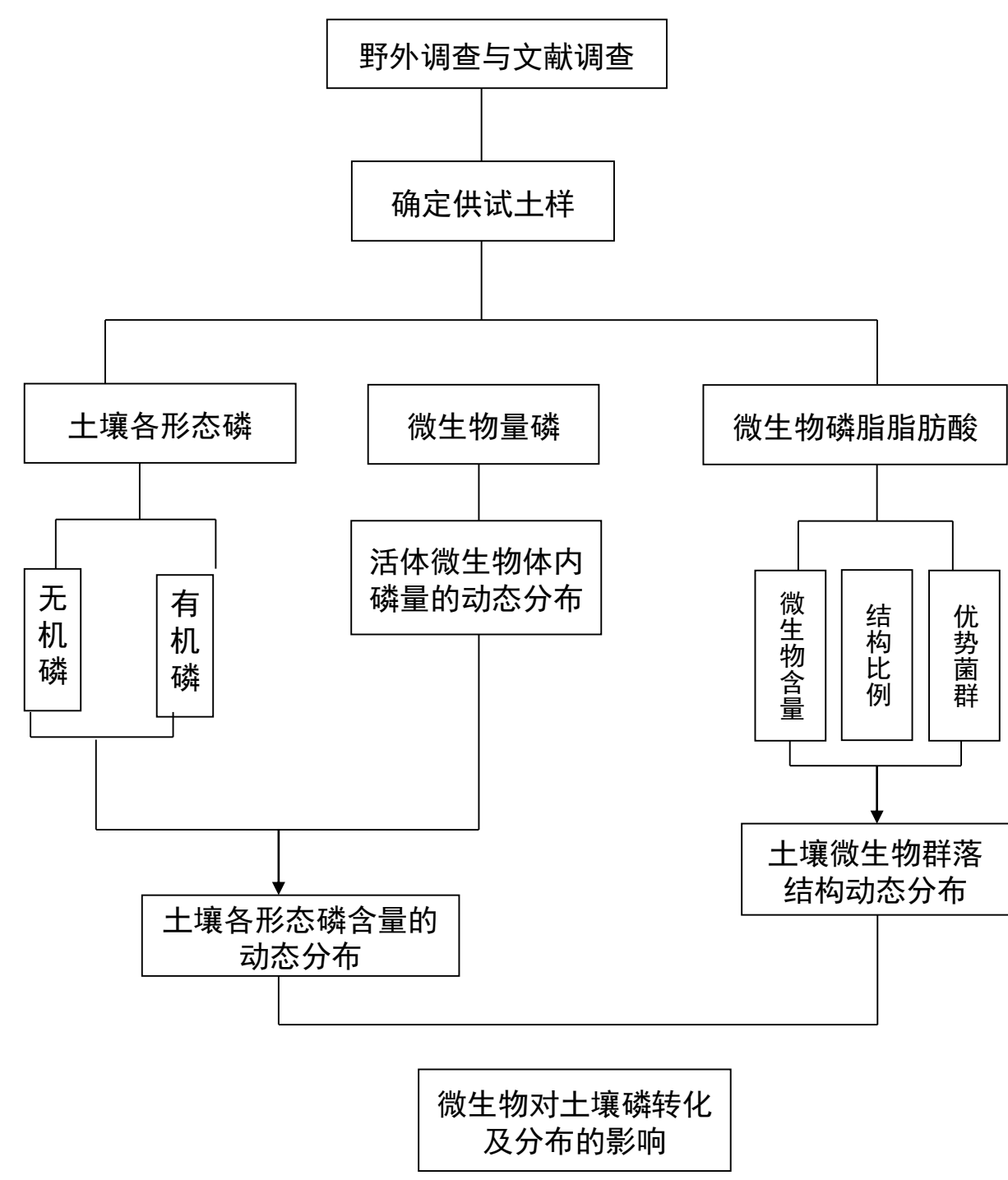


Fig.1 技术路线

三种湿地植物



芦苇



茭白



扁秆蔗草

结果与讨论

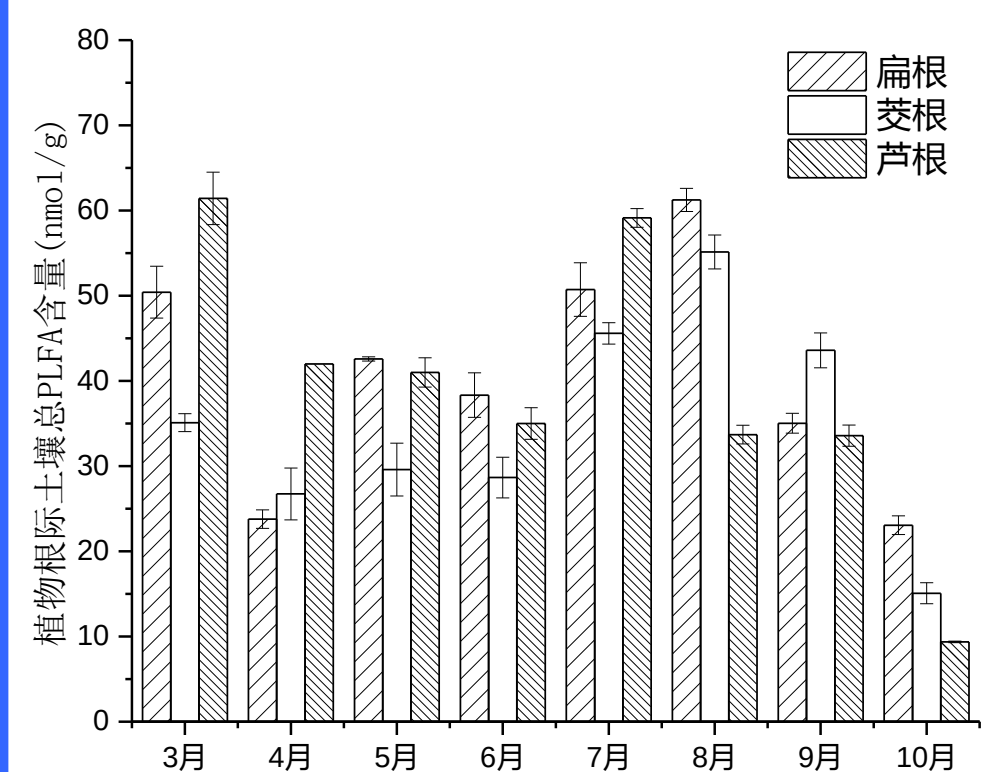


Fig.2 总PLFA含量的季节分布

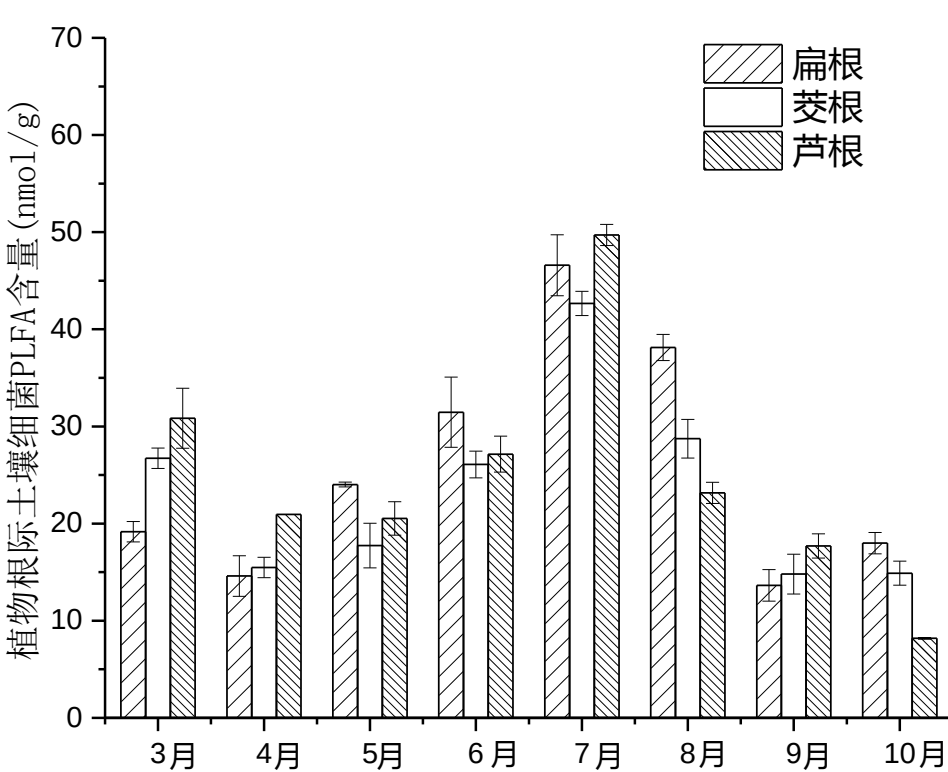


Fig.3 细菌PLFA含量的季节分布

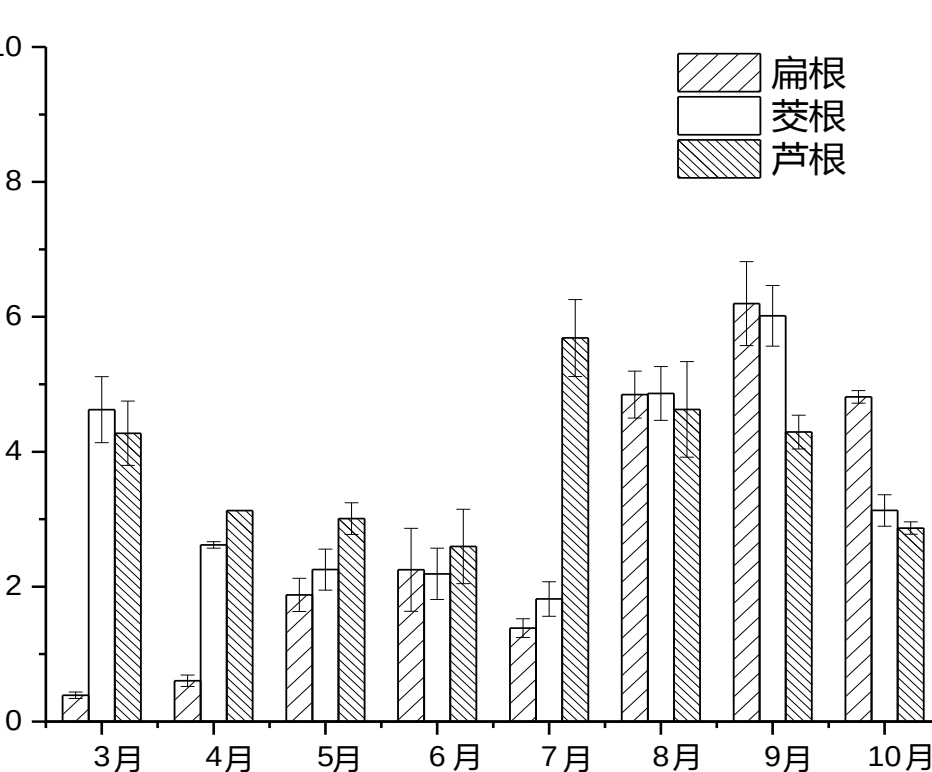


Fig.4 真菌PLFA含量的季节分布

根际/非根际微生物含量的季节分布

- 不同菌群PLFA含量变化趋势为：先降低再升高后降低，土壤中微生物含量主要受土壤区域、植物生长及季节变化影响，衰亡期的根际微环境能促进真菌的生长。
- 根际微生物量明显高于非根际含量，植物生长状况对根际土壤中微生物分布的影响大于对非根际，根际TPLFA均值达34.93~40.65 nmol/g，非根际：23.77~29.27 nmol/g。
- 夏季的微生物量显著高于春季和秋季含量；微生物含量分布呈明显的季节规律。

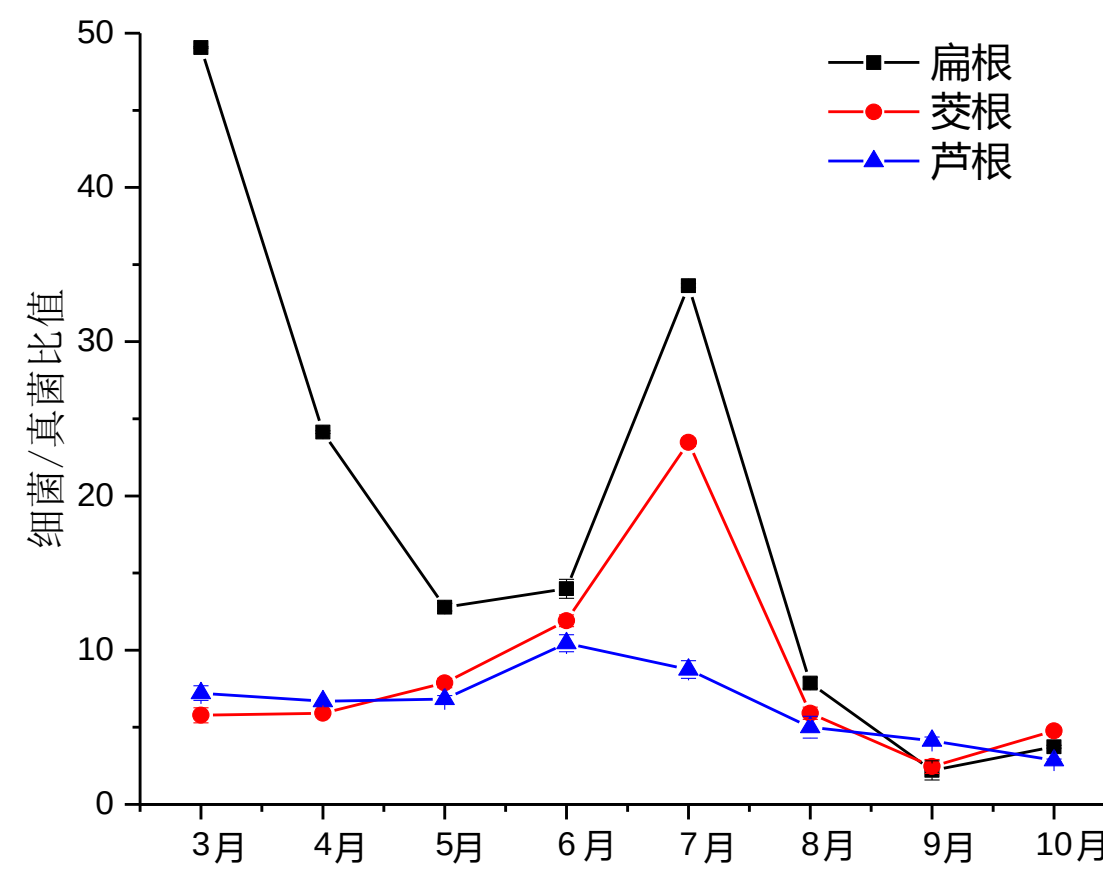


Fig.5 三种植物根际土壤中细菌/真菌的季节分布

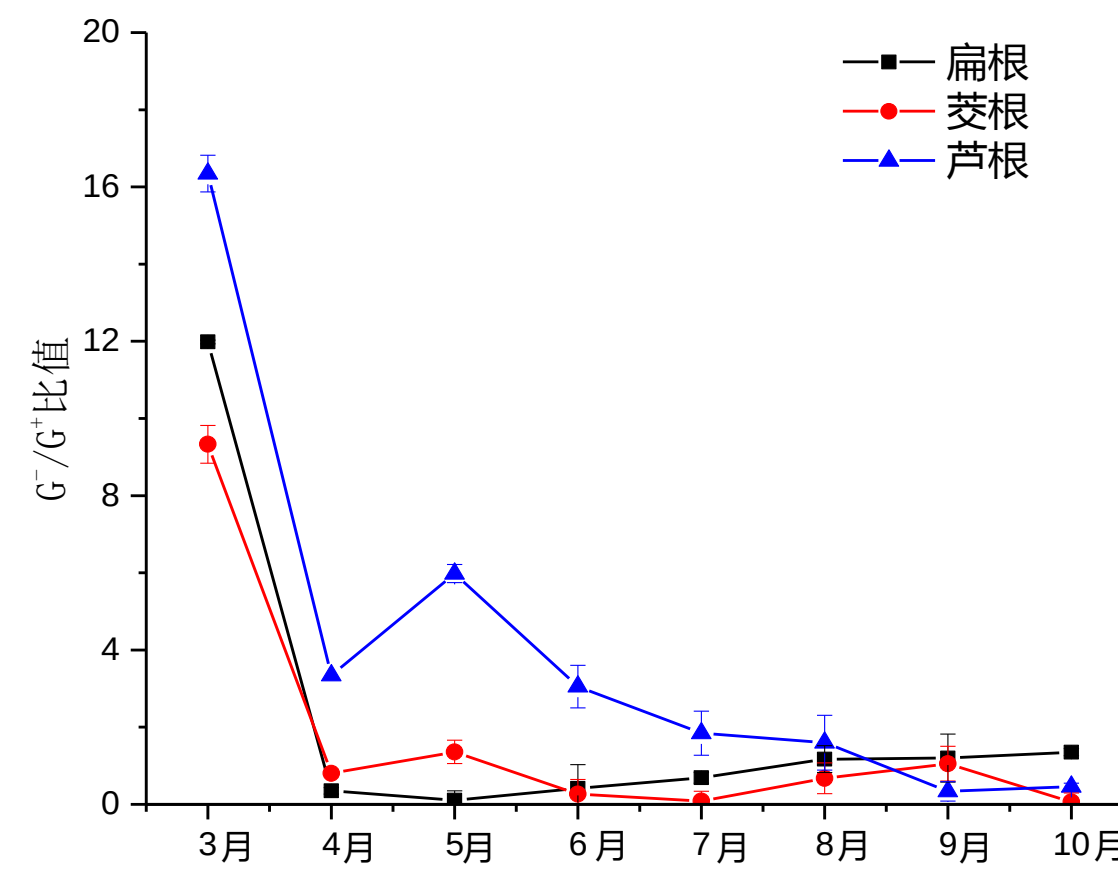


Fig.6 三种植物根际土壤中G-/G+的季节分布

微生物群落结构的季节分布

- 细菌>真菌>放线菌，根际细菌比例均值：65%，真菌比例均值：8%。
- 细菌/真菌受植物生长影响，在植物旺盛生长期，比值达到峰值。
- G-/G+受根际土壤养分水平影响，随着植物生长，G-/G+比值显著降低。

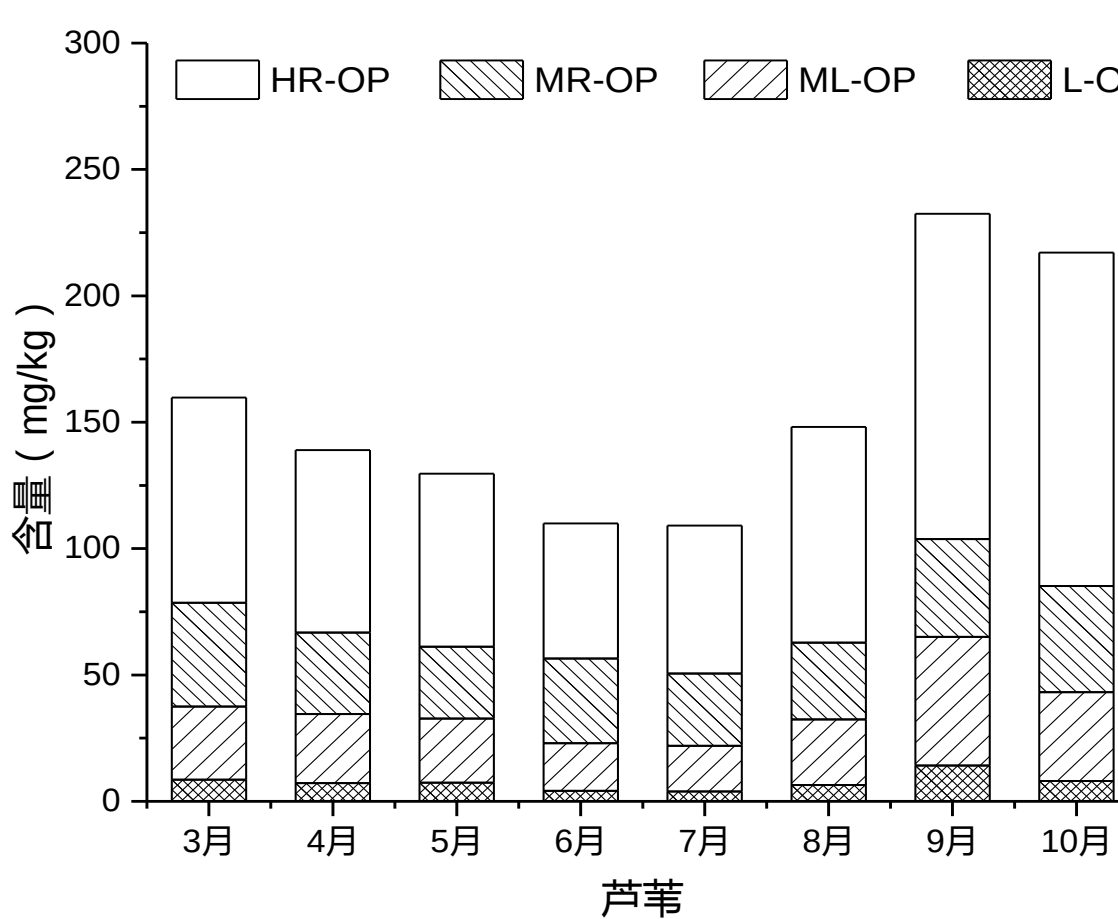


Fig.7 芦苇根际不同形态有机磷的含量季节分布

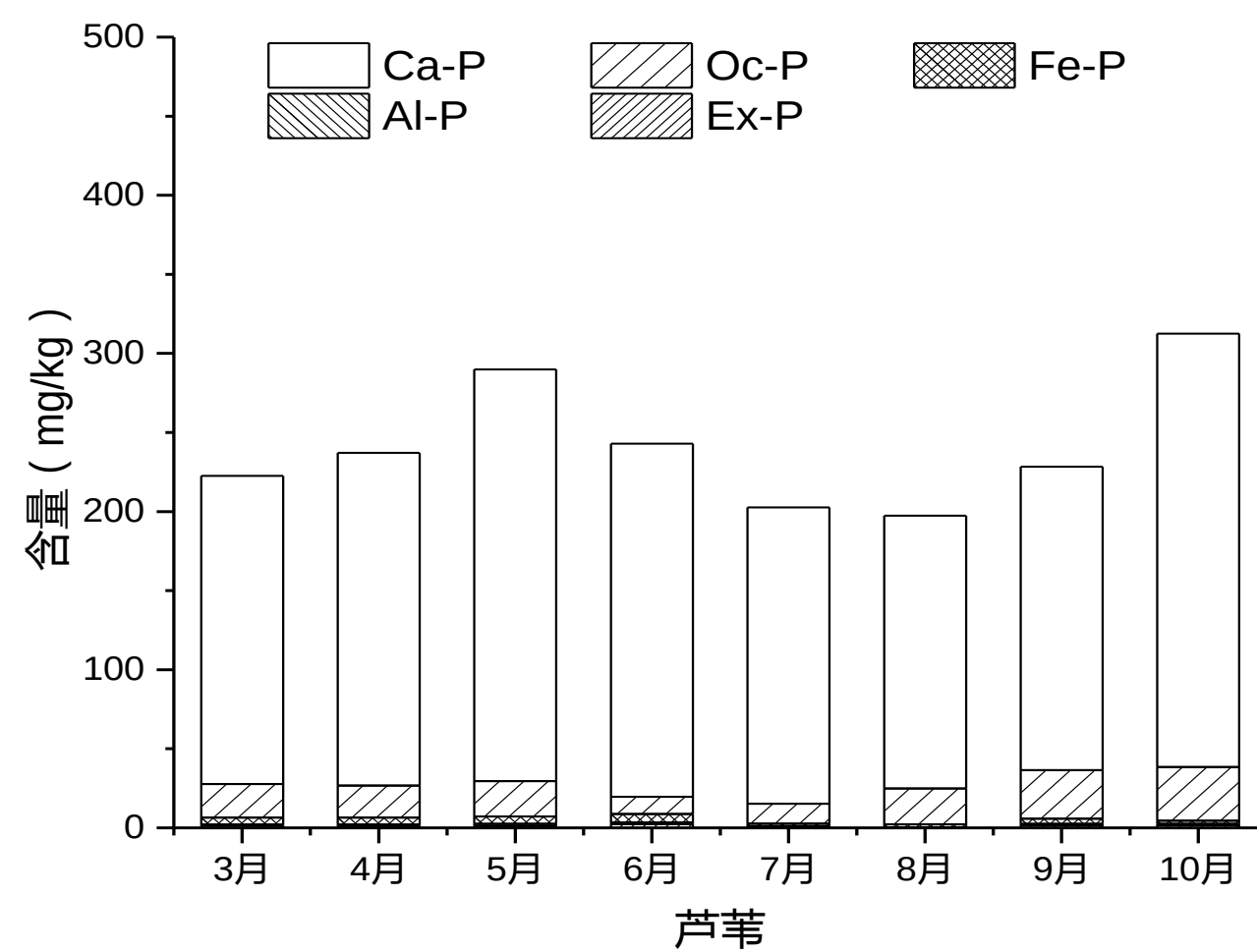


Fig.8 芦苇根际不同形态无机磷的含量季节分布

不同形态OP、IP含量的季节分布

- HR-OP>MR-OP≈ML-OP>L-OP
- Ca-P>Oc-P>Fe-P>Ex-P>Al-P
- L-OP、ML-OP含量在植物旺盛生长时显著降低，MR-OP含量变化最小，枯落物促进HR-OP含量累积
- Ex-P、Al-P及Fe-P在植物旺盛生长期显著降低，衰亡期累积，Oc-P和Ca-P先降低后上升

微生物影响土壤不同磷形态的转化的影响

在植物-微生物体系中，微生物与土壤各形态磷的关系主要受植物生长状况的影响。细菌为磷形态转化的主要功能菌类，能利用大部分形态的OP和IP，并且对HR-OP、Oc-P和Ca-P稳定态磷有一定的转化分解作用，同时SMBP在土壤无机磷与有机磷循环过程中具有重要作用。

Table1 不同形态有机磷及无机磷与微生物PLFA含量的相关性分析

相关系数	Ex-P	Al-P	Fe-P	Oc-P	Ca-P	L-OP	ML-OP	MR-OP	HR-OP
TPLFA	-0.576**	-0.197	-0.095	-0.500*	-0.443*	-0.169	-0.394	-0.128	-0.534**
细菌	-0.456*	-0.170	-0.268	-0.686**	-0.442*	-0.696**	-0.706**	-0.392	-0.651**
真菌	-0.216	-0.252	0.005	0.158	-0.582**	0.397	0.179	0.013	0.431*
G+	-0.336	-0.272	-0.567**	-0.091	-0.222	-0.294	-0.229	-0.180	-0.063
G-	-0.140	-0.097	0.277	-0.028	-0.226	0.257	-0.027	0.258	-0.062

**代表差异达到极显著性水平， $P<0.01$ ；*代表差异达到显著水平， $P<0.05$

结论

- 土壤中微生物含量主要受土壤区域、植物生长及季节变化影响。根际微生物量明显高于非根际含量，夏季微生物含量高于春秋两季含量。植物生长状况对根际土壤中微生物分布的影响大于对非根际，根际TPLFA均值达34.93~40.65 nmol/g，非根际：23.77~29.27 nmol/g。
- 主要的三种菌群比例大小顺序为：细菌>真菌>放线菌，细菌/真菌受植物生长影响，在植物旺盛生长期，比值达到峰值。G-/G+受根际土壤养分水平影响，随着植物生长，G-/G+比值显著降低。根际/非根际土壤中优势菌均为好氧菌，且根际含量高于非根际的含量，但优势菌种类差异不大。
- 植物根系引起的磷浓度差异会促使土壤中磷素向着根表方向迁移扩散，植物旺盛生长期，根际土壤中的TIP含量普遍低于非根际，根际土壤TOP含量显著高于非根际。在植物-微生物体系中，细菌为磷形态转化的主要功能菌类，能利用大部分形态的OP和IP，并且对HR-OP、Oc-P和Ca-P稳定态磷有一定的转化分解作用，同时SMBP在土壤无机磷与有机磷循环过程中起着纽带作用。

课题来源

- 国家自然科学基金，湿地植物根际微生态系统对土壤有机磷形态转化的作用机制（51279004）

取得的主要研究成果：

- 朱芸芸, 李敏*, 赵瞰, 曲博, 其美. 冬季野鸭湖湿地植物根际微生物群落结构分析. 环境科学与技术. 2016.
- Yunyun Zhu, Min Li, Tun Zhao, Xi Yuan, Mei Qi, Jinren Ni. Phosphorus forms and distribution in water and sediments of Yangtze River, China. AMFR论文摘要集. 2015.
- 朱芸芸, 李敏*, 曲博, 赵瞰, 滕泽栋. 湿地植物根际土壤磷酸酶活性变化规律研究. 环境科学与技术. 2016.
- 朱芸芸, 李敏*, 曲博, 赵瞰, 滕泽栋. 芦苇根际土壤有机磷组分的季节分布及其与磷酸酶活性的关系. 土壤. 2016.