



南京农业大学  
NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY



资源与环境科学学院  
COLLEGE OF RESOURCES AND  
ENVIRONMENTAL SCIENCES

# 青藏高原高寒草甸土壤微生物群落结构对停止施肥的响应

陈小云，蔡冰杰，刘满强，胡锋

南京农业大学资环学院土壤生态实验室



# 研究背景

- 随着全球气候变化和人类活动干扰的加剧，维持土壤生态功能的可持续发展具有越来越重要的意义。
- 青藏高原是世界平均海拔最高的高原，在全球生态系统中有着极其重要的地位。近年来，由于人类活动的影响，青藏高原草地土壤的生态功能已经受到了破坏。

# 科学问题：

- 目前多数研究集中在：人为干扰对青藏高原土壤理化性质、土壤生物学性质的影响，但是很少去探讨受到人为干扰的土壤在停止干扰的恢复过程。
- 本研究主要围绕着连续11年施肥的青藏高原高寒草地土壤在停止施肥后，土壤微生物群落结构的变化，以期了解去除干扰后土壤生物的恢复能力。

# 实验设计

试验地点：兰州大学高寒草甸与湿地生态系统定位研究站

试验处理：

- ✓ 空白对照不施肥处理 (F0)
- ✓ 低浓度施肥后自然恢复样地 (R30)
- ✓ 高浓度施肥后自然恢复样地 (R120)



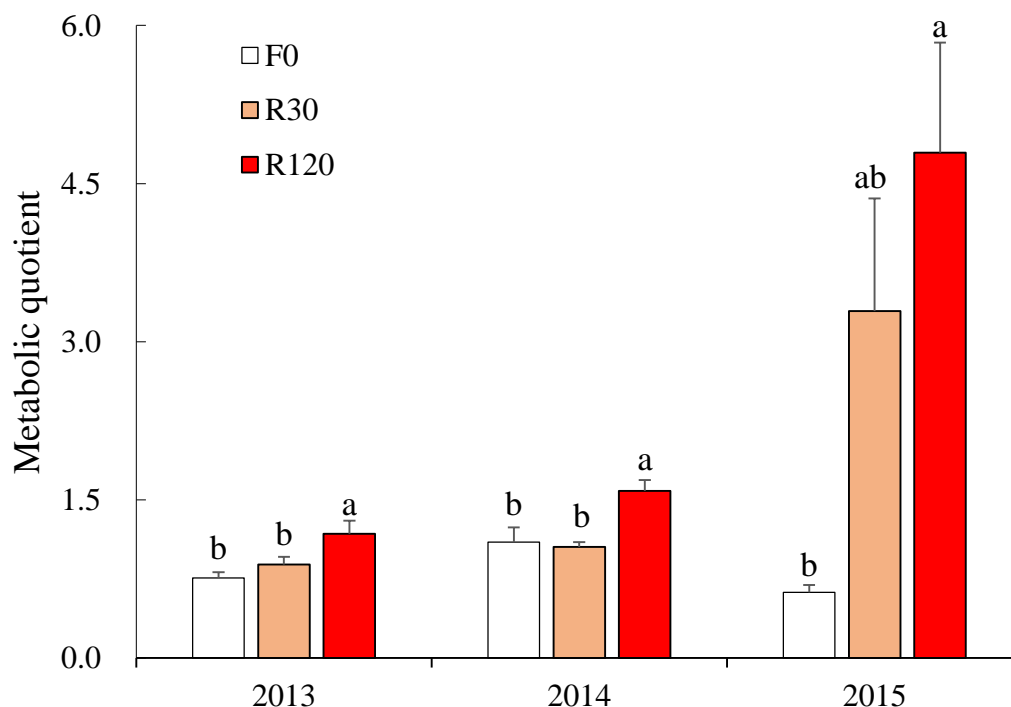
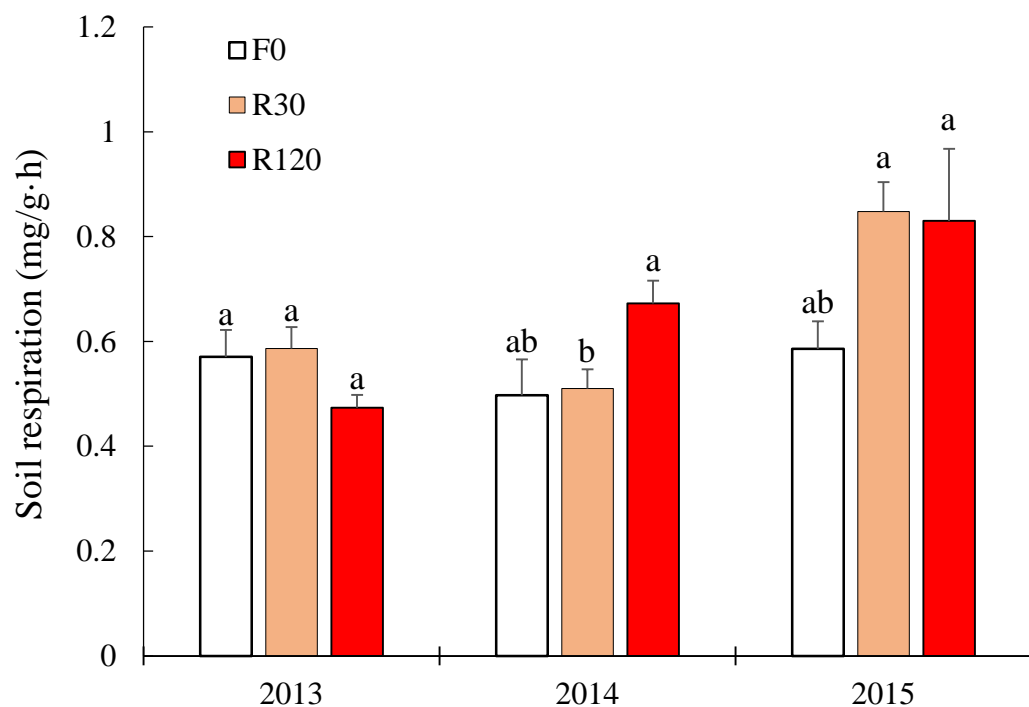
# 测定

- 土壤呼吸：鲜土于125ml盐水瓶避光培养24h后密封再培养4-6h，采气测定
- 土壤微生物生物量碳、氮、磷：氯仿熏蒸—硫酸钾和碳酸氢钠溶液浸提法
- 土壤微生物群落结构：
  - 磷脂脂肪酸（PLFA）：磷脂脂肪酸提取和脂类分析
  - 末端限制性片段长度多态性（T-RFLP）：土壤DNA提取、荧光标记引物扩增、酶切和上机测定
- 土壤功能测定
  - 土壤酶活性：微孔板荧光法测定

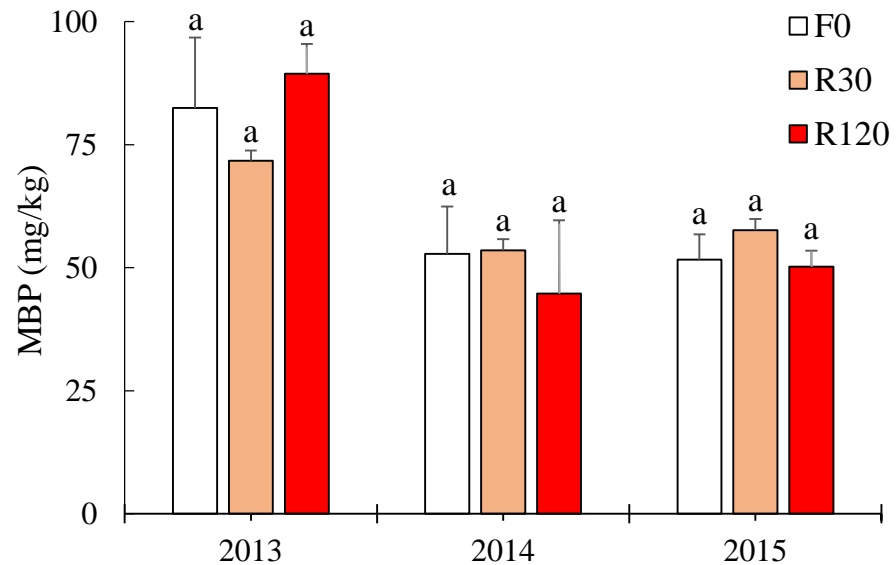
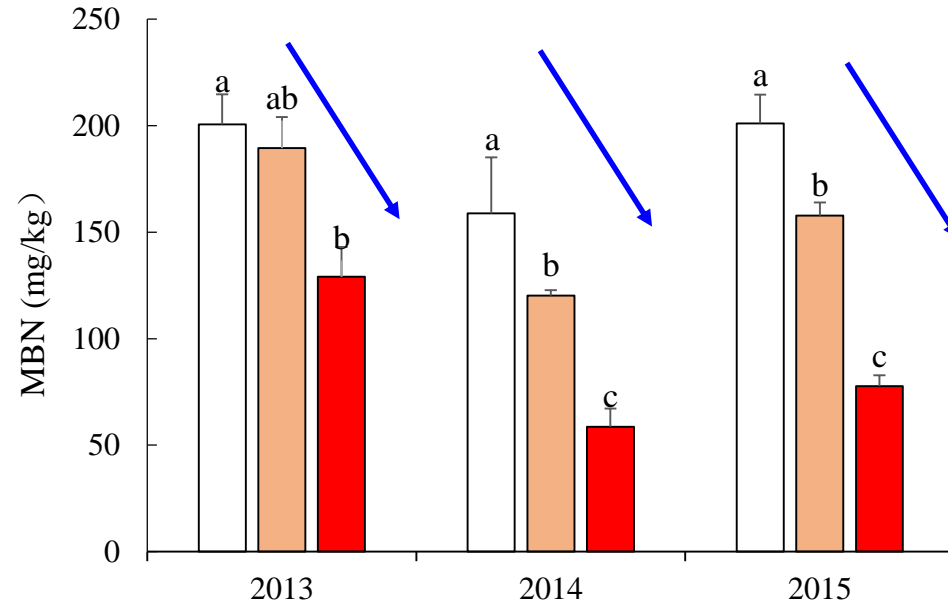
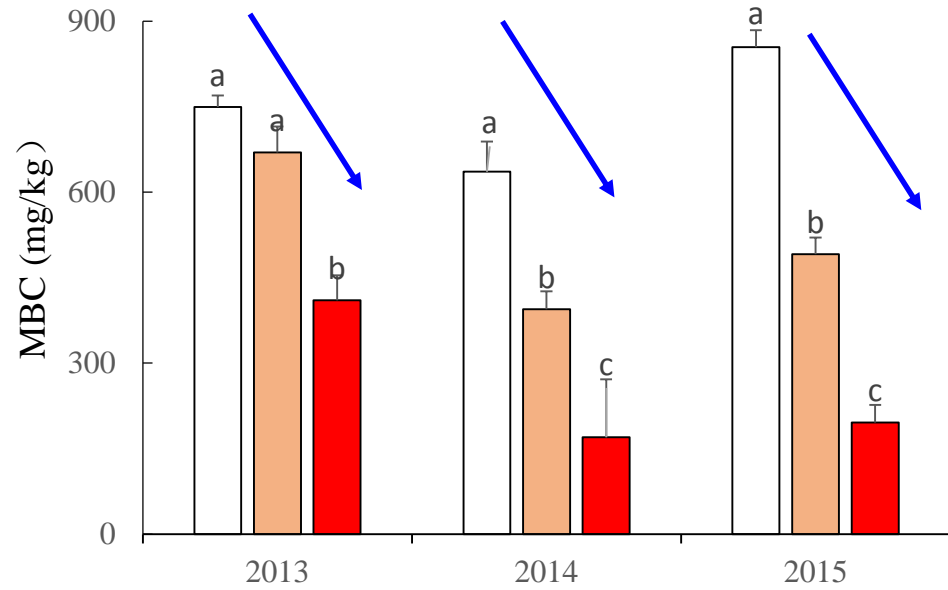
**BIOLOG**

# 施肥浓度(T)和采样时间(S)对土壤呼吸、代谢熵及微生物生物量的重复测量方差分析

	df	土壤呼吸	代谢熵	微生物生物量碳	微生物生物量氮	微生物生物量磷
T	2	1.02ns	3.85*	38.65***	31.76***	1.69ns
S	2	5.46*	6.22**	7.23**	11.94***	1.74ns
T*S	4	1.29ns	2.16ns	13.57ns	0.63ns	2.51ns

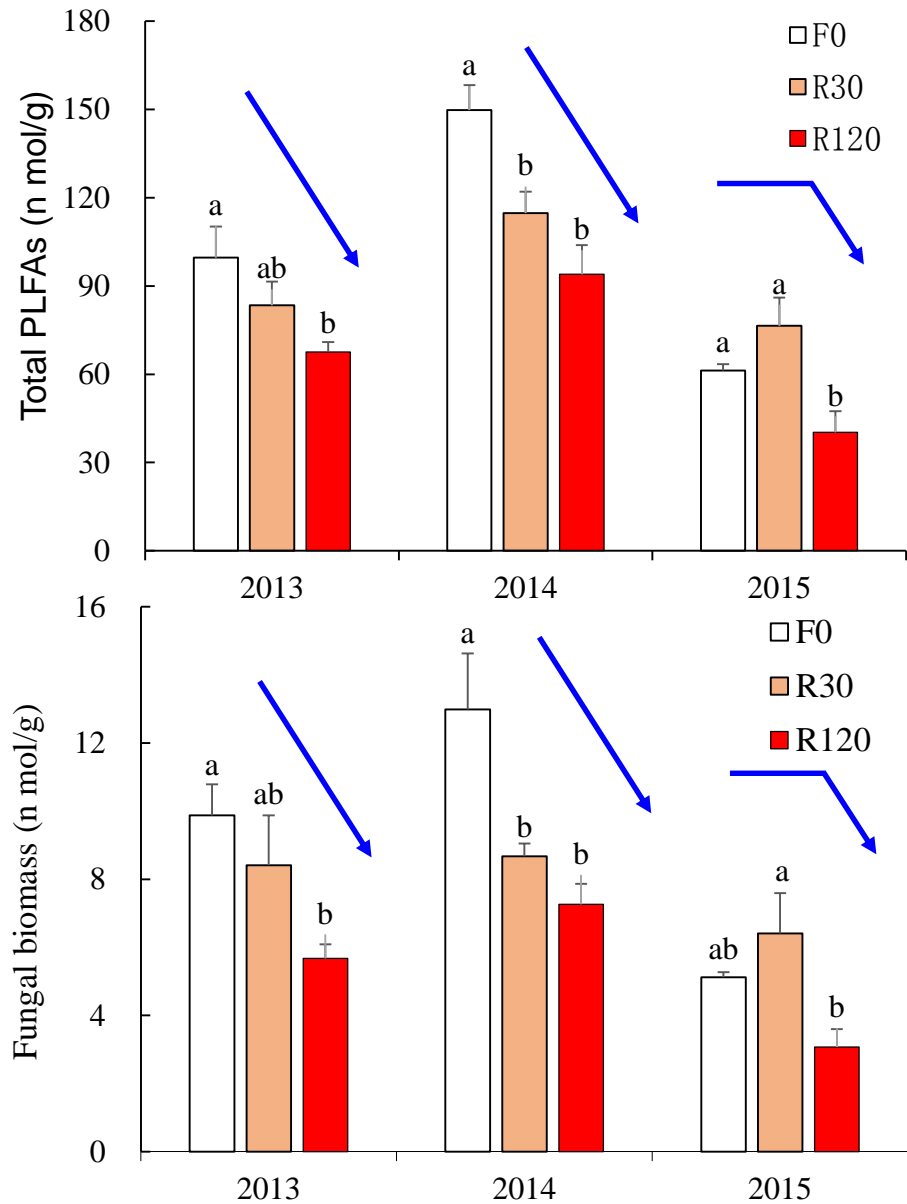


# 土壤微生物生物量C、N、P的变化



➤ 停施的3-5年中，土壤微生物生物量C、N与不施肥土壤有着显著性差异；但是微生物生物量P无差异。

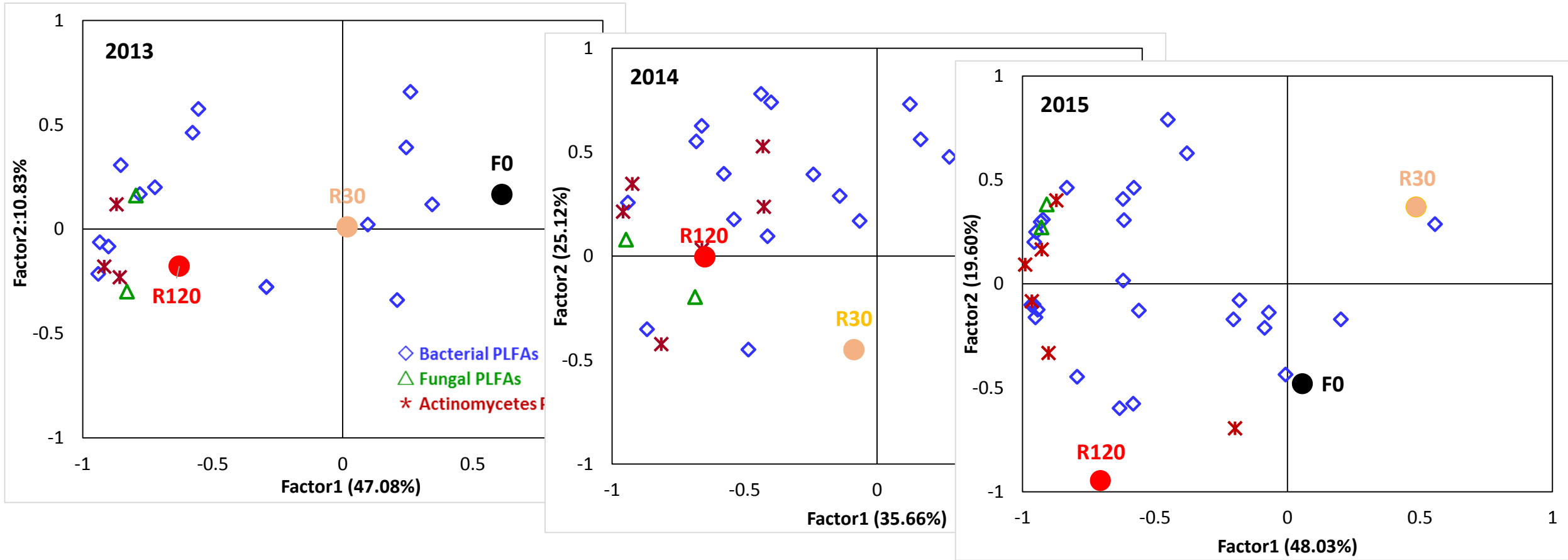
# 微生物生物量和群落结构的变化 (PLFA)



- 停施的3-5年中，以PLFA测定的土壤微生物总生物量、细菌生物量和真菌生物量与在不施肥土壤有着显著性差异；但是在停施的第5年，低肥处理与不施肥对照接近。

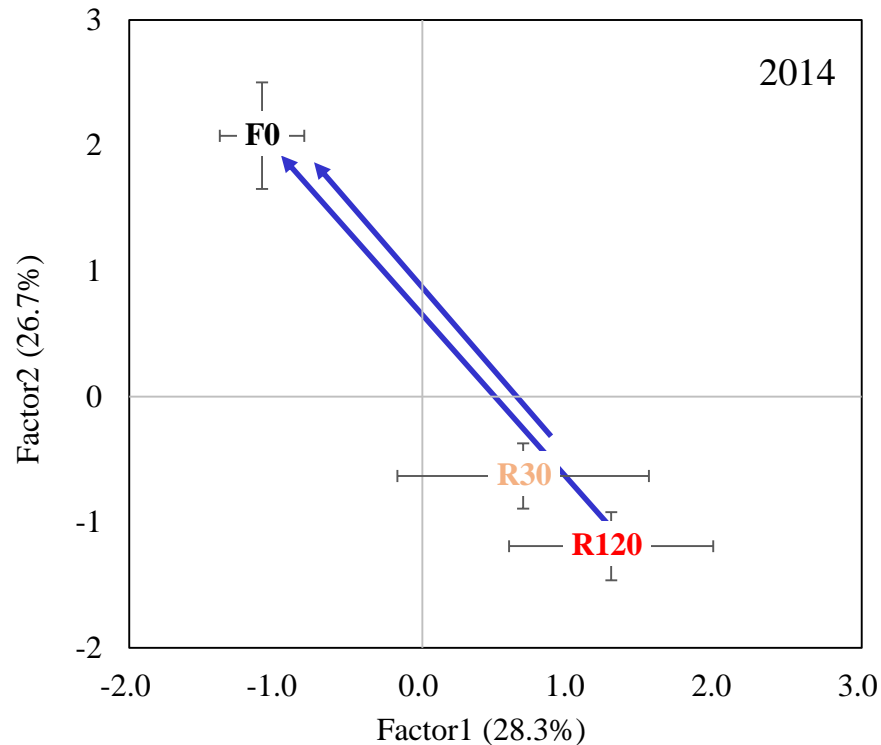
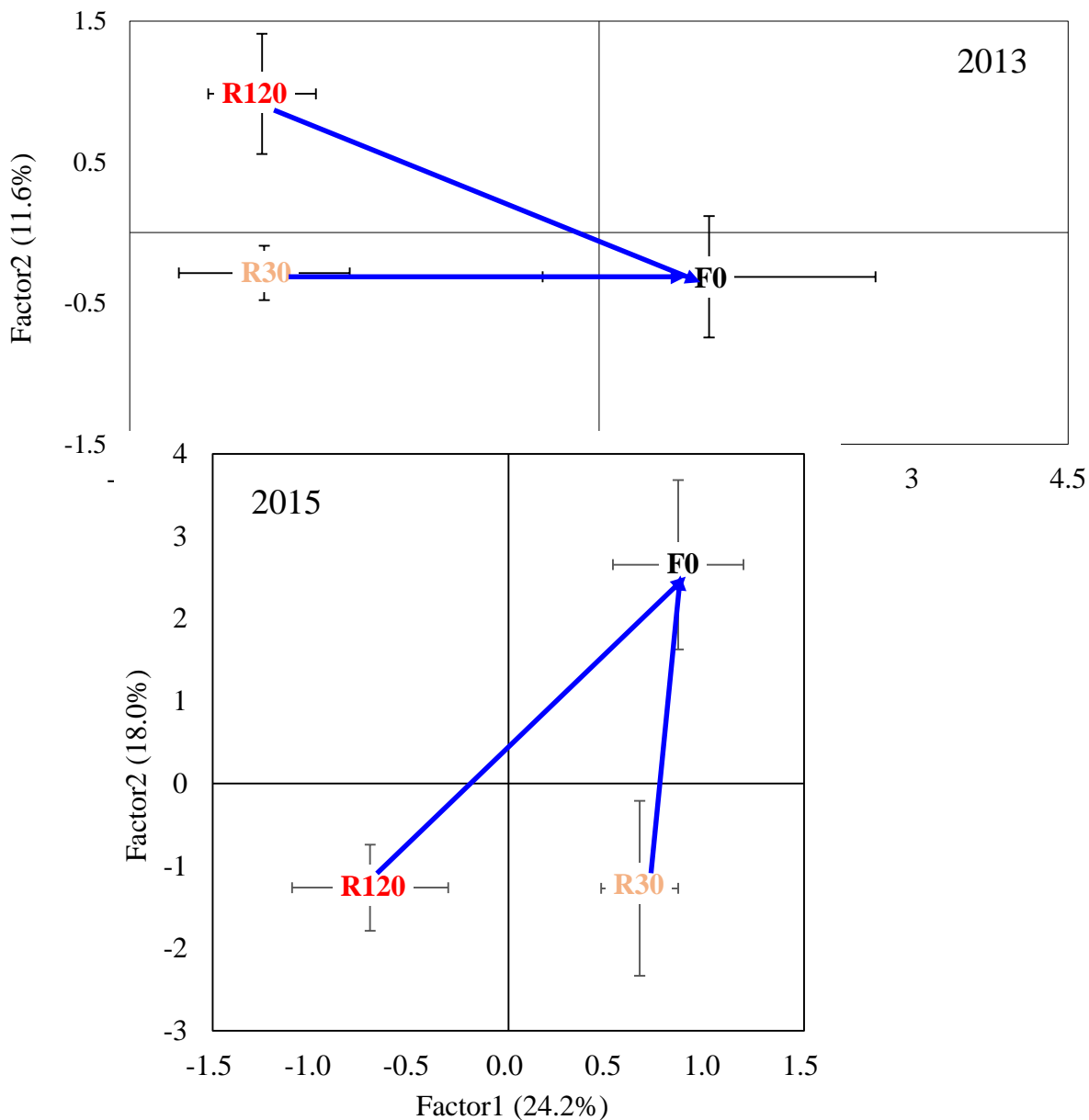


# 微生物生物量和群落结构的变化 (PLFA)



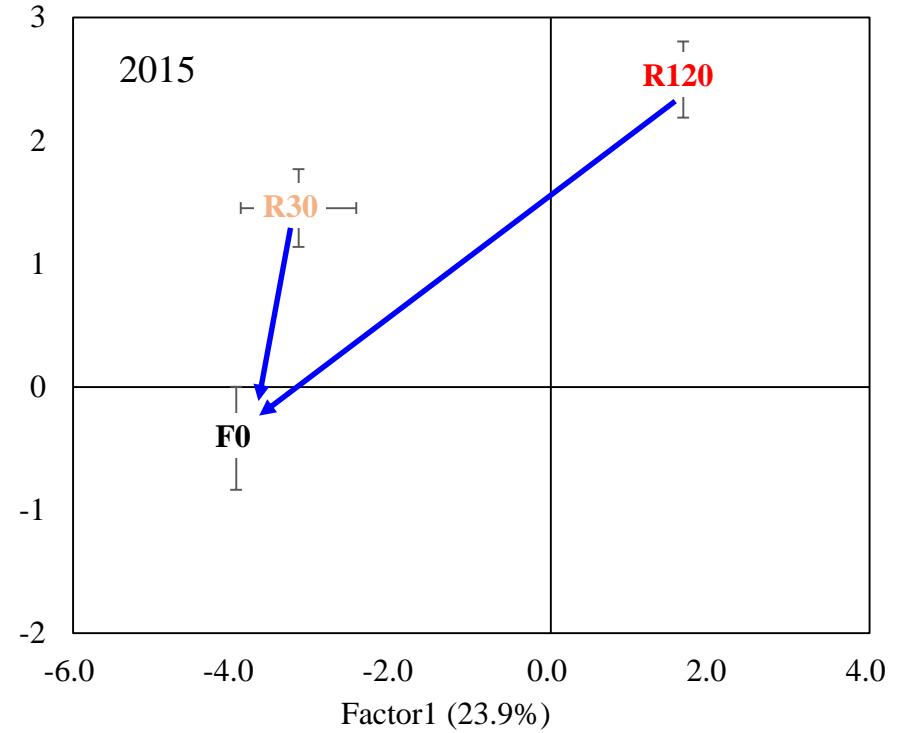
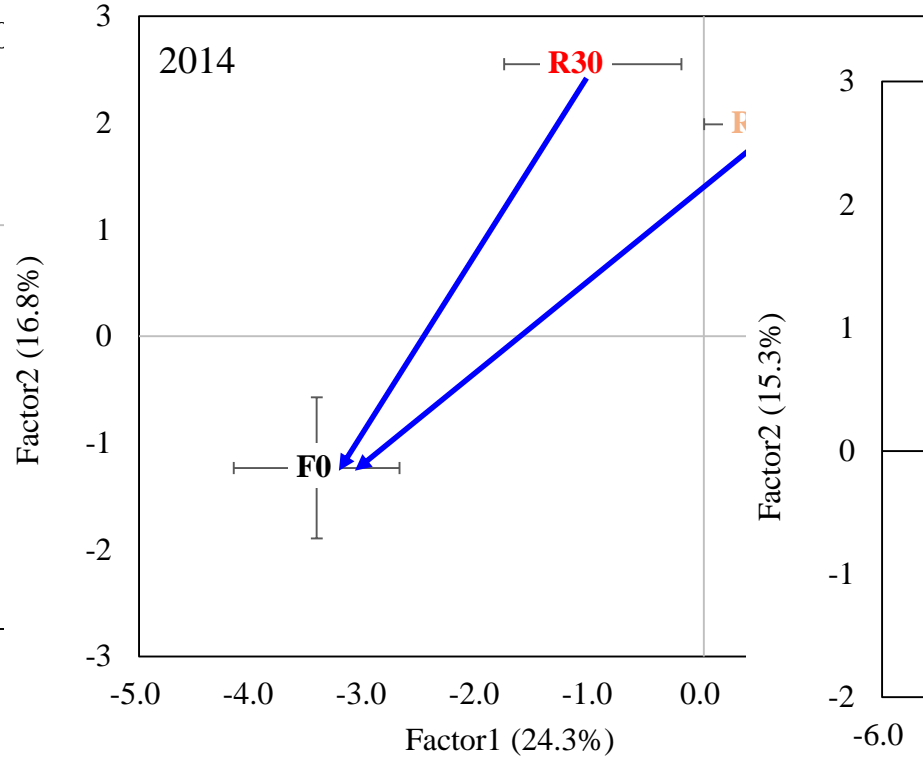
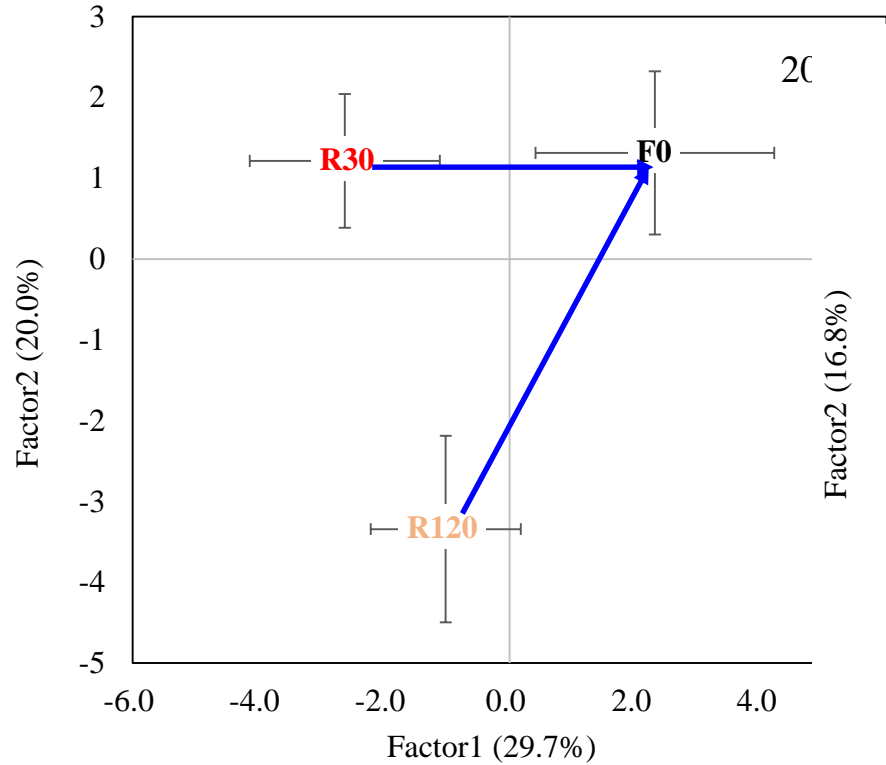
- 以磷脂脂肪酸测定的土壤微生物群落结构，停施后的土壤微生物群落结构和空白不施肥处理相比仍然还有很大的差异，但是这种差异的大小在缩短。

# 细菌群落结构的变化 (T-RFLP)



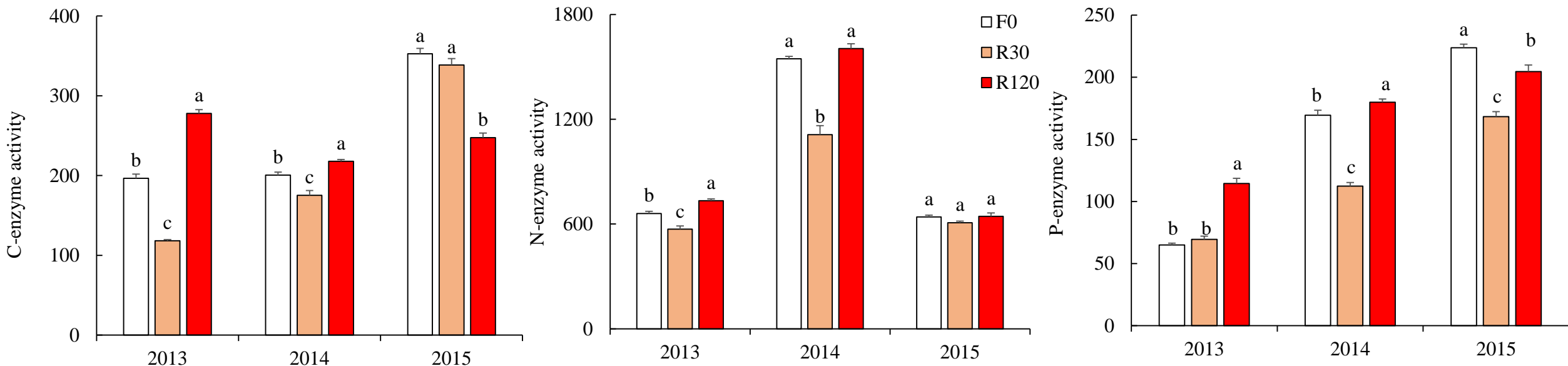
- 以T-RFLP测定的土壤细菌群落结构，停施后的土壤微生物群落结构和空白不施肥处理相比仍然还有很大的差异，但是这种差异的大小在缩短。

# 真菌群落结构的变化 (T-RFLP)



- 以T-RFLP测定的土壤真菌群落结构，停施后的土壤微生物群落结构和空白不施肥处理相比仍然还有很大的差异，到2015年时低肥停施处理与空白不施肥处理的差异在缩短。

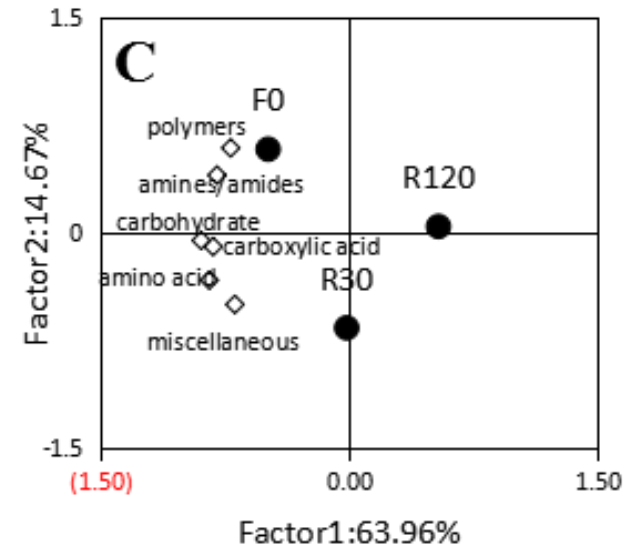
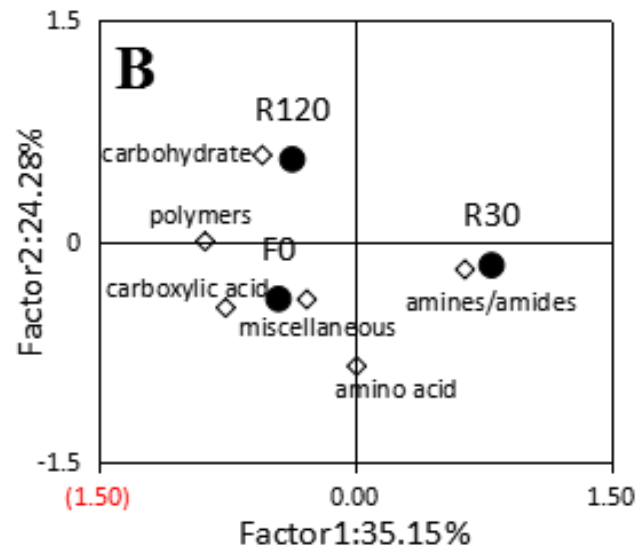
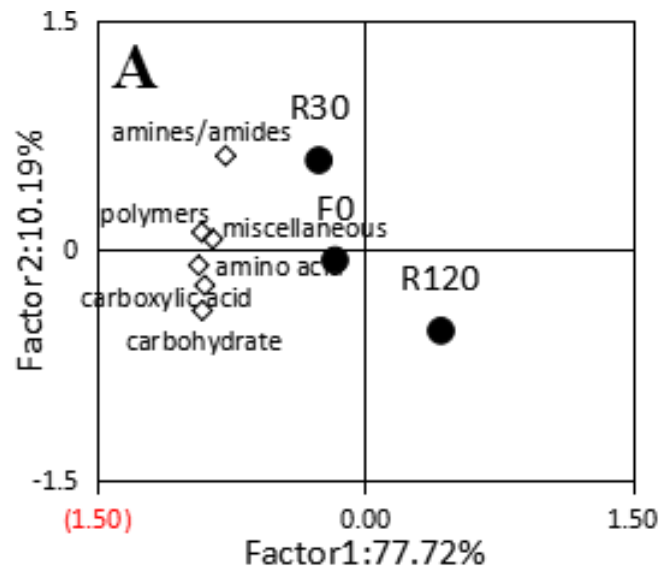
# 土壤功能指标：土壤酶活性变化



- 参与土壤C、N、P循环的酶活性，停施后的酶活性和空白不施肥处理相比，在停施后的3-4年中，酶活性含量最低的是低肥处理，而高肥停施后保持着很高的酶活性，这到2015年时低肥停施处理与空白不施肥处理的差异在缩短。
- 长期单一施用氮磷肥会导致土壤功能的改变，这种功能的改变在短期内难以恢复。

# 土壤功能指标：BIOLOG

	df	碳水化合物	羧酸	胺类	氨基酸	酚酸	多聚物
T	2	0.82ns	0.96ns	5.96**	5.59**	1.77ns	3.63*
S	2	4.08*	5.53*	9.54**	30.33***	2.65ns	9.21**
T*S	4	0.63ns	0.31ns	2.51ns	0.82ns	0.66ns	3.57ns



➤ 不同的停施处理对不同单一碳源的反应差异非常明显，体现了前期施肥浓度的显著影响。

# 结论

- 在停止施肥后的3至5年里，前期施肥浓度较低的土壤微生物群落结构正在接近不施肥处理，而前期高浓度施肥的土壤微生物群落结构与不施肥土壤仍存在显著差异。
- 从土壤的功能指标来看，无论前期施肥浓度的高低，土壤的功能指标均与不施肥处理存在显著差异。



南京农业大学  
NANJING AGRICULTURAL UNIVERSITY



资源与环境科学学院  
COLLEGE OF RESOURCES AND  
ENVIRONMENTAL SCIENCES

**Thank you!**