

氮磷添加对热带次生林 土壤线虫群落的影响

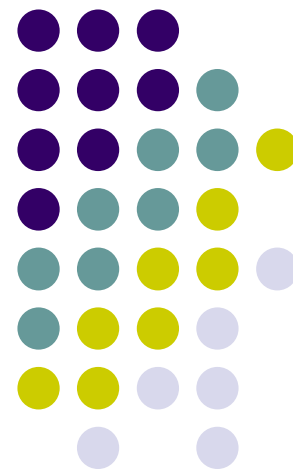
赵杰

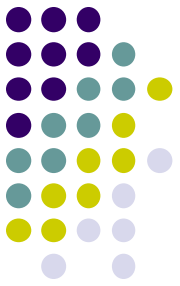
中科院亚热带农业生态研究所，长沙

Institute of Subtropical Agriculture (ISA)

2014-08-15

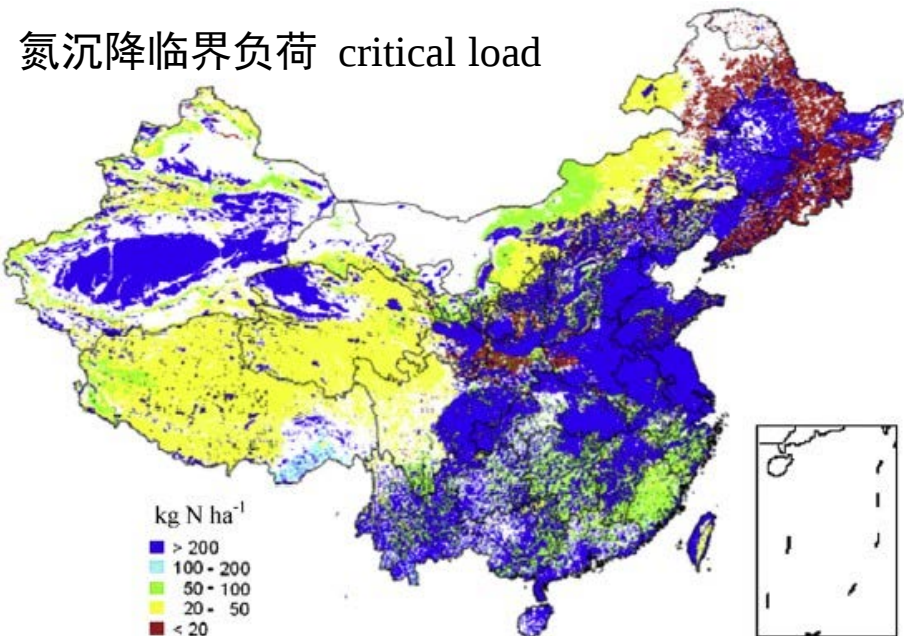
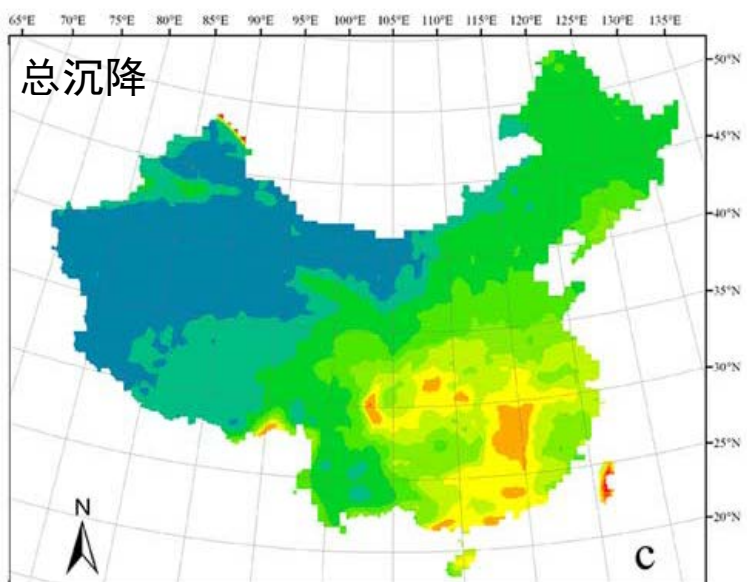
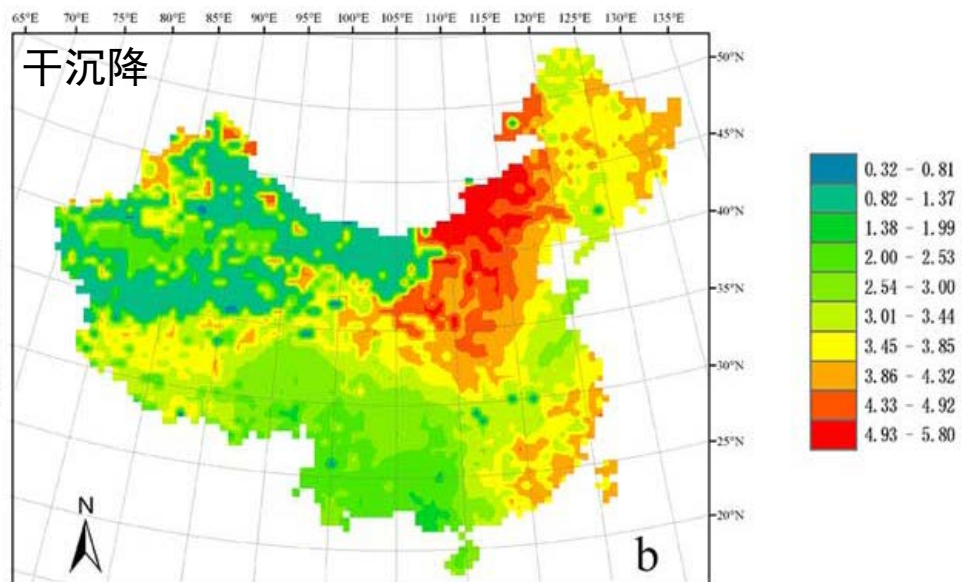
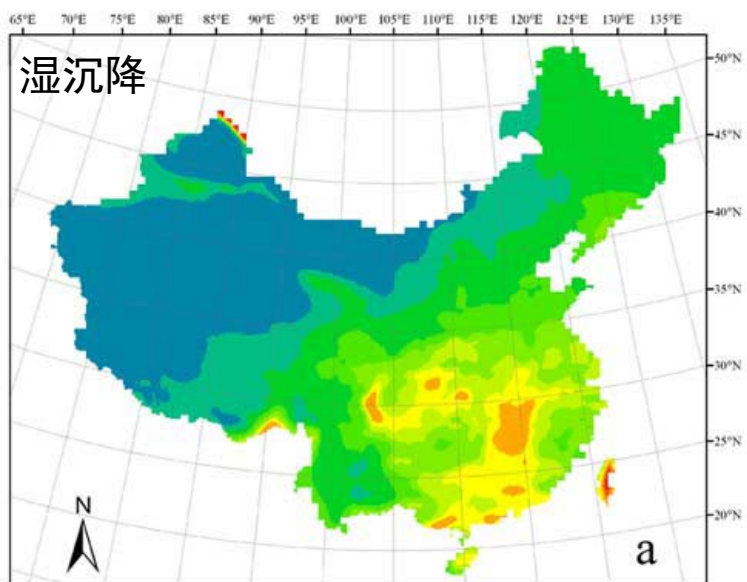
沈阳

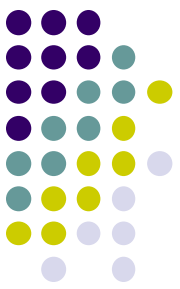




提纲

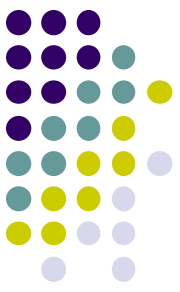
- 研究背景
- 实验设计
- 实验结果
- 研究结论





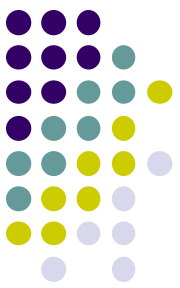
研究背景

- 华南热带森林生态系统土壤高度风化，一般认为该土壤是富氮贫磷的(nitrogen-rich & phosphorus-poor) (Walker and Syers, 1976)
- 因此，磷元素是影响该生态系统过程和功能的关键因子，如：净生态系统生产力(NEP)
- 氮沉降的增加可能会加剧热带地区土壤磷的流失(Liu et al. 2012)
- 以往的研究多关注于氮磷添加对地上植被群落的影响
- 土壤线虫与生态系统过程和功能密切相关，是良好的指示生物



研究背景

- 模拟氮沉降对线虫群落的影响(Lokupitiya et al., 2000; Ruan et al., 2012; Wei et al., 2012; Li et al., 2013), 高氮处理抑制了线虫群落的某些组分
- 氮肥施用对线虫群落的影响(e.g., Sohlenius and Wasilewska, 1984; Todd, 1996; Forge and Simard, 2001; Sarathchandra et al., 2001; Forge et al., 2005; Wang et al., 2006; Cheng et al., 2008; Liang et al., 2009)。由于生态系统、施肥量、取样时间等的不同, 氮肥施用对土壤线虫群落的影响还没有较为一致的结论。
- 磷肥施用对线虫群落的影响(Sarathchandra et al. 2001; Todd 1996)。还有研究针对植物寄生线虫*Heterodera*开展(Simon and Rovira; 1985; Price et al. 1995; Coyne et al. 2004)。

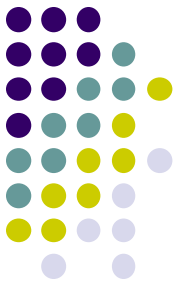


实验设计

- 生态系统：热带次生混交林(广东省茂名市电白县的沿海台地)
常见种：竹节树、黧蒴锥、樟树、山楝、假轮叶厚皮香、黄豆树、大叶相思、香合欢、银合欢、铁刀木、土沉香、麻楝
- 随机区组实验设计：
对照(氮磷均不添加)
氮添加($100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)
磷添加($100 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)
氮磷添加($100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1} + 100 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)
- 区组数(重复数)：5
- 样方面积： $10 \times 10\text{m}$
- 每两个月喷施一次，将 $476.6 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$ 和 $808 \text{ g Na}_2\text{HPO}_4$ 分别溶于30L自来水中，喷施于对应样方的地表，对照处理喷施30L自来水

实验设计





实验结果：土壤理化性质

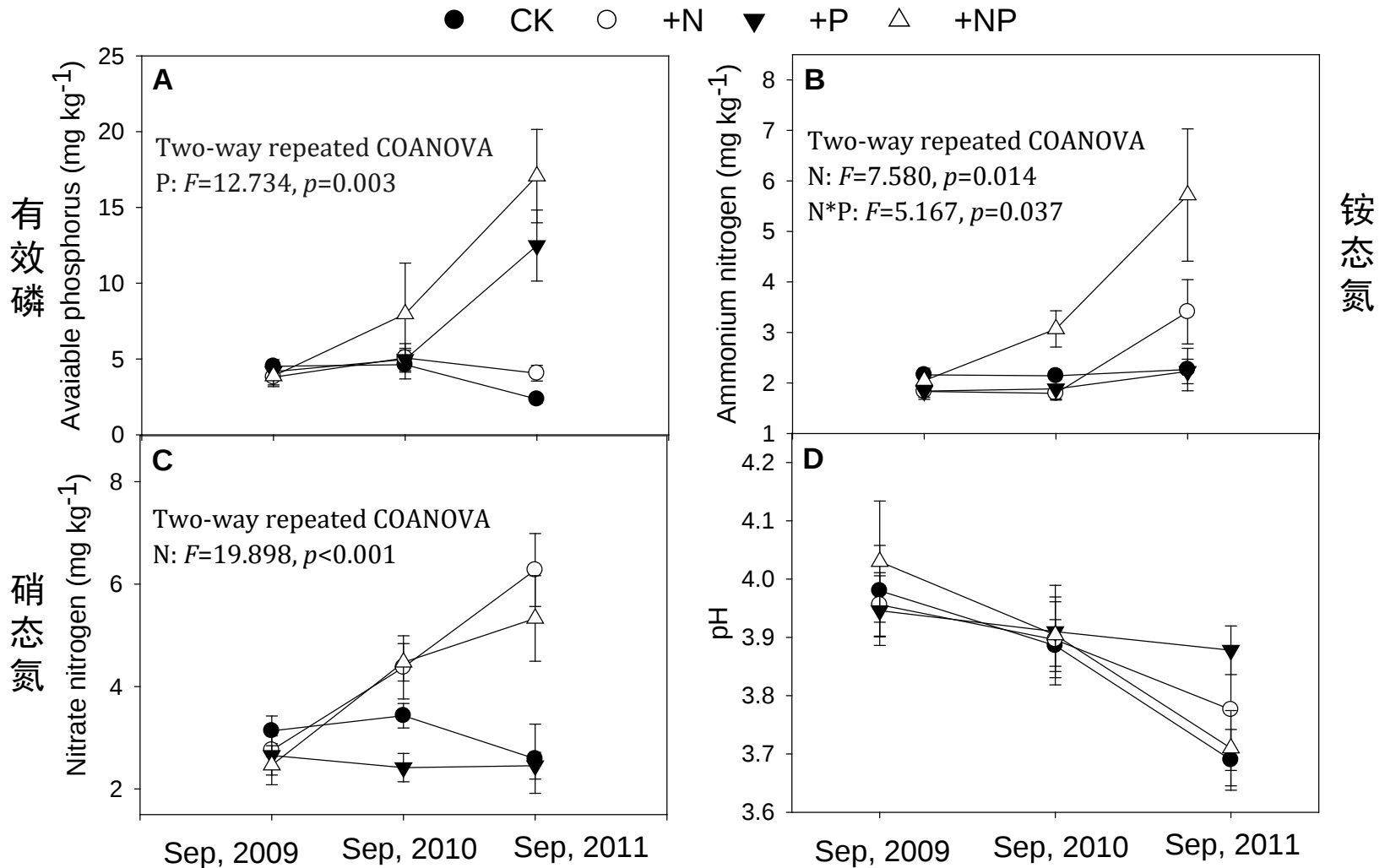
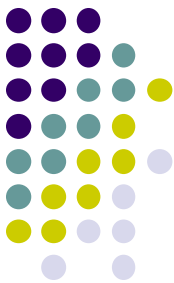


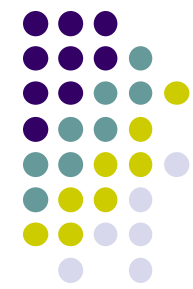
图1. 氮磷添加对土壤有效磷、铵态氮、硝态氮以及pH的影响



实验结果：土壤线虫多样性

表2. 氮磷添加对土壤线虫Shannon–Wiener多样性指数 H' ，Pielou均匀度指数 J , Margalef 丰富度指数 SR 和Simpson优势度指数 λ 的影响

Indices	Sep, 2009				Sep, 2010				Sep, 2011			
	CK	+N	+P	+NP	CK	+N	+P	+NP	CK	+N	+P	+NP
H'	2.39±0.09	2.37±0.07	2.43±0.09	2.53±0.08	2.59±0.10	2.44±0.07	2.37±0.14	2.37±0.05	2.14±0.15	2.23±0.16	2.42±0.07	1.97±0.15
J	0.86±0.02	0.86±0.03	0.83±0.02	0.86±0.02	0.85±0.02	0.82±0.02	0.86±0.02	0.83±0.01	0.76±0.04	0.79±0.04	0.85±0.02	0.78±0.03
SR	3.03±0.13	3.02±0.16	3.31±0.19	3.83±0.12	3.98±0.39	3.38±0.11	3.07±0.35	3.50±0.18	3.11±0.19	3.12±0.25	3.69±0.15	2.81±0.29
λ	0.13±0.02	0.12±0.01	0.12±0.02	0.10±0.01	0.11±0.01	0.13±0.02	0.13±0.02	0.14±0.01	0.20±0.04	0.18±0.04	0.11±0.01	0.21±0.03



实验结果：土壤线虫密度

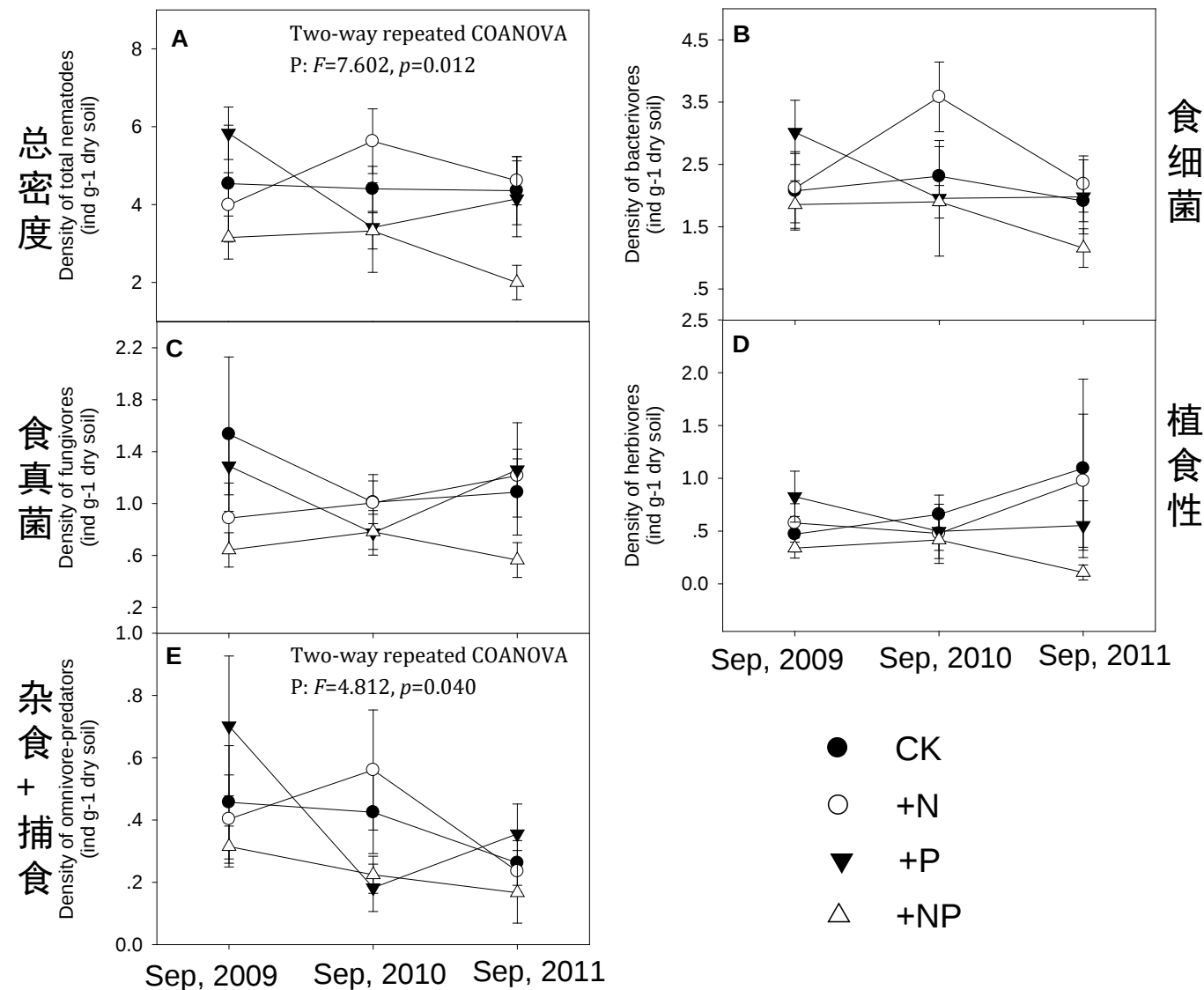


图2. 氮磷添加对土壤总线虫密度和各食性组分密度的影响

磷添加显著降低了线虫总密度和杂食-捕食性线虫密度

实验结果：土壤线虫群落指数

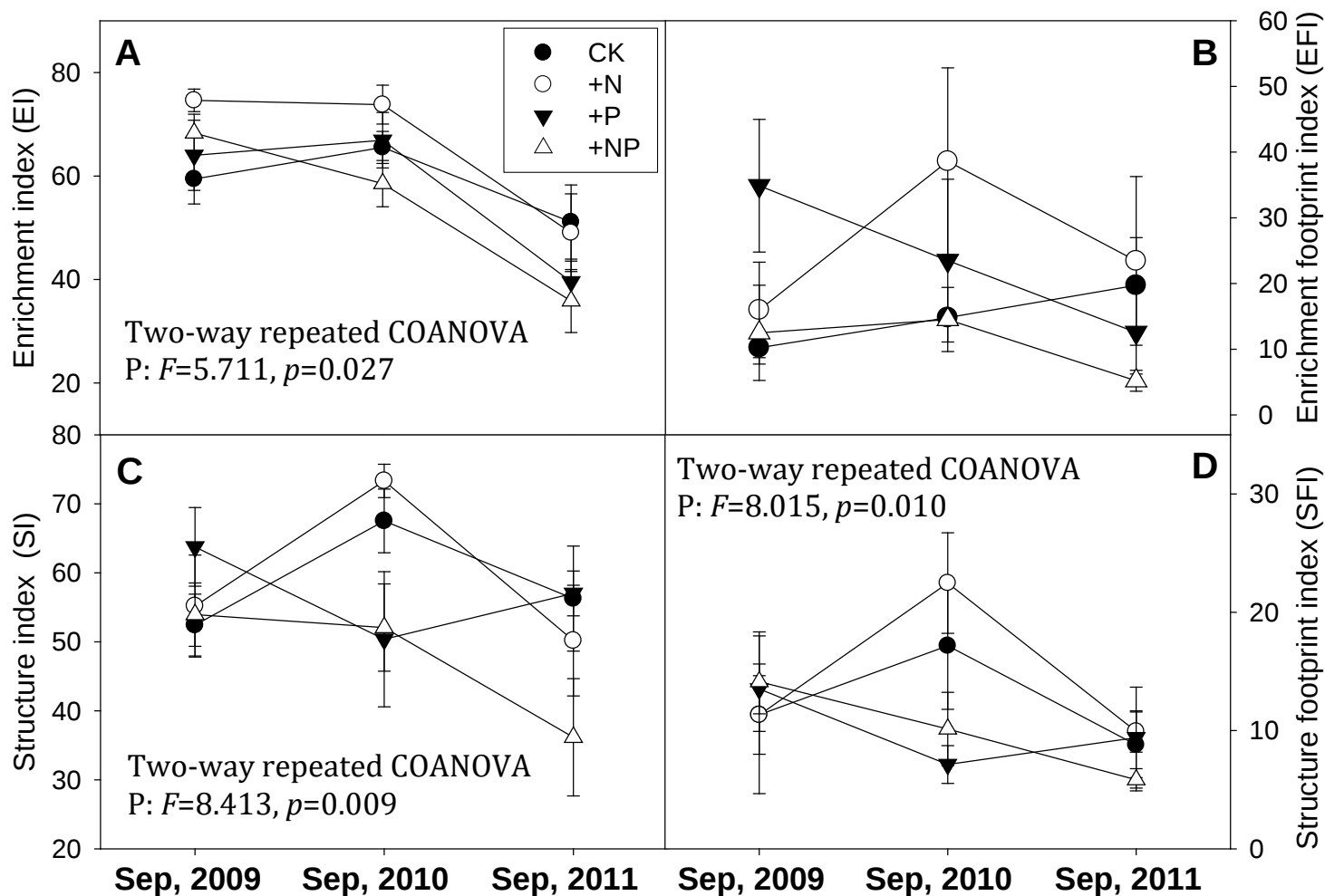
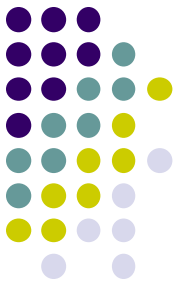


图3. 氮磷添加对土壤线虫enrichment index (EI)、enrichment footprint index (EFI)、structure index (SI)和structure footprint index (SFI)的影响



实验结果：土壤线虫群落指数

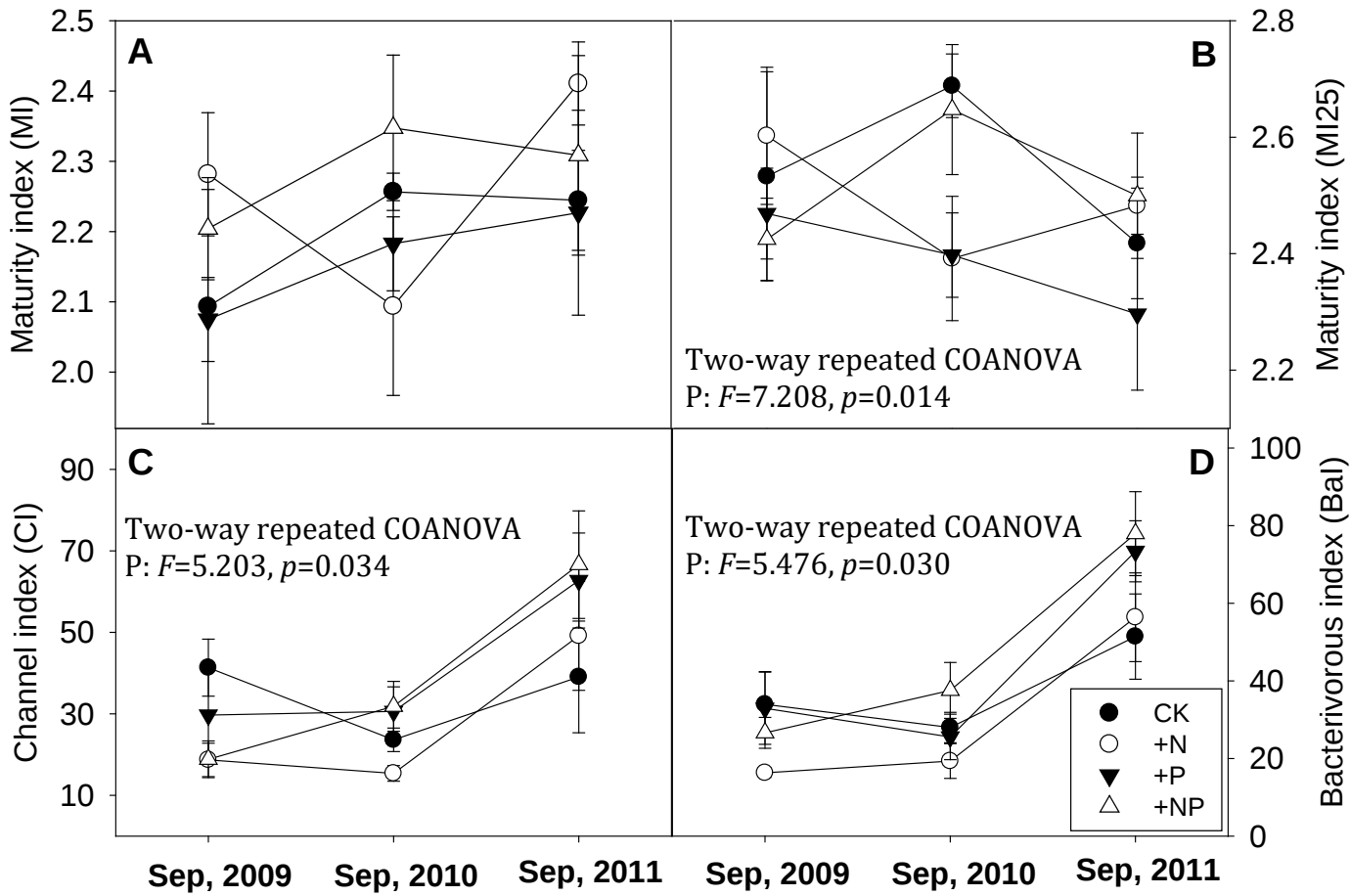


图4. 氮磷添加对土壤线虫maturity indice (MI and MI25)、channel index (CI)和bacterivorous index (BaI) 的影响

实验结果：土壤线虫功能群

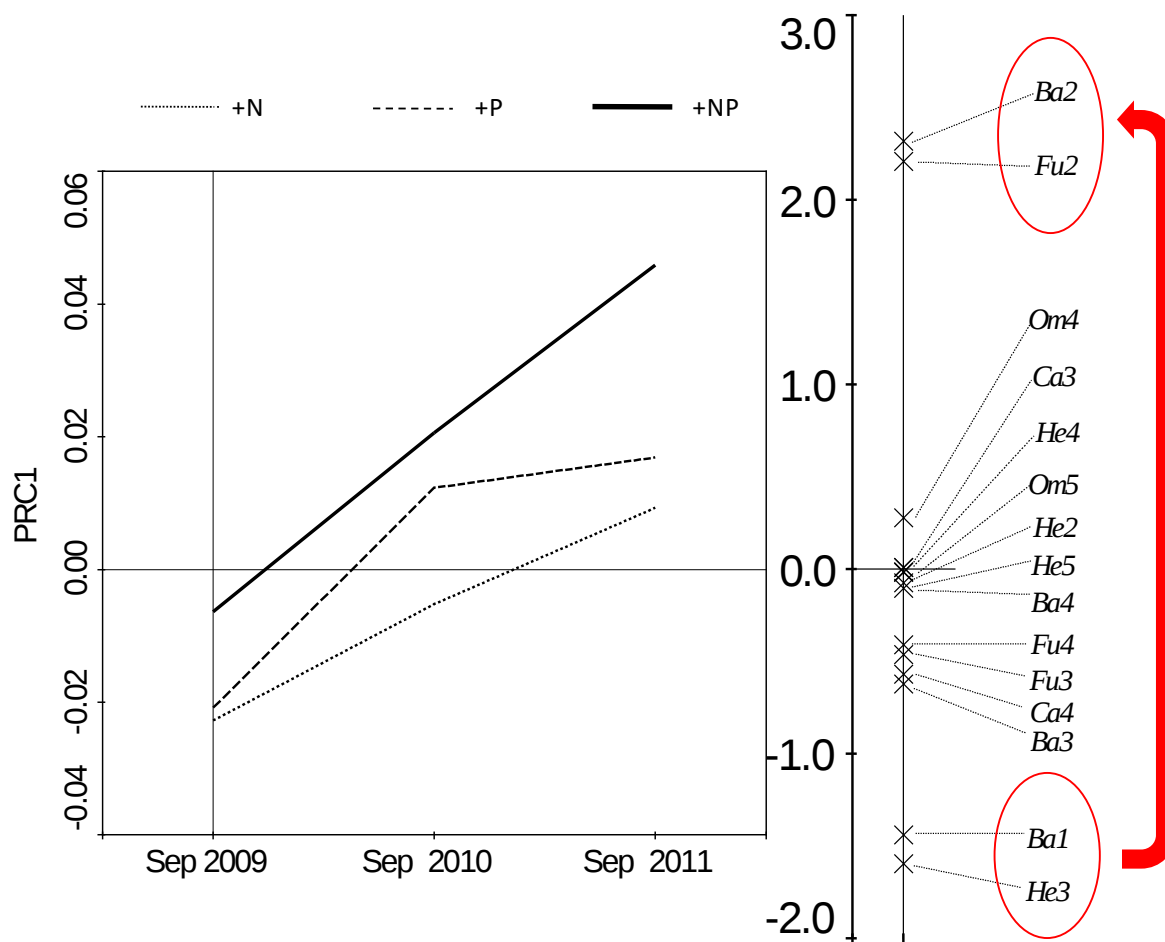
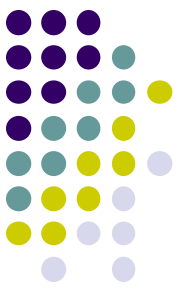
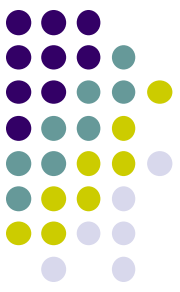


图5. 土壤线虫功能群(functional guilds)对氮磷添加的主响应曲线(principle response curve, PRC)



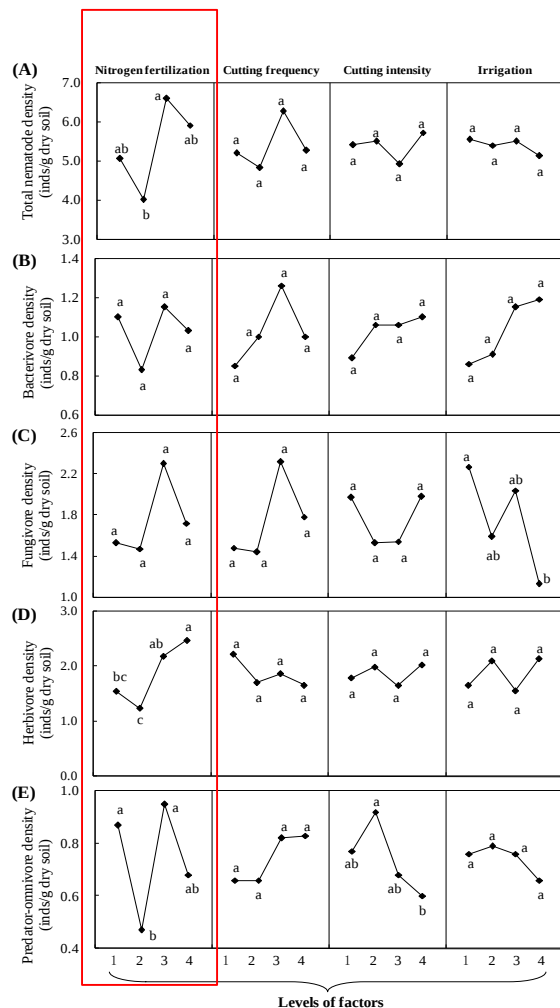
研究结论

- 磷添加抑制了热带次生林土壤线虫群落（丰度、群落结构复杂性等）
- 磷添加导致土壤分解者通道向真菌通道发展
- 氮添加对线虫群落的影响与磷添加类似，但是磷添加效果对土壤线虫群落的影响明显高于氮添加
- 氮磷添加导致土壤生物群落由He3和Ba1占优势的群落向Ba2和Fu2占优势的群落发展

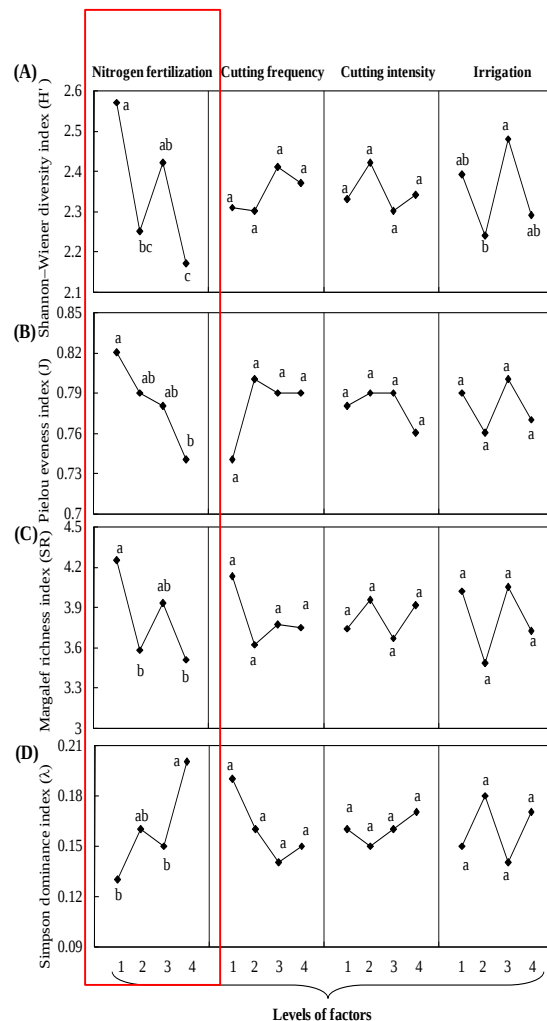


牧草经营管理措施对土壤线虫群落的影响

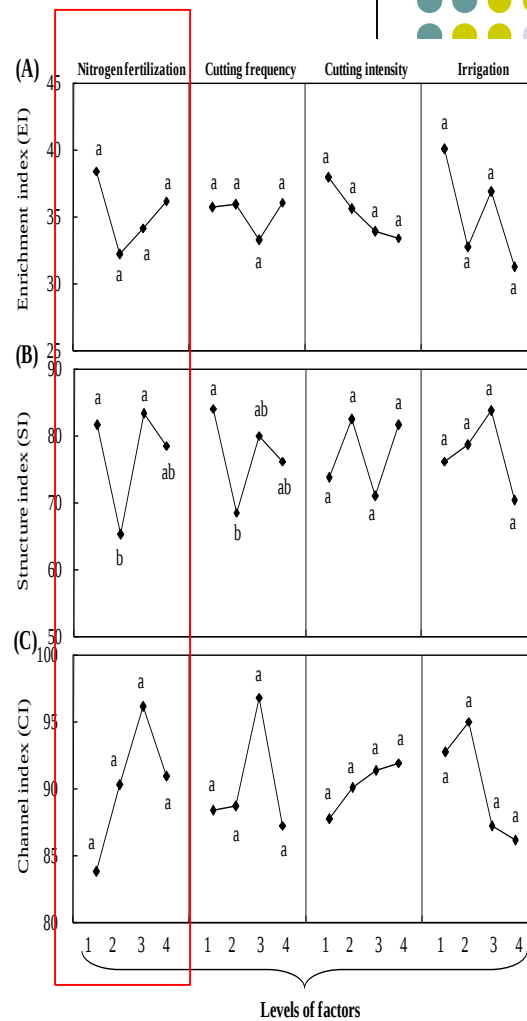
- 实验设计：4因子4水平正交实验设计
 1. 氮肥添加 (4水平：0, 230, 460, and 690 kg N ha⁻¹yr⁻¹)
 2. 刈割频率 (4水平：cutting 1–4 times yr⁻¹)
 3. 刈割强度 (4水平：cutting at a height of 5, 20, 35, and 50 cm)
 4. 灌溉强度 (4水平：irrigating 0, 1, 2, and 3 times yr⁻¹)
- 取样时间：2012年9月
- 取样深度：0–10cm
- 处理组合(即土壤样品数量)：48个



密度



多样性



群落指数

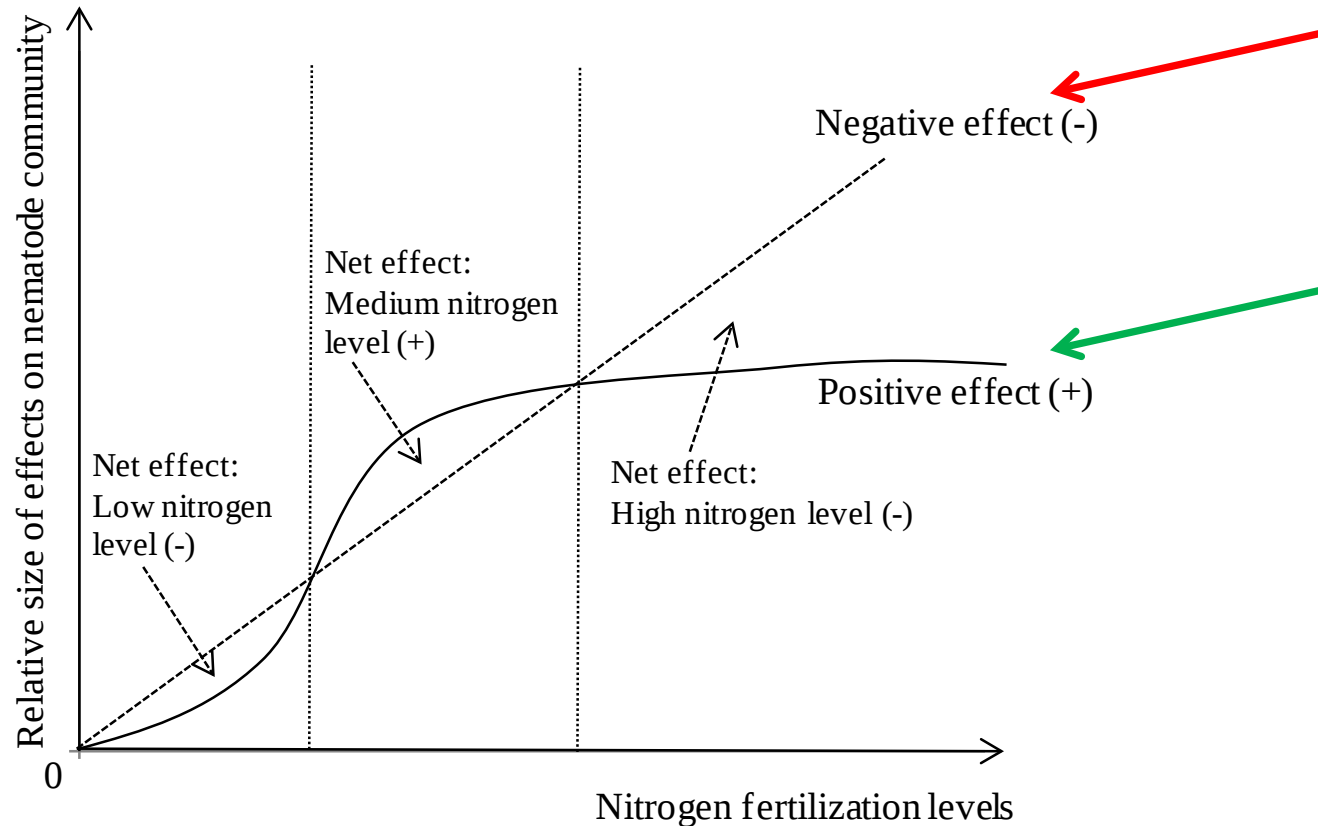
氮肥施用梯度下，线虫群落指标表现出波动状变化规律



正负效应权衡

氮肥施用提高了牧草产量(生物量)——上行控制效应（正效应）

氮肥添加引起盐效应、降低土壤pH、导致钙镁限制、导致铝毒效应、土壤结构变化等（负效应）



正负效应权衡概念模型

谢谢！
敬请批评指正！

