

基于CForBio大样地的森林土壤 微生物多样性研究

郑 勇

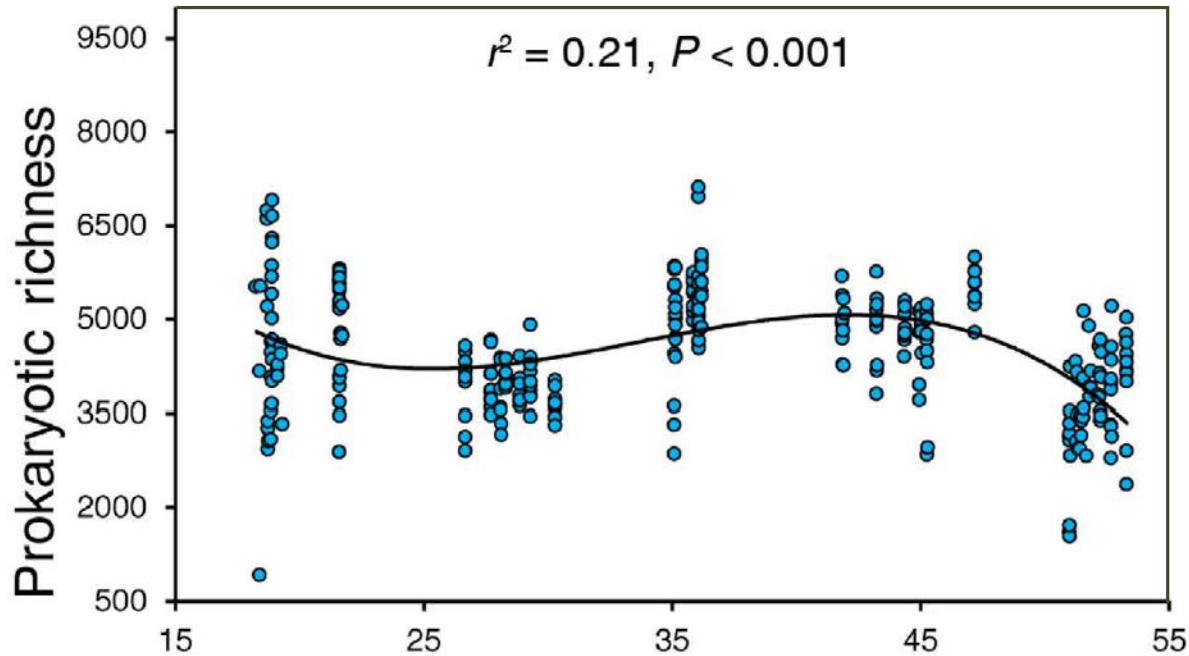
福建师范大学
(zhengy@fjnu.edu.cn)

2021-09-24

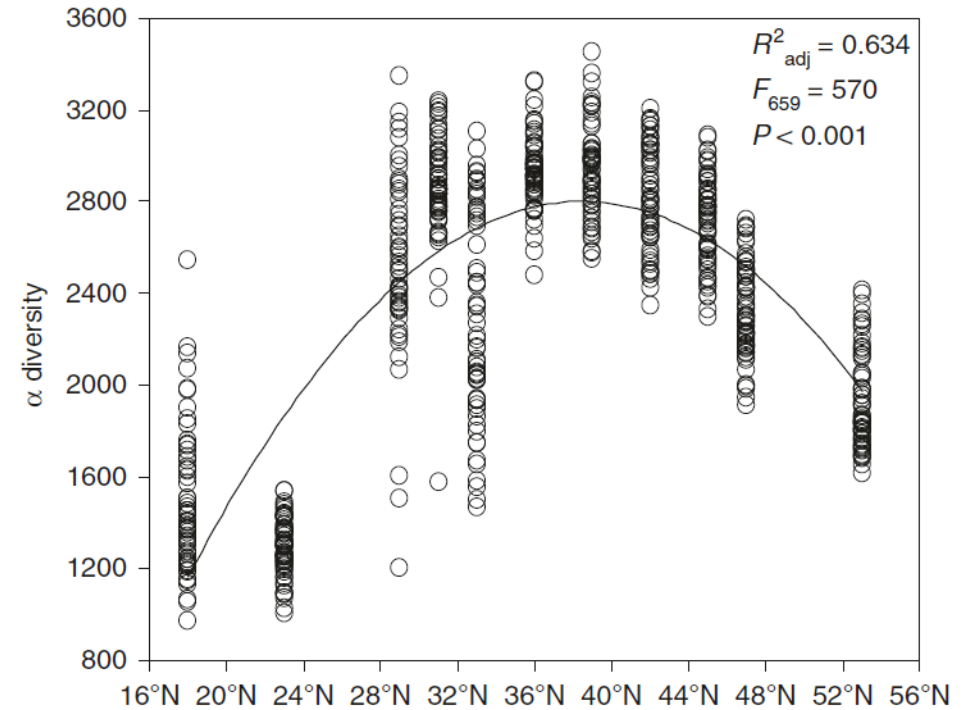
报告提纲

- ❖ 森林土壤细菌多样性
- ❖ 森林土壤真菌多样性
- ❖ 真菌的群落构建机制

大尺度地理格局下的微生物多样性



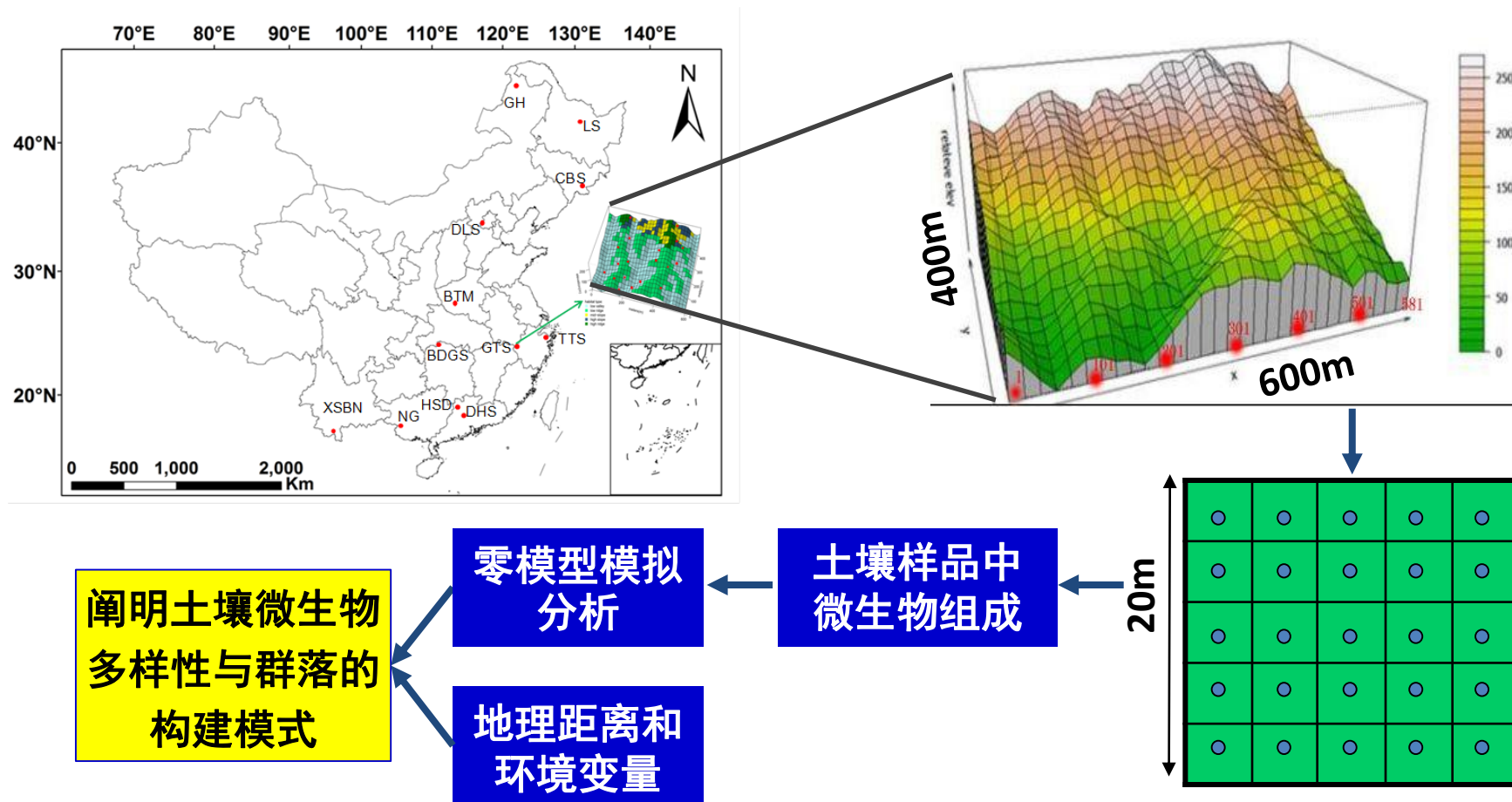
Wang et al., 2016. Sci Rep 6: 19561



Zhang et al., 2020. Nat Commun 11: 5428

森林土壤细菌多样性随纬度变化呈现不同的模式

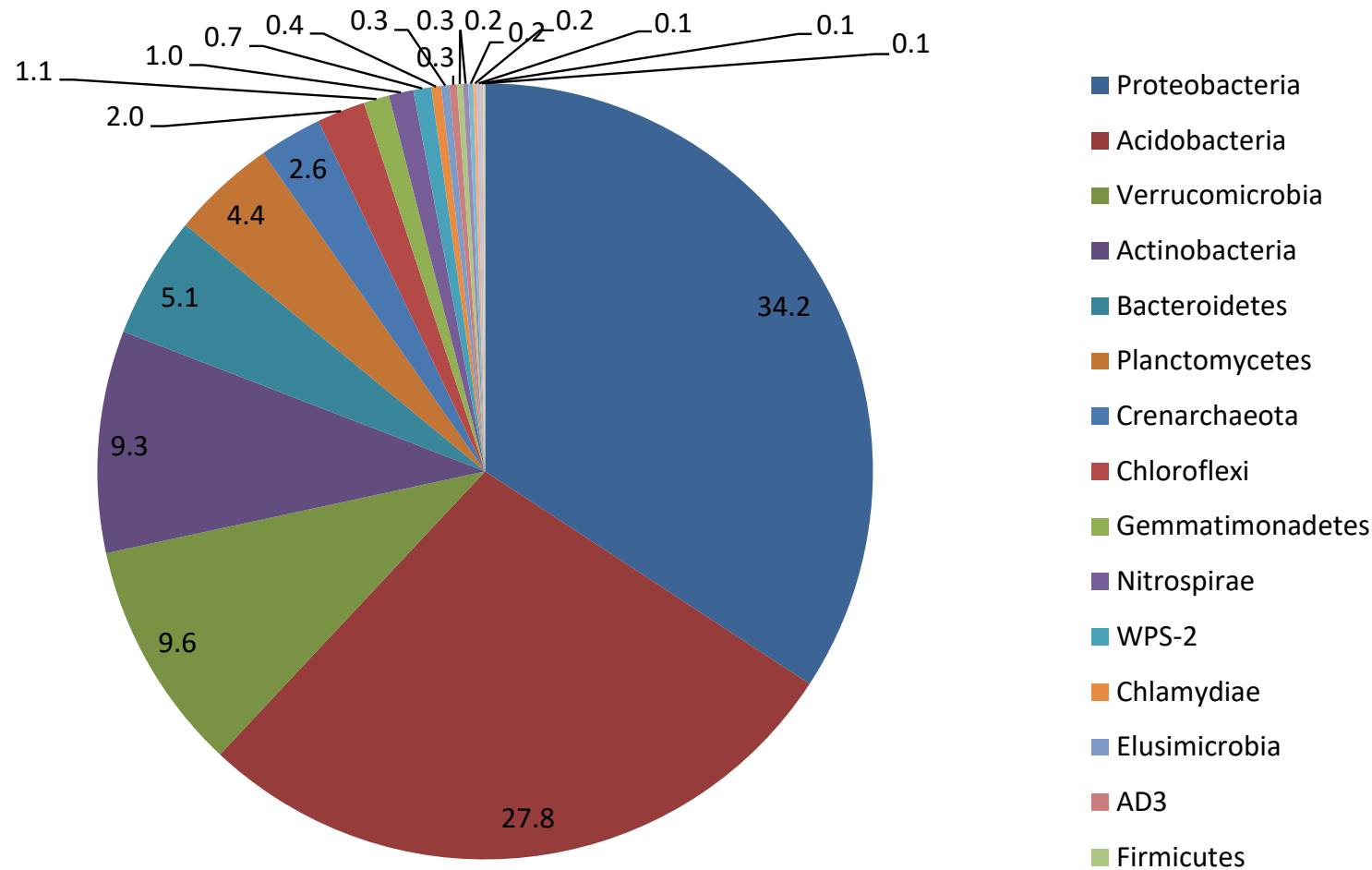
土壤样品采集与实验设计



假设：森林土壤微生物多样性具有一定纬度梯度模式，其群落构建为非随机过程

Part 1

森林土壤细菌多样性



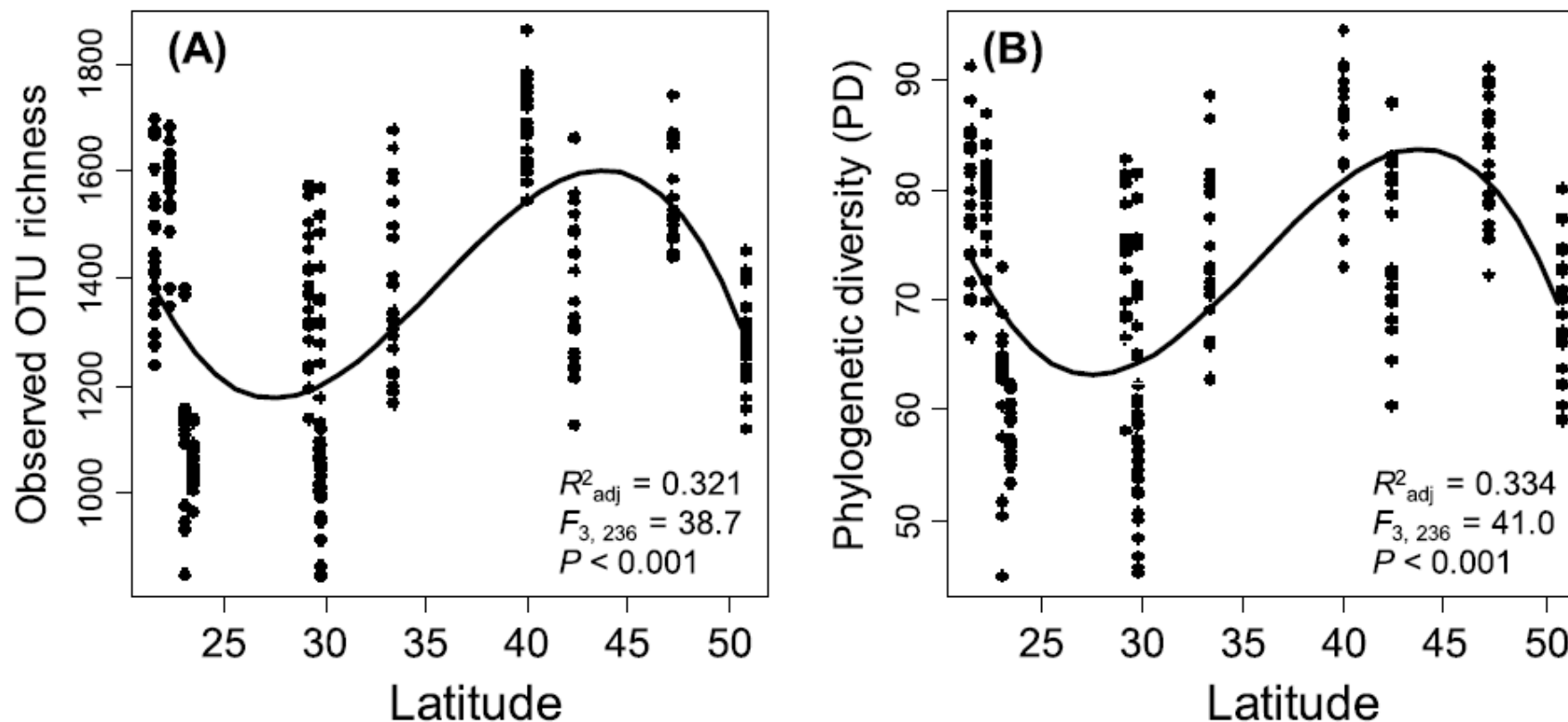
9262 OTUs (~1.46 M reads)
43 phyla, 128 classes, and
182 orders.

The dominant phyla were

Proteobacteria (34.2%),
Acidobacteria (27.8%),
Verrucomicrobia (9.6%),
Actinobacteria (9.3%),
Bacteroidetes (5.1%),
Planctomycetes (4.4%),
Crenarchaeota (2.6%),
Chloroflexi (2.0%).

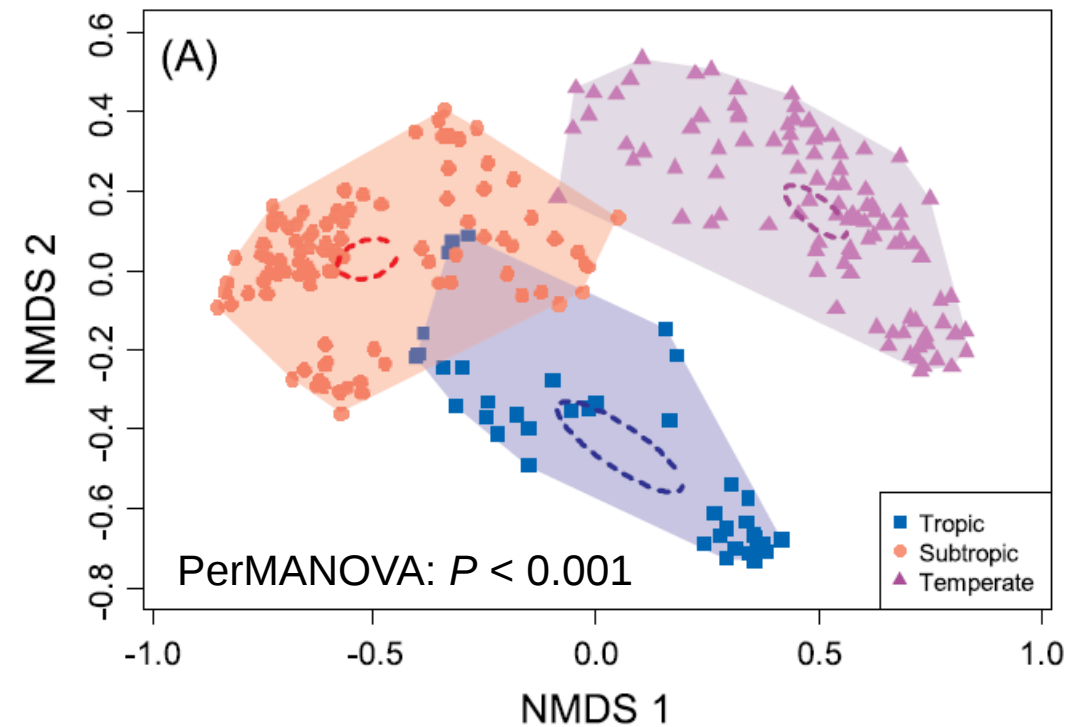
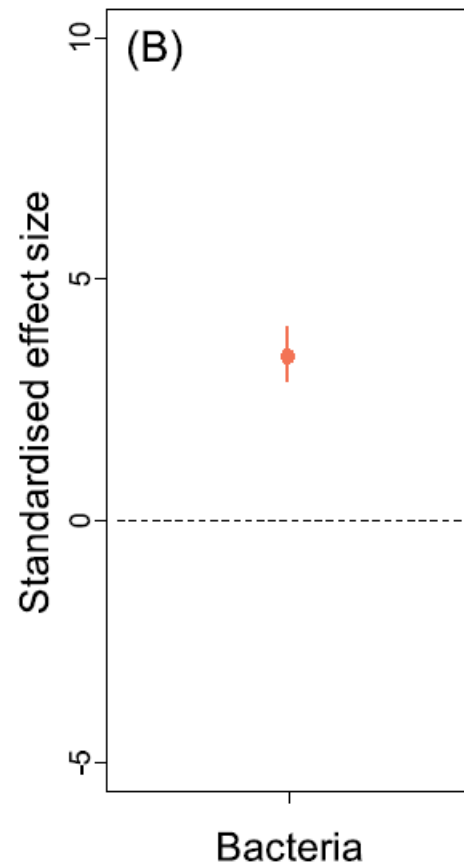
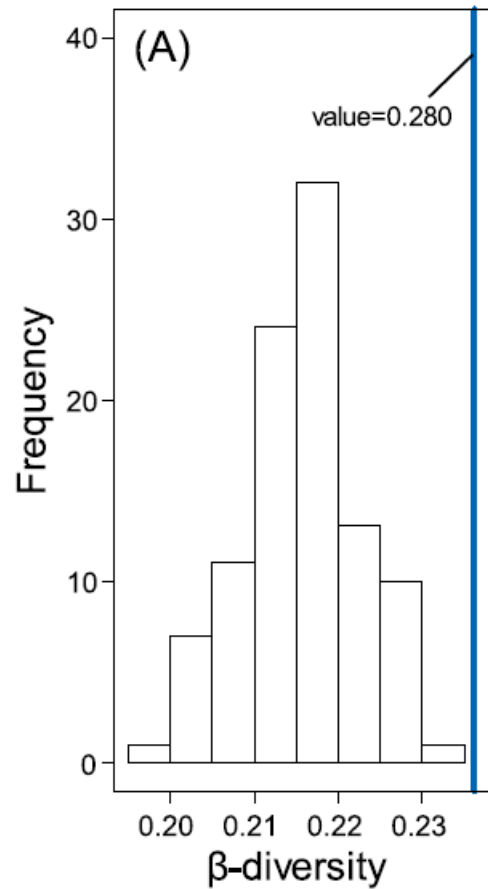
Zheng et al. 2020, Soil Biol Biochem 142: 107699

细菌多样性的纬度梯度变化



由低纬度到高纬度呈现先降低后增加、再降低的格局

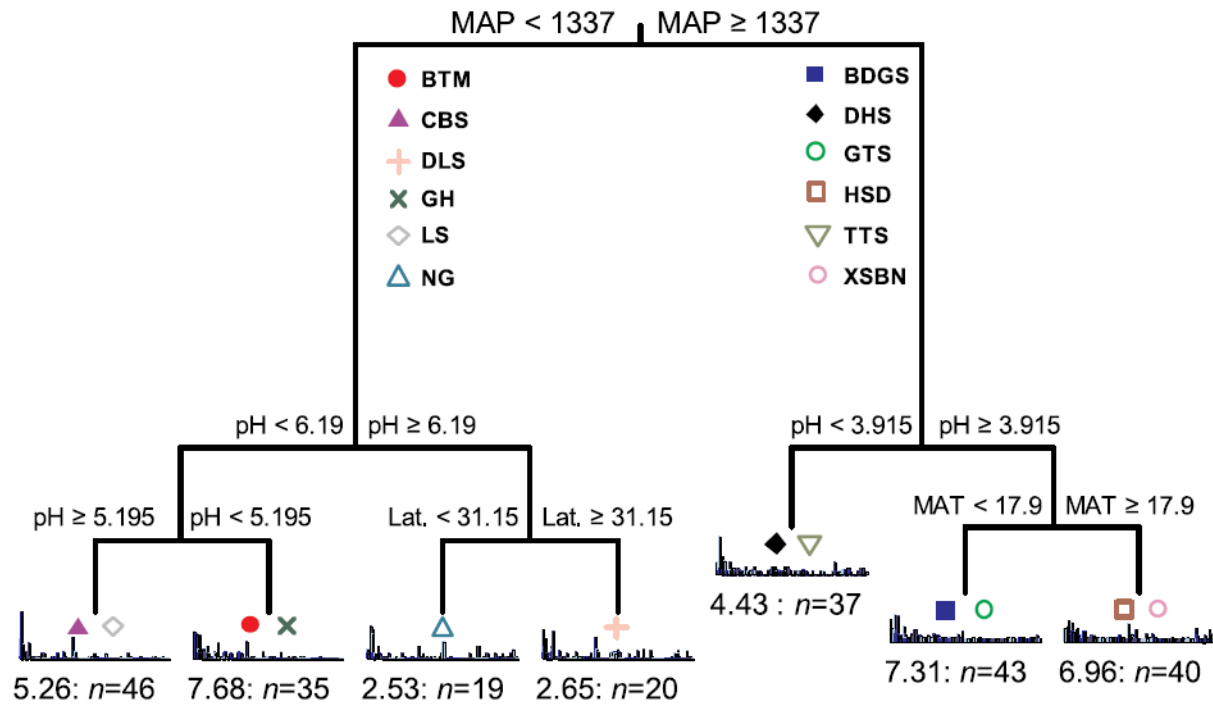
细菌群落的构建由确定性过程主导



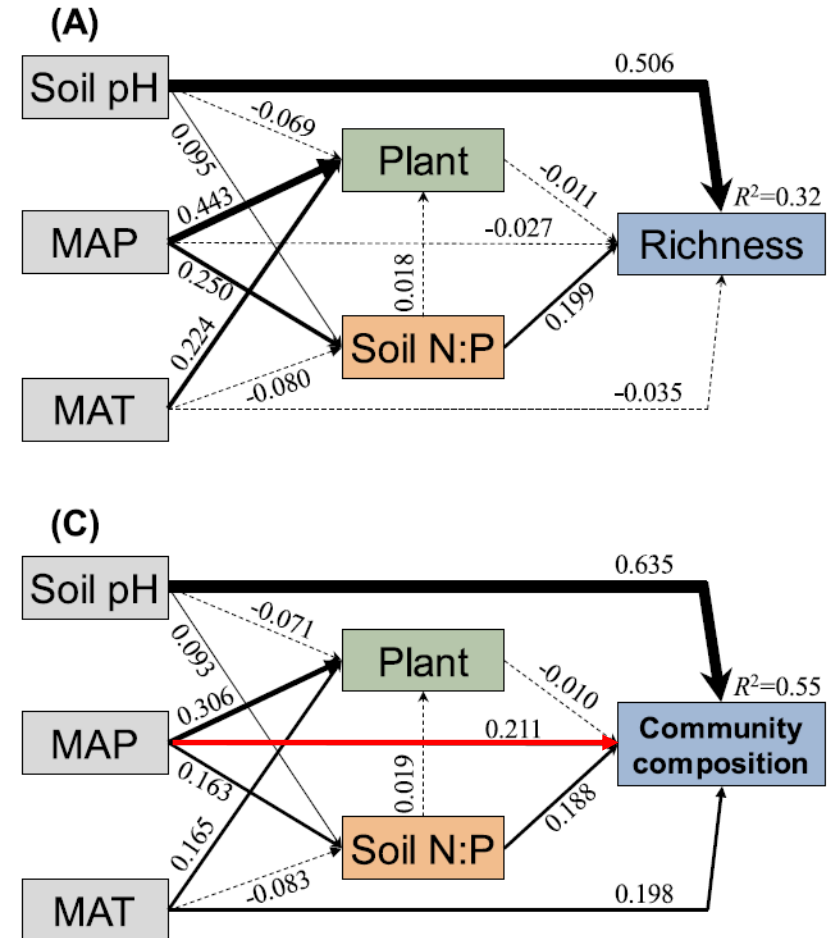
群落组成在气候区之间差异明显

Zheng et al. 2020, Soil Biol Biochem 142: 107699

细菌群落组成和多样性的影响因子



MAP是影响森林土壤细菌群落变化(β-diversity)的重要因子



Zheng et al. 2020, Soil Biol Biochem 142: 107699

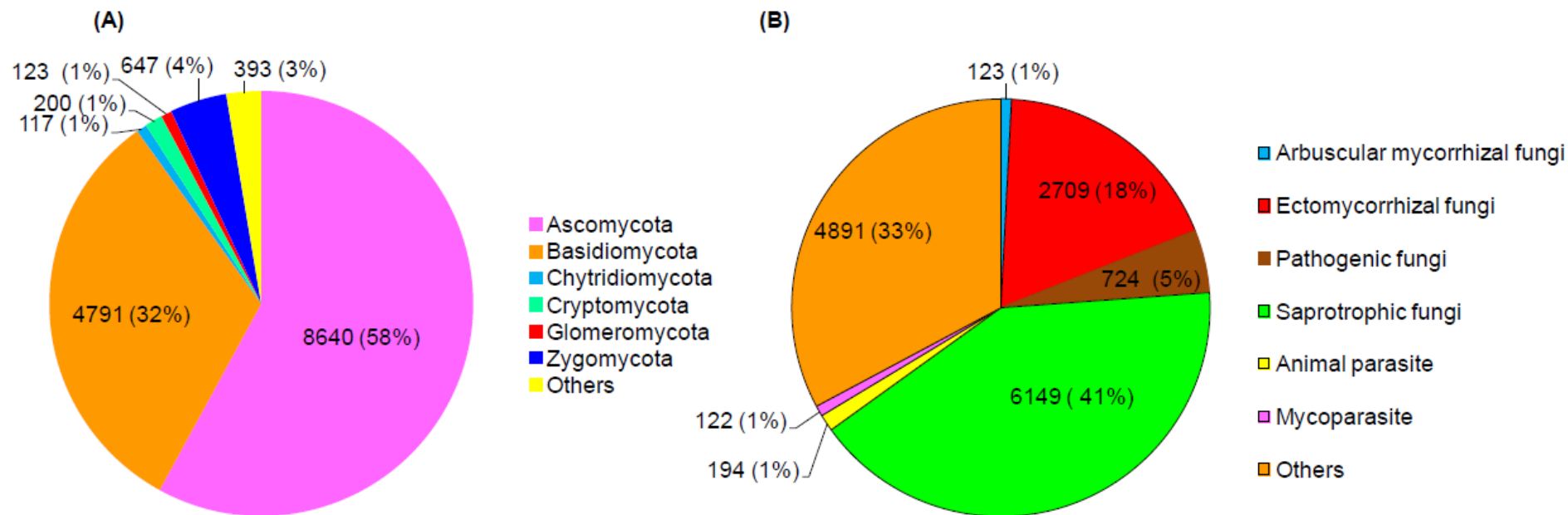


图 3.1 真菌所属门和功能群的 OTUs 个数及比例 (Ji, 2019)

- 分类水平上以子囊菌门和担子菌门为主(90%)
- 功能群以腐生真菌、EM真菌及病原真菌为主

真菌多样性的纬度梯度变化

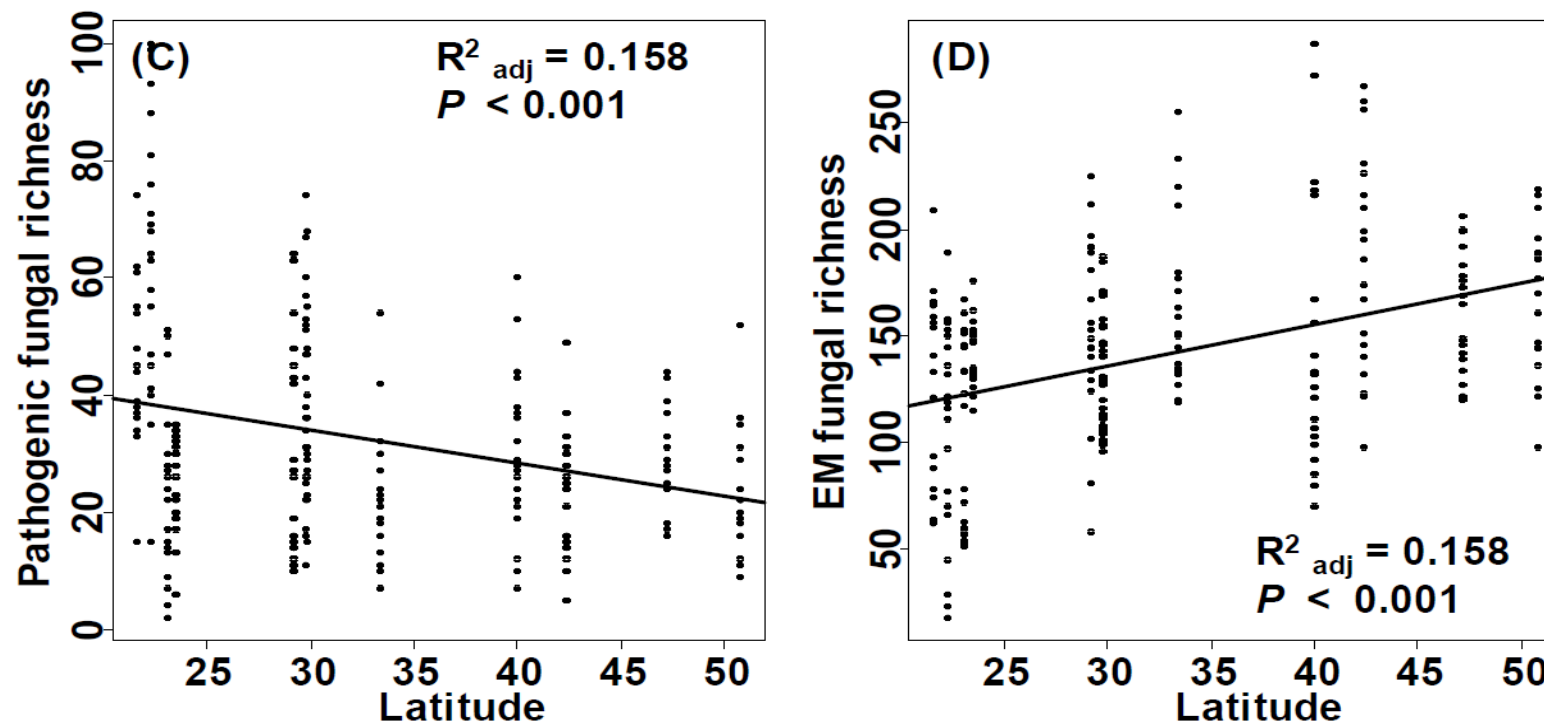


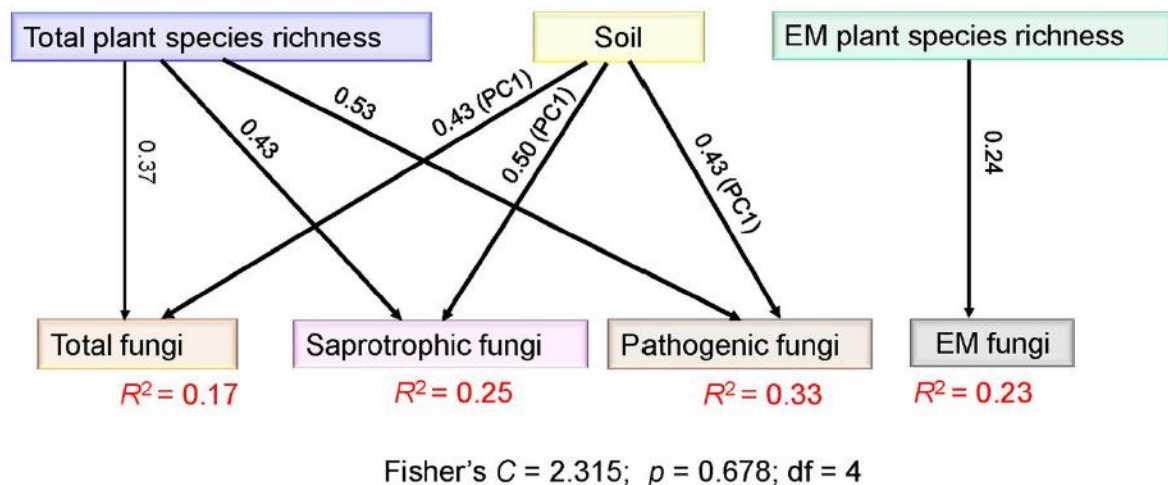
图 3.3 真菌和真菌功能类群多样性与纬度的关系

(Ji, 2019)

- 病原真菌多样性随着纬度的增加而显著降低
- EM真菌多样性随着纬度的增加而显著升高

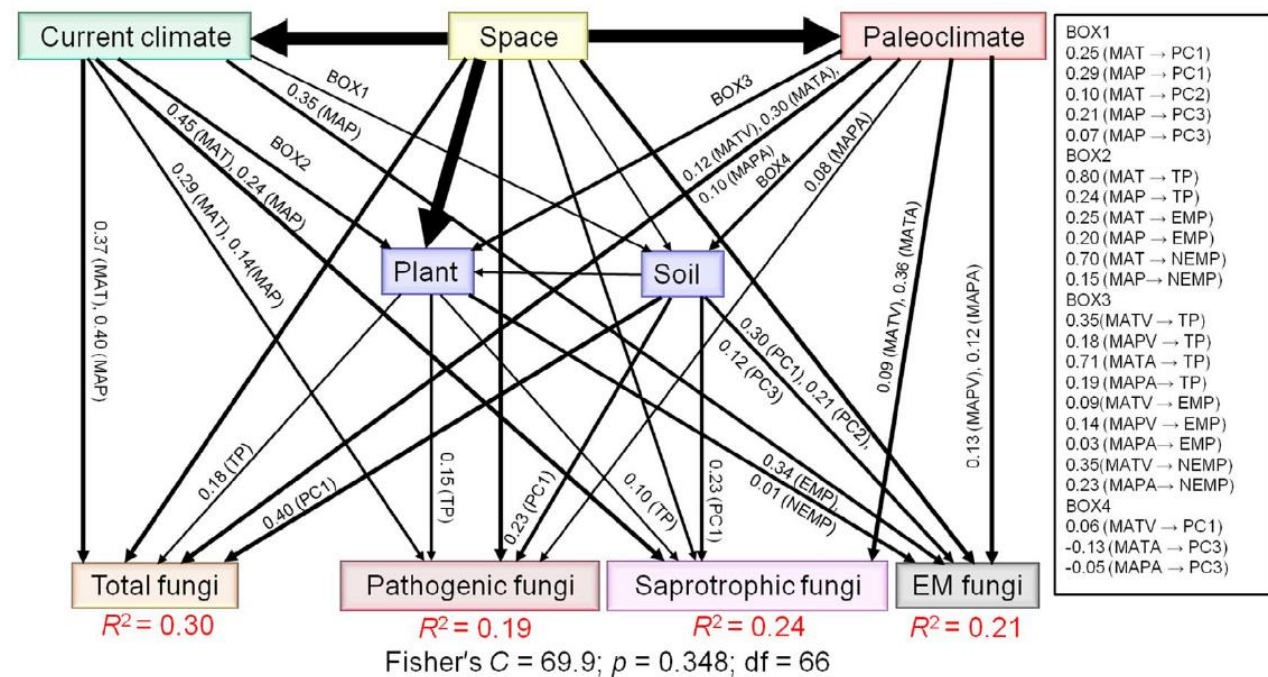
土壤真菌多样性与群落组成的影响因子

Richness



真菌的丰富度主要受到当代环境因子影响

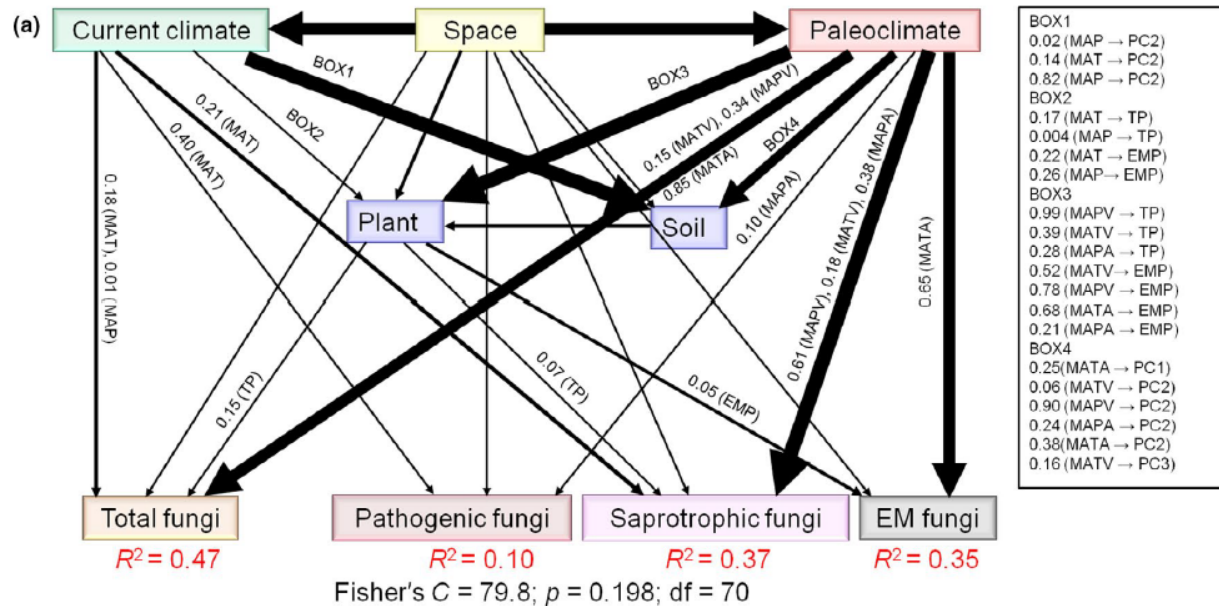
Composition



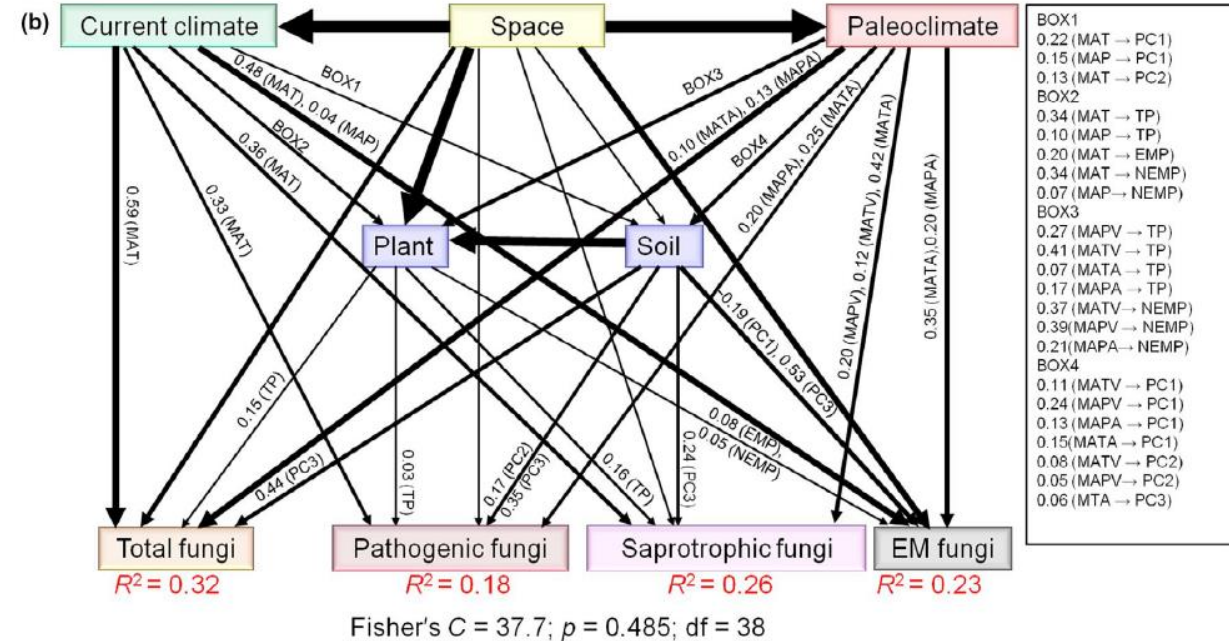
Ji et al. 2019, Ecol Evol 9: 6678-6692.

群落组成受当代环境因子和古气候变化共同影响

Temperate



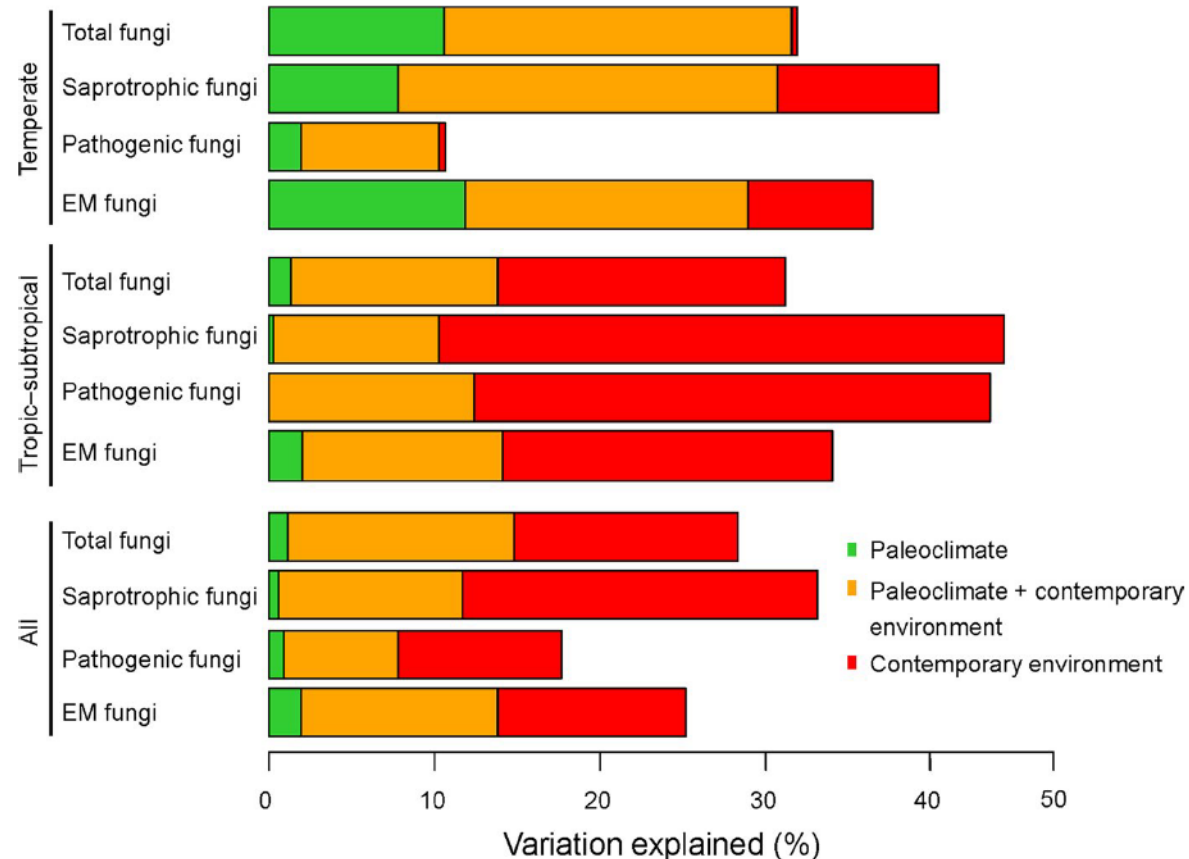
Tropic-subtropical



古气候变化影响力：温带 > (亚)热带

Ji et al. 2019, Ecol Evol 9: 6678-6692.

土壤真菌群落组成的方差分解分析

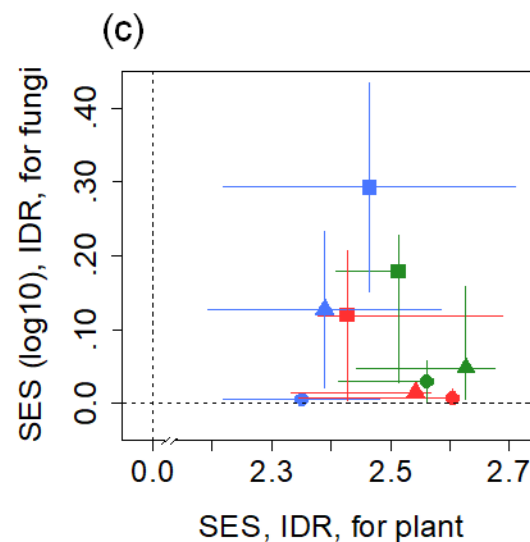
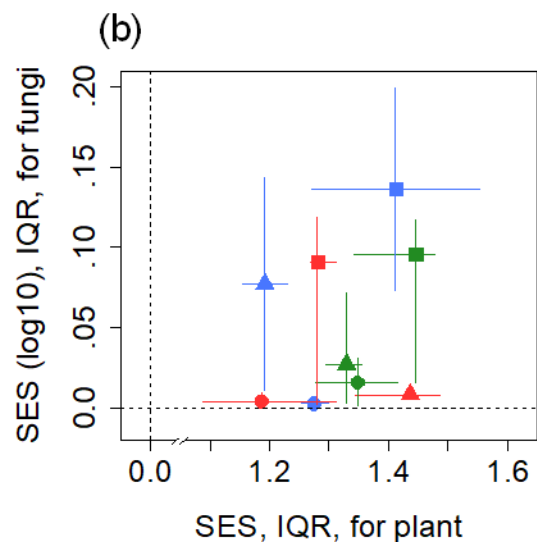
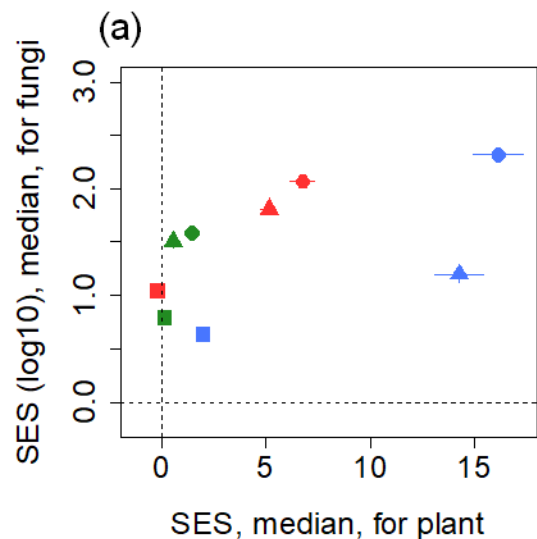


- 古气候变化和现代环境因子共同影响了总真菌、腐生真菌、植物病原真菌和EM真菌的群落组成
- 温带地区森林土壤真菌的群落组成更多地受古气候变化的影响

Ji et al. 2019, Ecol Evol 9: 6678-6692.

Part 3

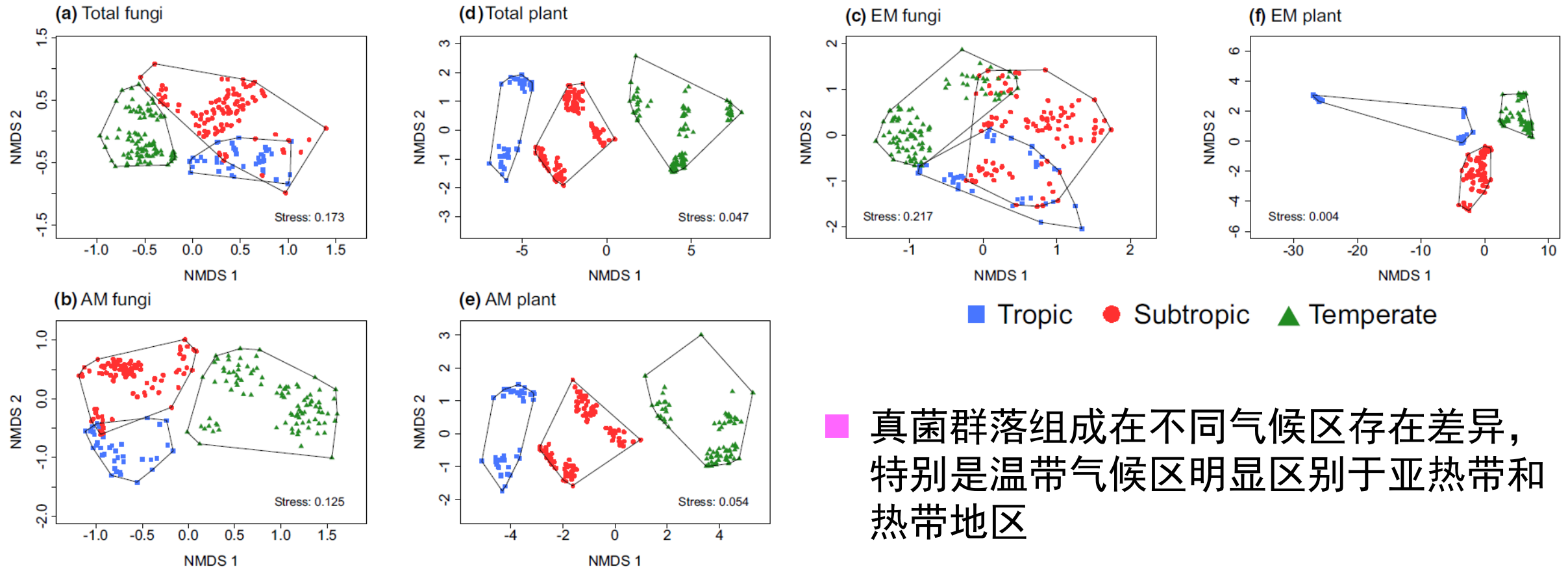
土壤真菌与植物群落的构建模式



- 三类真菌群落在三个气候区均呈现出趋异模式，且EM真菌群落趋异度更小
- 植物群落趋异程度相对较小，但与零模型预测结果比较，实测群落的发散(程度)较大
- 局域尺度下，真菌群落和植物群落的趋异程度无明显关系

Zheng et al. 2020, New Phytol. 231: 1183-1194

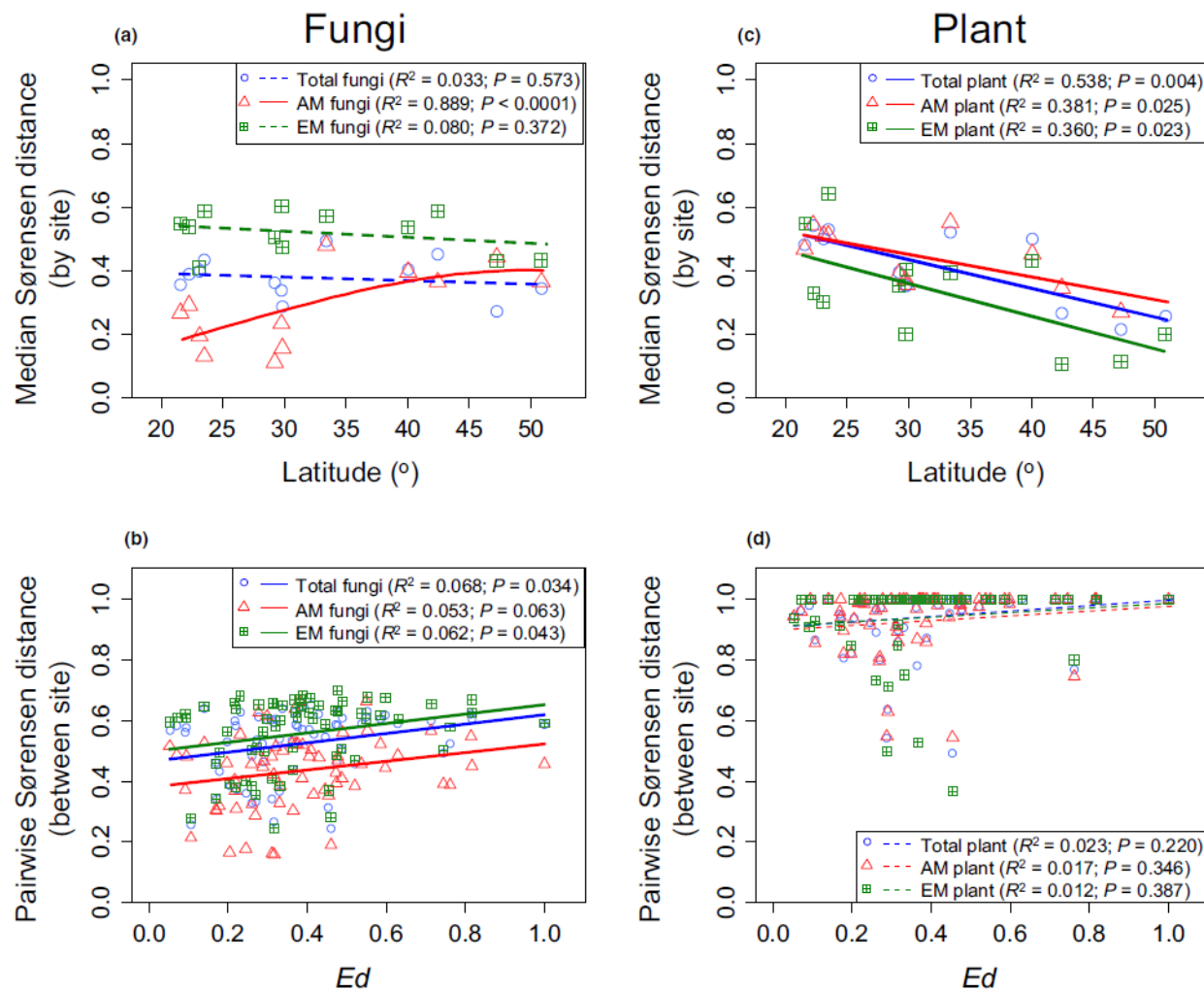
土壤真菌与植物群落组成分析



- 真菌群落组成在不同气候区存在差异，特别是温带气候区明显区别于亚热带和热带地区
- 三种气候区之间植物群落差异更为显著

Zheng et al. 2020, New Phytol. 231: 1183-1194

真菌和植物 β 多样性与纬度(环境)梯度的关系



- 在样地水平，AM真菌的 β 多样性随着纬度的增加而增加；但三类植物群落的 β 多样性随纬度增加而降低
- 三类真菌的 β 多样性与环境异质性呈显著正相关关系，且AM真菌的 β 多样性总是低于EM真菌和总真菌
- 三类植物群落的 β 多样性与环境异质性无明显关系，很可能是由于不同样地之间植物群落的重叠度低的原因

Zheng et al. 2020, New Phytol. 231: 1183-1194

土壤真菌群落组成的潜在驱动因子

Table 2 Results of partial Mantel tests (*r*- and *P*-values) between each fungal community matrix and matrices of environmental parameters associated with geographic distance, soil properties, corresponding plant parameters and climatic factors.

Factors	Total fungi		AM fungi		EM fungi	
	<i>r</i> -value	<i>P</i> -value	<i>r</i> -value	<i>P</i> -value	<i>r</i> -value	<i>P</i> -value
Geographic distance	−0.006	0.692	0.014	0.101	0.0001	0.497
pH	0.073***^a	0.001	0.076***	0.001	0.044***	0.001
TC	0.184***	0.001	0.321***	0.001	0.149***	0.001
TN	−0.034	0.982	0.009	0.253	−0.017	0.923
TP	0.009	0.272	−0.028	0.994	0.001	0.454
C:N	−0.093	1.000	0.025	0.053	−0.076	1.000
N:P	−0.083	1.000	−0.081	1.000	−0.084	1.000
Plant basal area (Tot., AM, EM, respectively)	−0.029	0.961	0.083***	0.001	−0.005	0.598
Plant richness (Tot., AM, EM, respectively)	−0.039	0.998	0.016	0.121	0.019	0.063
Plant community composition (Tot., AM, EM, respectively)	0.270***	0.001	0.213***	0.001	0.199***	0.001
MAT	0.072***	0.001	0.108***	0.001	0.032**	0.008
MAP	−0.092	1.000	−0.176	1.000	−0.075	1.000

AM, arbuscular mycorrhizal; BSA, plant basal area; C : N, ratio of TC to TN; EM, ectomycorrhizal; MAP, mean annual precipitation; MAT, mean annual temperature; N : P, ratio of TN to TP; TC, soil total carbon; TN, total nitrogen; TP, total phosphorus.

^aThe relationships found to be significant are indicated in bold: **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.001$.

气候区、真菌类群、样点影响真菌群落组成

Table S9. The observed β -diversity (Sørensen index)

Type		Tropic		Subtropic		Temperate	
		Mean ^a	Median ^a	Mean	Median	Mean	Median
Fungi	Total	0.712	0.734	0.463	0.437	0.770	0.818
	AM	0.754	0.774	0.526	0.574	0.792	0.826
	EM	0.716	0.744	0.514	0.533	0.765	0.807
	ANOVA ^b	Df = 2; $F = 115$; $P < 0.0001$					
	Mean	0.739 $\pm$ 0.010B ^c		0.508 $\pm$ 0.020C		0.796 $\pm$ 0.010A	

■ 温带地区森林土壤真菌的 β 多样性显著大于热带和亚热带气候区

■ 气候区和样地位置对AM真菌 β 多样性的影响大于总真菌和EM真菌

Table S10. Detailed PerMANOVA outcomes

Effect	Df	Total fungi		AM fungi		EM fungi	
		R^2	P value	R^2	P value	R^2	P value
Climate zone	2	0.095	0.001	0.280	0.001	0.069	0.001
Site (All data)	11	0.262	0.001	0.490	0.001	0.207	0.001
Site (Tropic)	1	0.086	0.001	0.266	0.001	0.064	0.003
Site (Subtropic)	4	0.222	0.001	0.403	0.001	0.172	0.001
Site (Temperate)	4	0.183	0.001	0.247	0.001	0.156	0.001

■ 在亚热带地区，样地位置(site)对三类真菌 β 多样性的影响，比在温带和热带更强

总结 & 致谢

- 细菌多样性由低纬度到高纬度呈现先降低后增加、再降低的格局；其群落的 β -多样性主要受到土壤pH、**MAP**、MAT的影响
- 土壤真菌群落组成同时受到古气候变化和现代环境因子的共同影响；且**古气候变化的影响在温带森林**尤其显著
- 森林土壤微生物群落构建由**确定性过程**主导，一致地呈**趋异**模式；且真菌群落和植物群落的趋异程度无明显的关系



**Thanks for your
attention !**