

# 城市公园微型真核生物的跨生境迁移 有助于维持生物多样性和生态功能

厉舒祯<sup>#</sup>, 任可欣<sup>#</sup>, 闫雪, Andrey N. Tsyganov, Yuri Mazei,  
Alexey Smirnov, Natalia Mazei, 张怡悦, Christopher Rensing, 杨军<sup>\*</sup>

中国科学院城市环境研究所  
中国科学院大学  
莫斯科国立大学  
深圳理工大学生物学院  
俄罗斯科学院生态与进化研究所  
圣彼得堡国立大学  
福建农林大学资源与环境学院

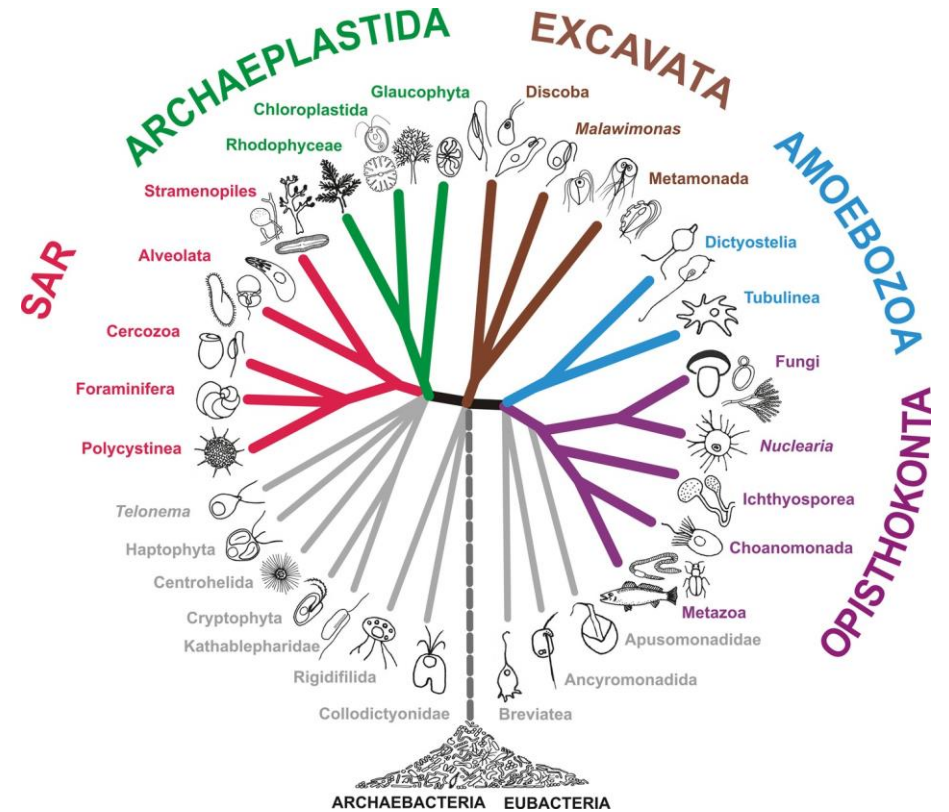


Li, Shuzhen, Kexin Ren, Xue Yan, Andrey N. Tsyganov, Yuri Mazei, Alexey Smirnov, Natalia Mazei, Yiyue Zhang, Christopher Rensing, and Jun Yang. 2023. “Linking Biodiversity and Ecological Function Through Extensive Microeukaryotic Movement Across Different Habitats in Six Urban Parks.” *iMeta*. e103. <https://doi.org/10.1002/imt2.103>



# 城市公园生态系统微型真核生物

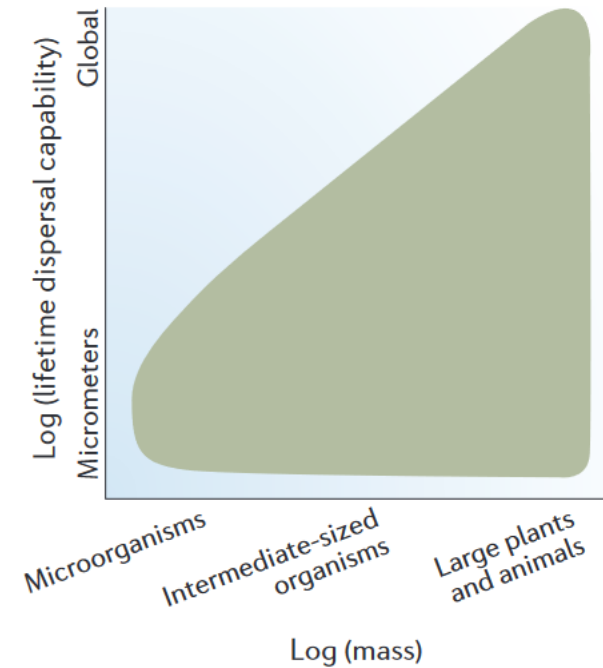
- 城市公园是人类活动和微型真核生物生存的热点地区。
- 城市公园多生境中微型真核生物多样性分布模式仍不清楚。



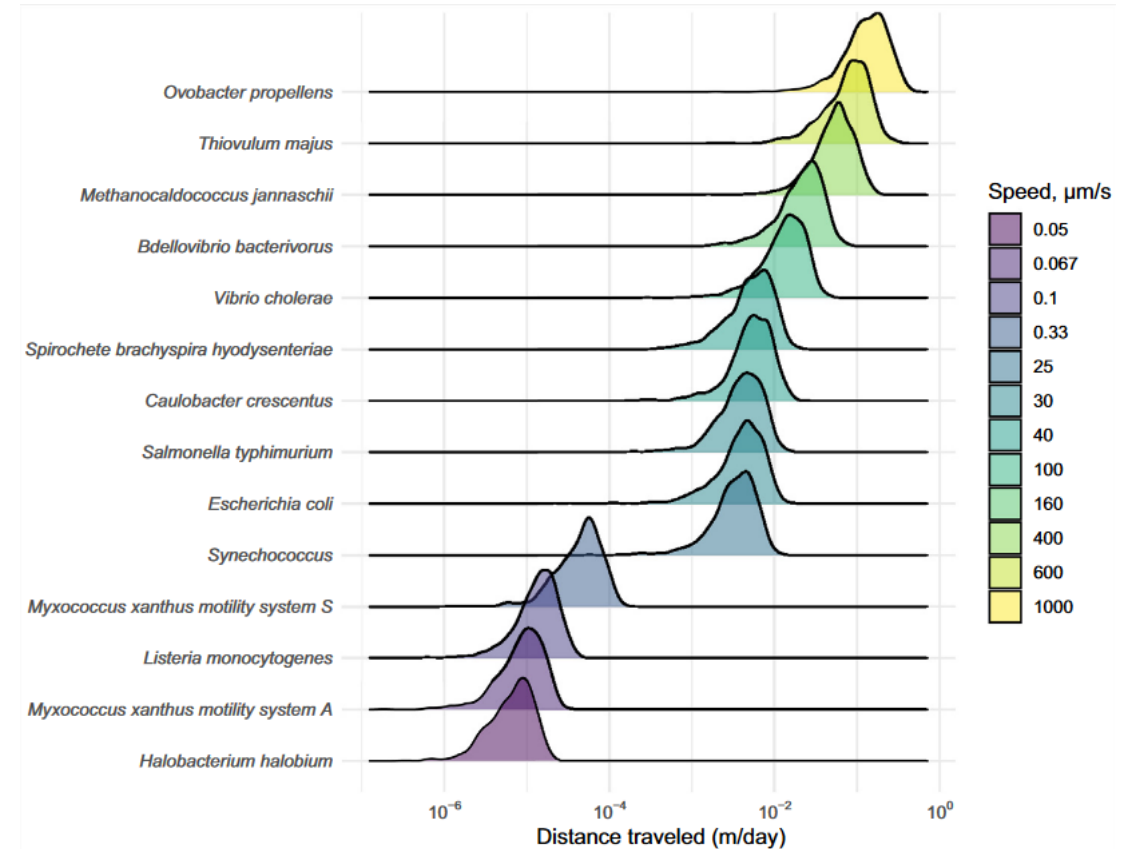
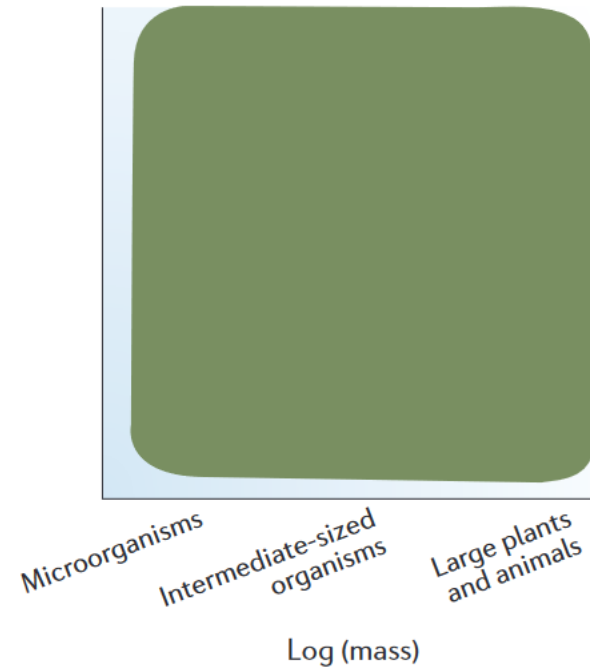
# 微生物运动对群落和生态系统的意义

- 微生物可以主动或被动地跨生境迁移，对于群落水平的多样性和动态发挥重要作用。
- 哪些微生物运动，其跨生境运动对其生态和进化有何影响目前并不清楚。

**a Active dispersal**

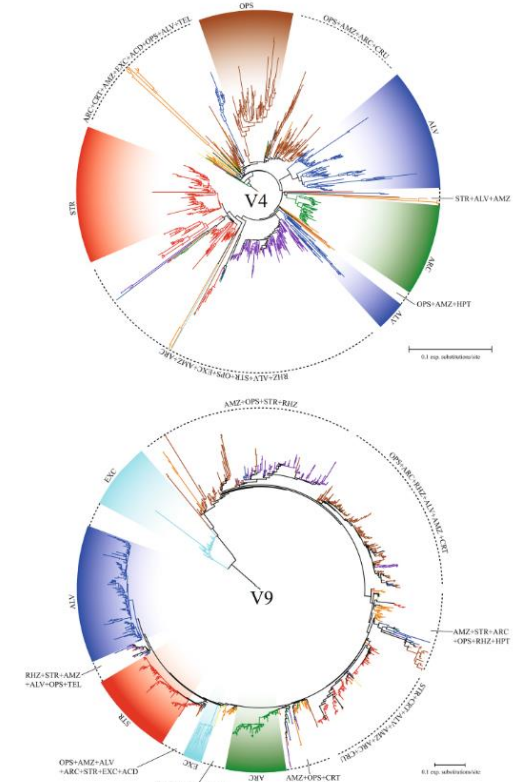
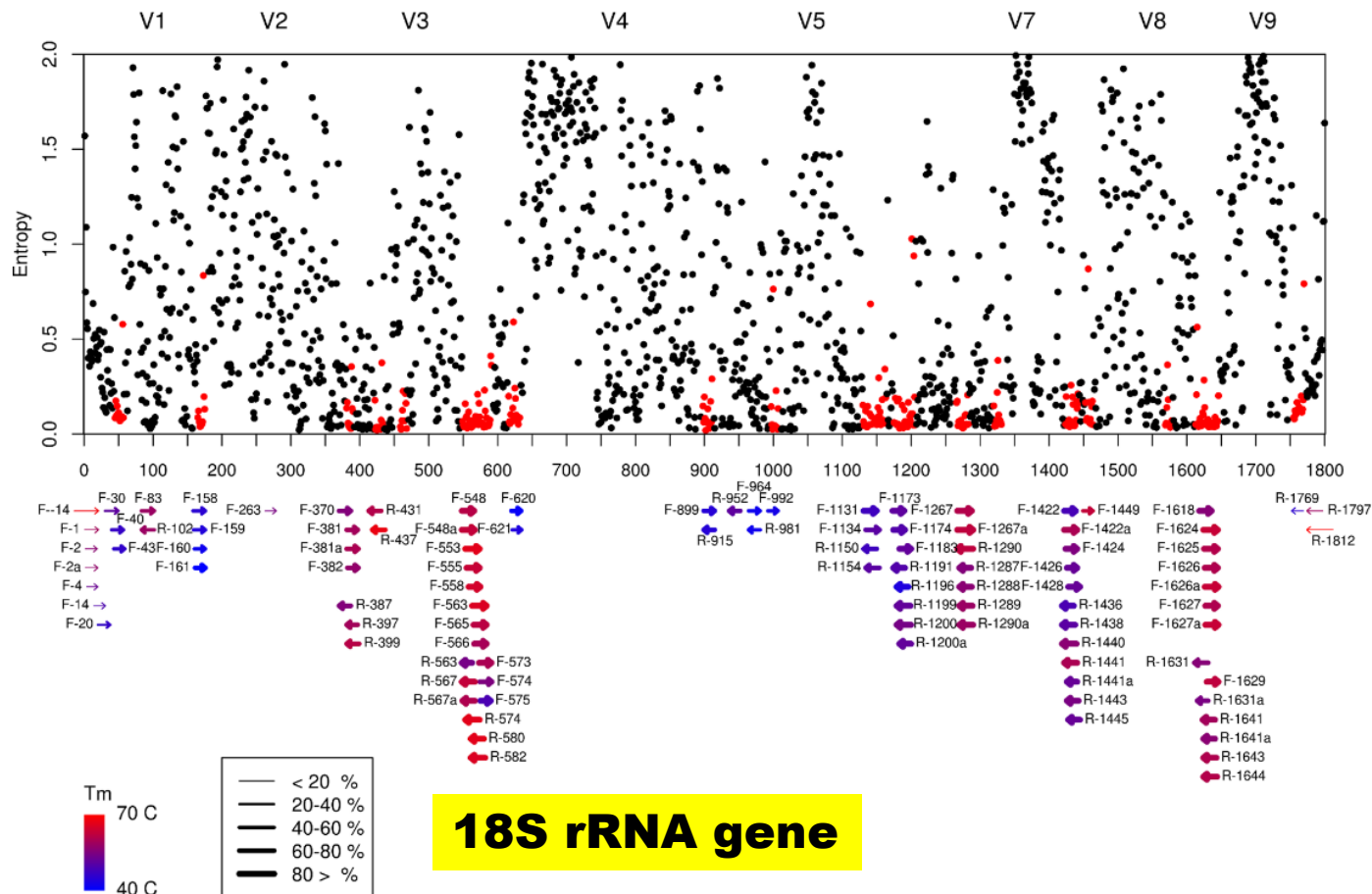


**b Passive dispersal**



# 基于不同扩增区获得的群落组成

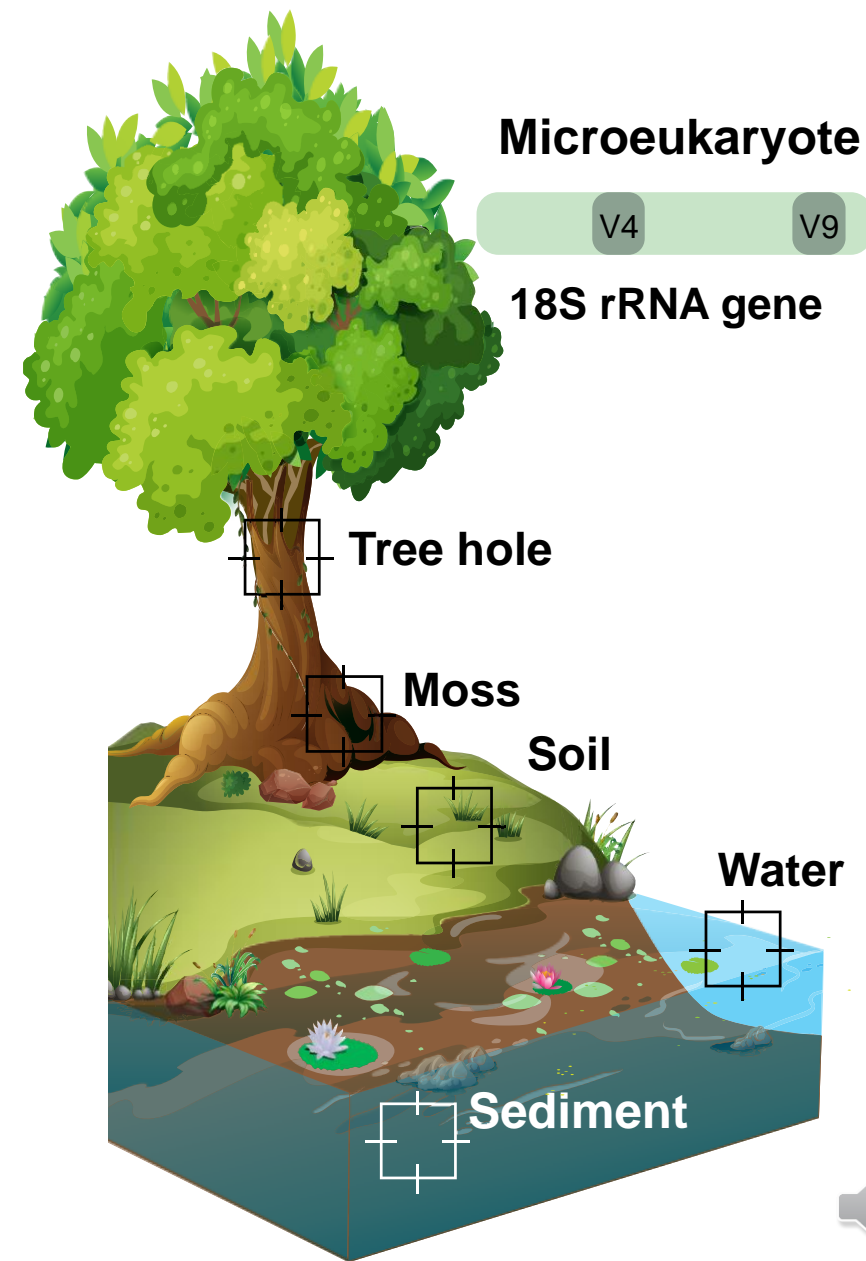
- V4 (~ 400 bp) 和V9 (~ 150 bp) 区最常用于微型真核生物多样性的评估，但目前两个区域的准确性尚无统一的结论。
- 以往的研究主要集中于单一类群或单一生境，阻碍了对多生境多样性和微生物跨生境运动的认识。



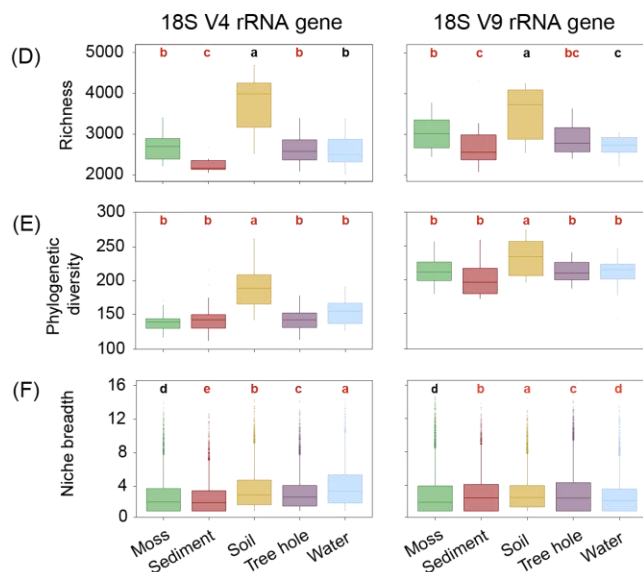
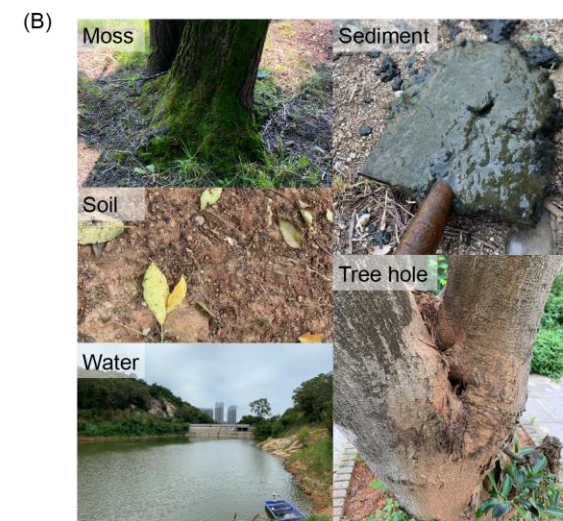
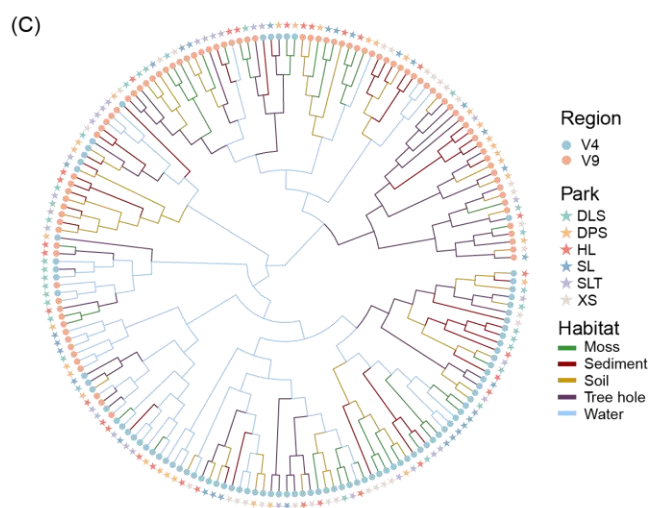
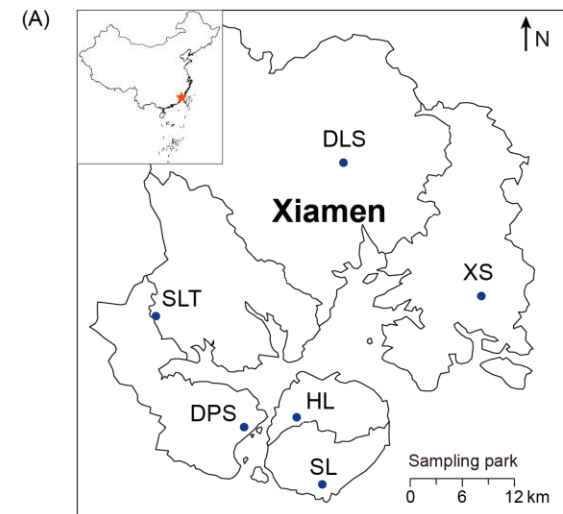
# 科学问题和实验设计

- (1) 不同生境微型真核生物的多样性和群落结构有何异同?
- (2) 微型真核生物在生境间的群落构建驱动力和迁移路径是什么, 微生物的迁移对生物多样性和特定类群的功能有什么影响?
- (3) 基于V4和V9区的群落数据是否产生相似的模式?

本研究首次对城市公园生态系统中微型真核生物的跨生境运动及其对生物多样性和生态系统功能的影响进行了分析。



# 城市公园多生境微型真核生物群落 $\alpha$ 多样性

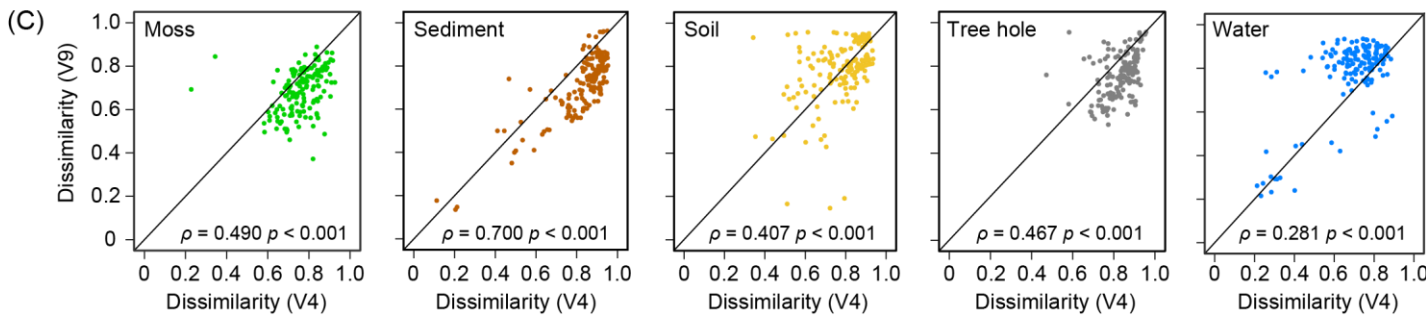
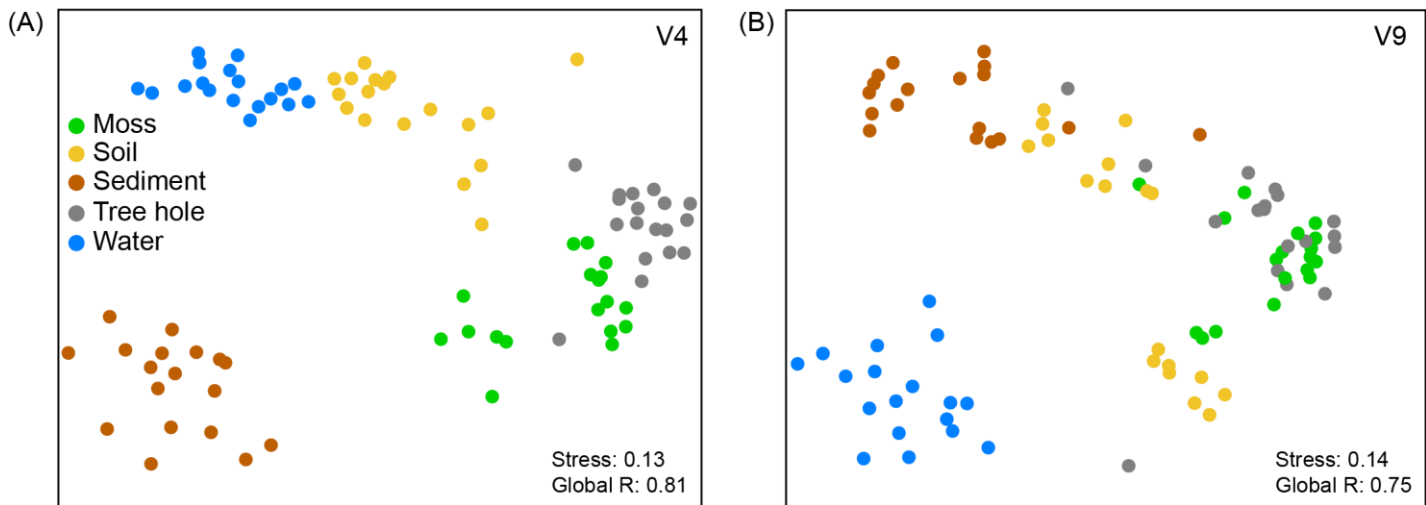


- 不同扩增区对群落差异的贡献最大，其次是生境类型（环境），不同公园（距离）的影响最小。
- 土壤中的分类多样性和系统发育多样性最高。
- V9区得到的分类和系统发育多样性高于V4区。
- 不同引物在水生环境中得到的群落存在较大差异。
- V4区得到的某些类群（如有壳虫）准确性高于V9区。

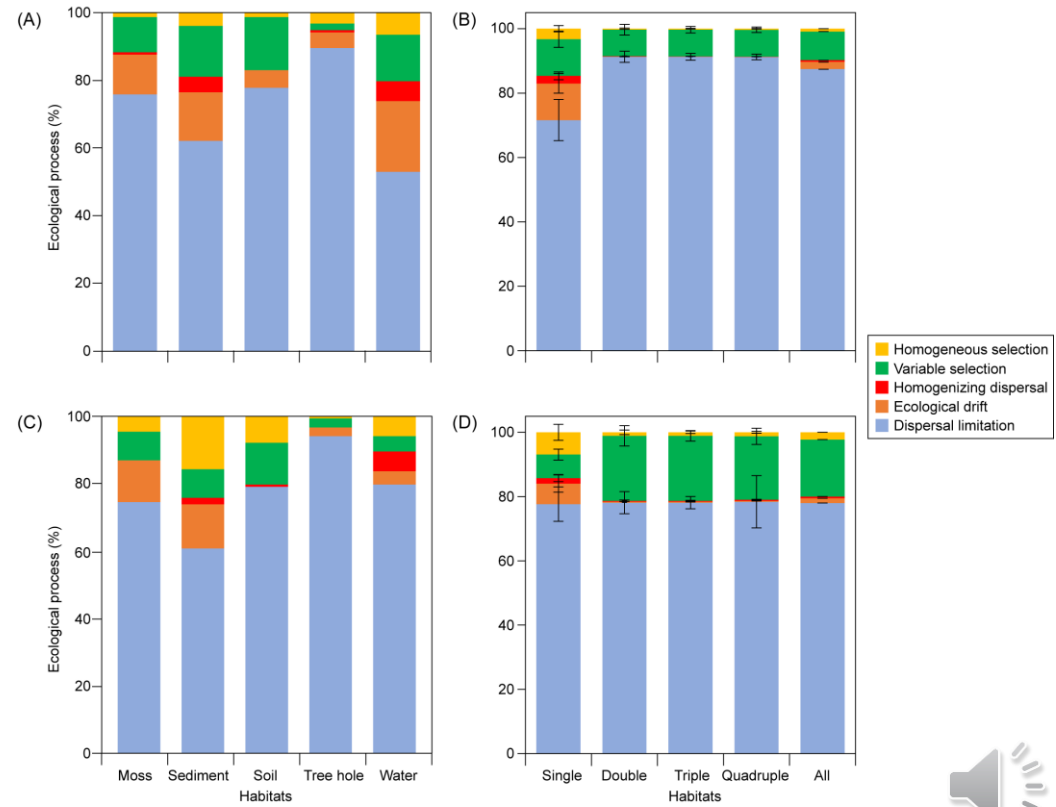
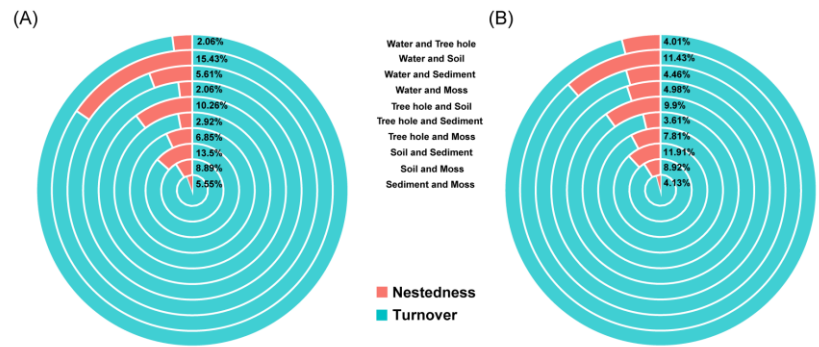
Genus	Microscope	V4 region		V9 region	
	Relative abundance (%)	Sequence	Relative abundance (%)	Sequence	Relative abundance (%)
<i>Euglypha</i>	16.6	54728	84.58	6818	100
<i>Cryptodiffugia</i>	0.3	218	0.34	0	0
<i>Pseudodiffugia</i>	3.7	426	0.66	0	0
<i>Tracheleuglypha</i>	0.2	28	0.04	0	0
<i>Trinema</i>	9.5	8057	12.45	0	0
<i>Corythion</i>	0.1	58	0.09	0	0
<i>Assulina</i>	2.4	1189	1.84	0	0
Pearson correlation (r)			0.908**		NA
Spearman correlation (r)			0.929**		NA



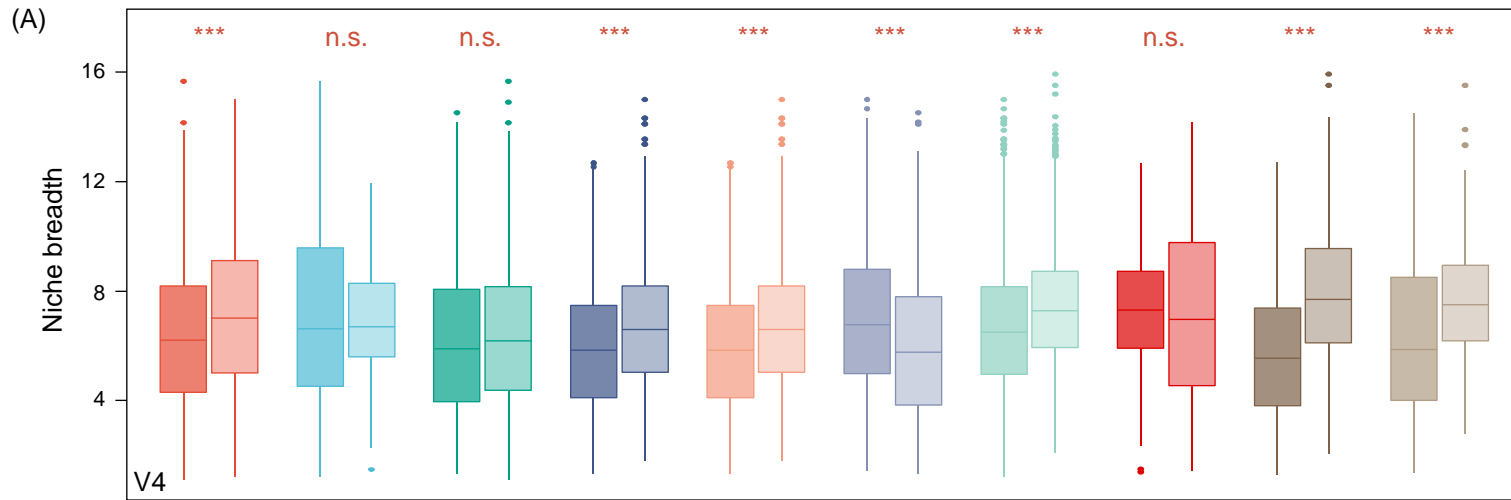
# 微型真核生物群落β多样性及群落构建



- 不同生境之间微型真核生物群落存在**显著差异**。
- V4和V9区引物得到的群落在**水生环境**中差异较大。
- 在群落形成过程中，物种的**替换**比嵌套更为重要。
- **确定性的扩散限制**是群落构建过程的主要驱动因素。



# 不同生境之间微型真核生物的迁移/运动



微生物无处不在，但是不同的环境选择不同的物种



鉴定“生境对”中共存的物种



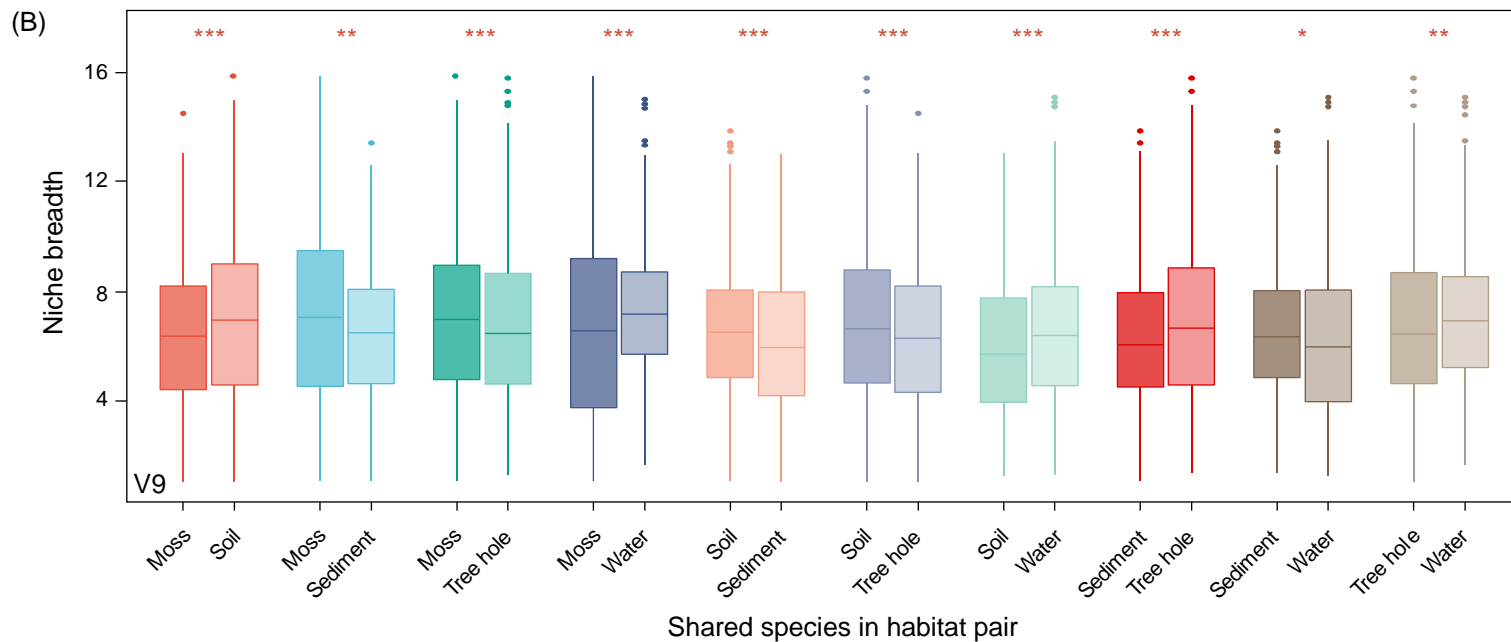
“生境对”中共存物种的生态位宽度在两生境存在显著差异



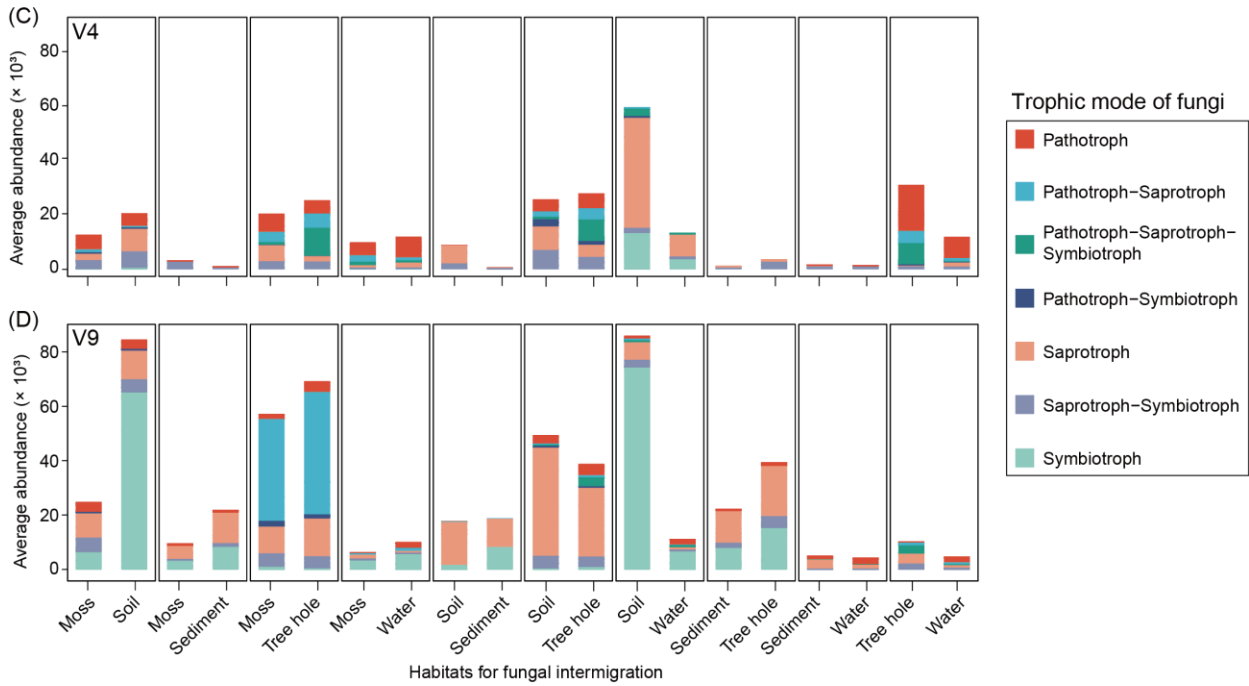
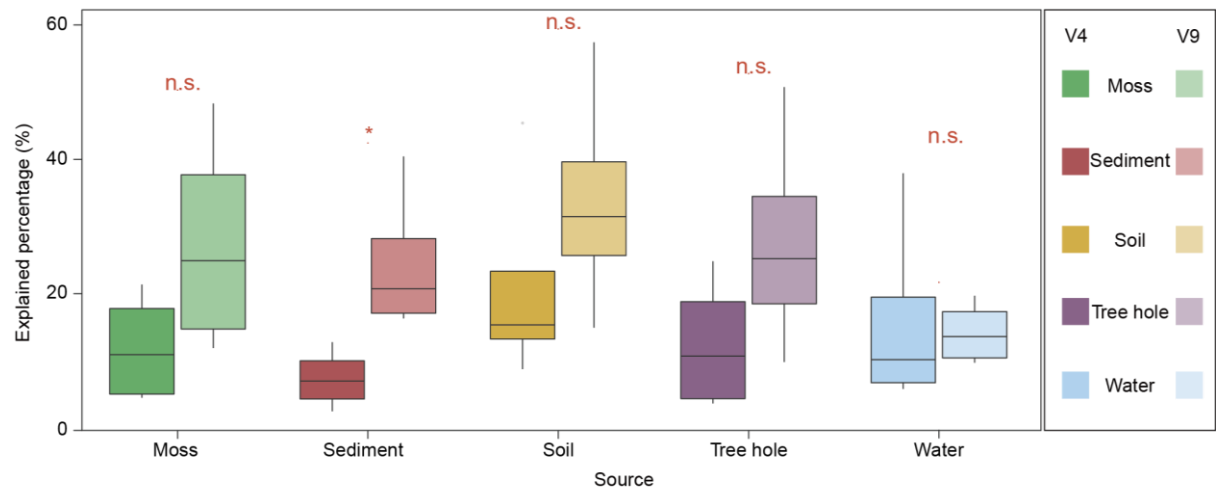
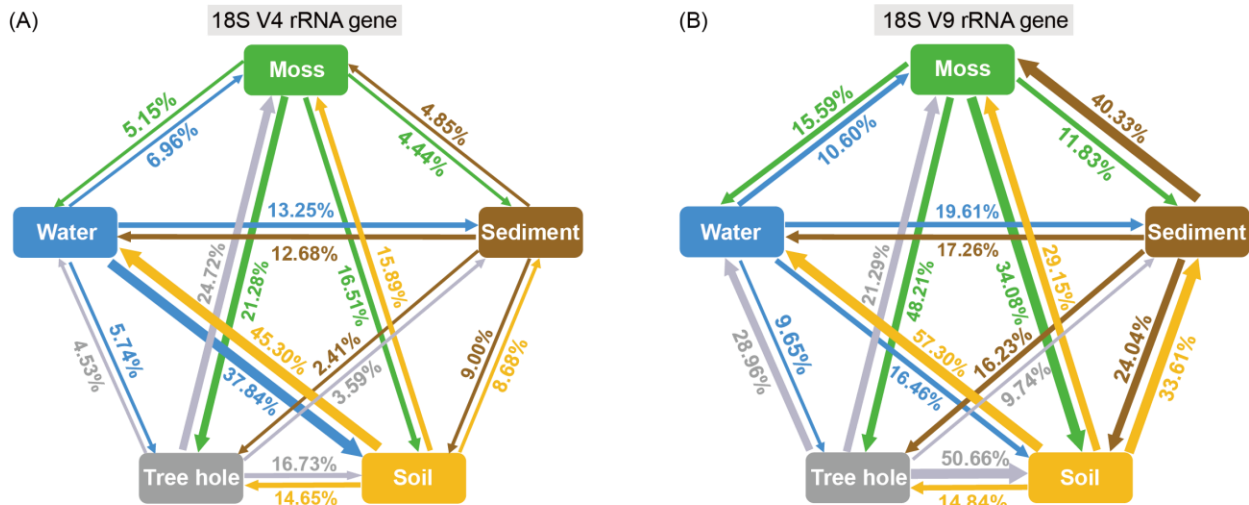
不同的环境可承载的同一物种的个体数不同



同一物种在“生境对”间丰度无显著差异，则物种可能发生迁移



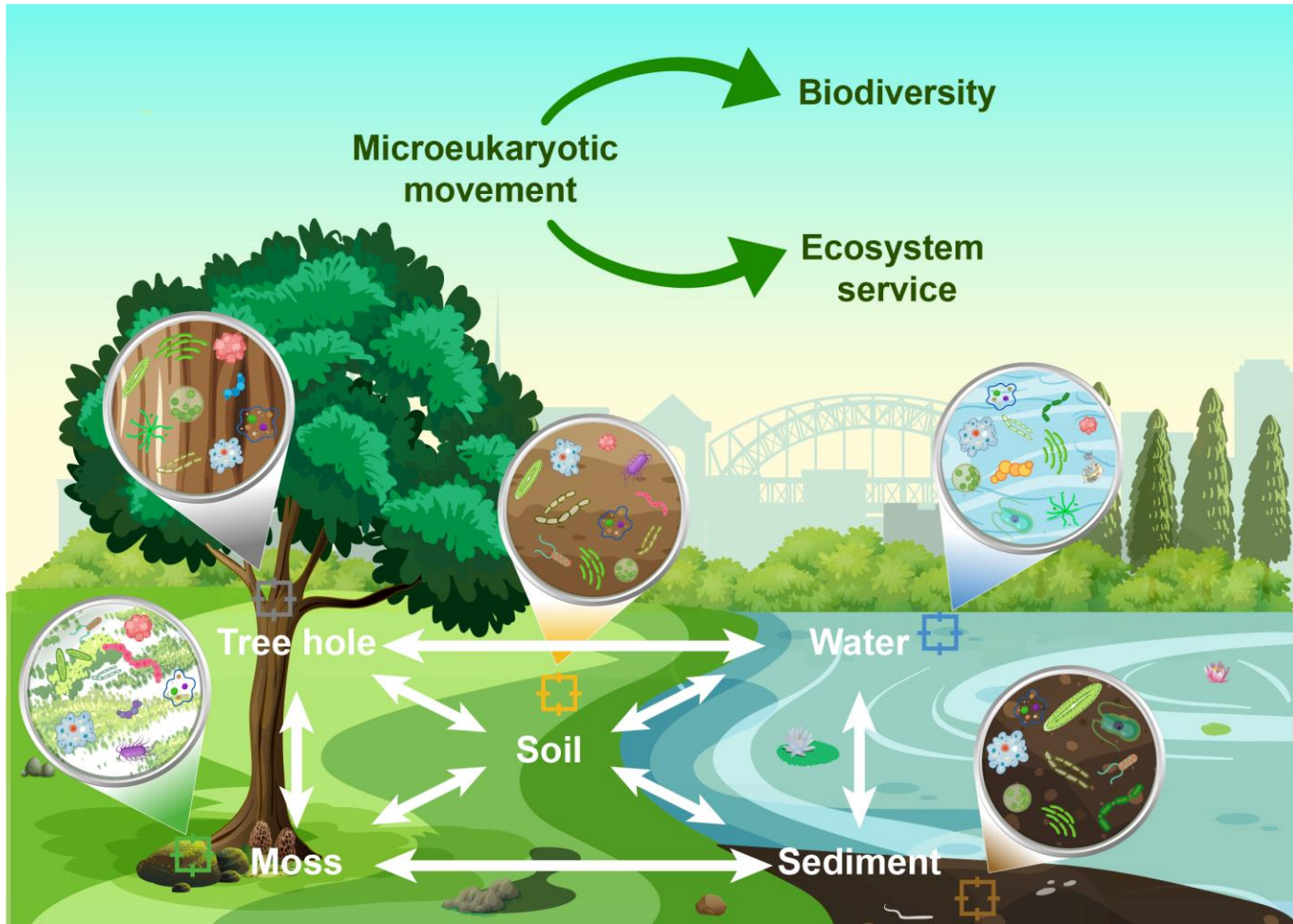
# 不同生境之间微型真核生物的迁移/运动



- **土壤**对水体中微型真核生物的贡献最大，且被确定为微生物源的比例最高。
- V9区识别出比V4区**显著更高**的微生物源。
- **Opisthokonta**容易在生境间迁移，占迁移物种的一半。
- **病原真菌**更容易在苔藓和树洞间，以及树洞和水体间迁移。
- V4和V9区分别检测到大量**腐生菌**和**共生菌**在土壤和水体之间迁移。

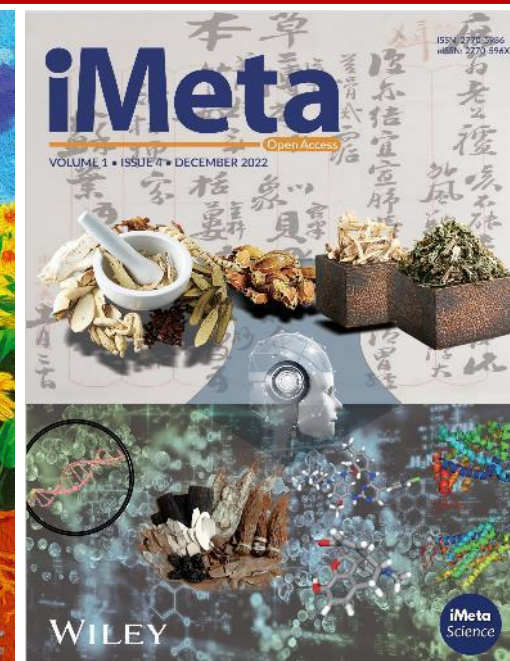


# 总结



- 城市公园微型真核生物跨生境迁移运动有助于生物多样性的维持。
- 不同营养型真菌迁移结果暗示微型真核生物的迁移在公园生态功能中起着重要作用。
- 在特定类群（如有壳虫）中，V4区比V9区更准确。水生生境（水体和沉积物）中的微型真核生物群落比陆生生境（苔藓、土壤和树洞）中的群落表现出更大的差异。

Li, Shuzhen, Kexin Ren, Xue Yan, Andrey N. Tsyganov, Yuri Mazei, Alexey Smirnov, Natalia Mazei, Yiyue Zhang, Christopher Rensing, and Jun Yang. 2023. "Linking Biodiversity and Ecological Function Through Extensive Microeukaryotic Movement Across Different Habitats in Six Urban Parks." *iMeta*. e103. <https://doi.org/10.1002/imt2.103>



“iMeta”由威立、肠菌分会和华人科学家出版的开放获取期刊，主编由中科院微生物所刘双江和荷兰格罗宁根大学傅静远教授共同担任。目的是发表原创研究、方法和综述以促进宏基因组学、微生物组和生物信息学发展。目标是发表前10%(IF > 15)的高影响力论文。期刊特色包括视频投稿、可重复分析、图片打磨、青年编委、前3年免出版费、50万用户的社交媒体宣传等。2022年的三月、六月、九月和十二月期已正式在线出版发行，相继被Google Scholar、PubMed(部分)、DOAJ、Scopus等数据库收录！



主页: <http://www.imeta.science>

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



投稿: <https://mc.manuscriptcentral.com/imeta>



[office@imeta.science](mailto:office@imeta.science)



宣传片



iMeta

